



วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
Academic Journal of Science and Technology
Dhonburi Rajabhat University

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1
(มกราคม - มิถุนายน 2568)

ISSN 2985-0681 (online)

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

Academic Journal of Science and Technology Dhonburi Rajabhat University

คณะกรรมการจัดทำวารสาร

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ปนัดดา

ยิ้มสุกุล

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติมา

เกตุแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลระหง

เทพวิวัฒน์จิต

อาจารย์ประยูทธ

นิสมกุล

บรรณาธิการบริหาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์

ภูสมมา

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ

โควินท์ทวีวัฒน์

รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรรค์

แย้มพินิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.อาวีวรรณ

ปัญญาโกเมศ

รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช

อินตะ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลีตา

บรมพิชัยชาติกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์

มั่งคั่ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรภัส

ถกลภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์พงษ์

มันหล้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ

กอบัวแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลระหง

เทพวิวัฒน์จิต

อาจารย์ ดร.รัตนนุช

จันทร์เพ็ญ

อาจารย์ ดร.จุฑามาส

ศิริอังกรวาณิช

คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรรัช	เทศมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัชชัย	สอนสนาม
อาจารย์ ดร.วิชชุดา	ประสาทแก้ว
อาจารย์ธนพล	แพรงกระโทก
อาจารย์รัชชัย	ไขแก้ว
อาจารย์ภูกิจ	คงเปี่ยม
นางสาวสรีนา	ศรีแสง

ฝ่ายออกแบบและจัดพิมพ์รูปเล่ม

นายกัมพัจน์	พลอยวิสัย
-------------	-----------

ฝ่ายเผยแพร่ทางอิเล็กทรอนิกส์และประชาสัมพันธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวัฒน์	จุราหะวงศ์
นางสาววรรณวิสาข์	สุกปลั่ง

ฝ่ายประสานงาน

นางสาวปราณี	แซ่เจ็ง
นางสาววันดี	ศรีสำอางค์

ฝ่ายการเงินและงานพัสดุ

นางสาวอิสริย์	ขันทอง
---------------	--------

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ฉบับนี้ เป็นปีที่ 3 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม-เดือนมิถุนายน การตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและวิชาการ มีจุดประสงค์ที่จะเผยแพร่องค์ความรู้ กระบวนการทางความคิด และการพัฒนาต่อยอดวิจัยต่าง ๆ อันได้จากการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทางบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทความวิจัยที่ได้เผยแพร่ในวารสารฉบับนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านวิชาการ สังคม และชุมชนต่อไป

กองบรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
1. การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กรกฤษ กอบัวแก้ว ประสิทธิ์ ภูสมมา อติมา เกตุแก้ว กิตติ กอบัวแก้ว และปราณี แซ่เจ็ง	A1
2. ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในกรุงเทพมหานคร คุณากร หอมขาว	A17
3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองรสซ็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง สุชาติ ท้วมจันทร์	A37
4. การพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ทศพล เจริญพรดีงาม	A47
5. การออกแบบวงจรควบคุมระบบอัตโนมัติสัญญาณของระบบราง จักรกฤษณ์ จันท์เขียว อัญวรณ อาจศรีตรู กิตติธัช นามวงษ์ ณรงค์ชัย เหมนันต์ และเกษราภรณ์ ยศบุญเรือง	A65
6. กรณีศึกษาการควบคุมแบบสลับสำหรับระบบปรับอากาศในรรางไฟฟ้า จักรกฤษณ์ จันท์เขียว ฉัตรชัย เอี่ยมสะอาด เมวียา จันบุตดี สรล สุขทรัพย์ วัฒนา สมานจิตร และณัฐกมล โพธิ์สวัสดิ์	A77
บทความวิชาการ	
7. การใช้เทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย นภาพรณ หนิมพานิช ชัยยุทธ แม้นสมุทร ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก	B1

การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหาร ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

กรกฤษ กอบัวแก้ว¹ ประสิทธิ์ ภูสมมา² ธิติมา เกตุแก้ว³ กิตติ กอบัวแก้ว^{4*} และปราณี แซ่เจ็ง⁵

บทคัดย่อ

พลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งนับว่าเป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษและมีศักยภาพสูง อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์เป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดของเสีย โดยมากกว่าร้อยละ 50 ของขยะมูลฝอยจะเป็นขยะประเภทสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ ใบไม้แห้ง การนำมาหมัก เพื่อให้ได้เป็นปุ๋ยชีวภาพจึงเป็นการเปลี่ยนภาระให้เป็นมูลค่าการสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูล การออกแบบ การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพ การติดตั้งระบบควบคุมการทดสอบเครื่องและการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหารโดยมีค่าเฉลี่ยของการทดสอบผลค่าความเข้มแสง 514.46 W/m^2 กระแสไฟฟ้าโหลด 0.26 A แรงดันไฟฟ้าโหลด 85.42 V กำลังไฟฟ้าโหลด 23.79 W และความเร็วรอบ 74.62 rpm โดยความเร็วรอบของแกนหมุนได้เพียงพอต่อการใช้ในการคั่วหรือเกลี่ยให้เศษอาหารผสมและคลุกเข้ากันกับหัวเชื้อได้ตลอดระยะเวลาของการผลิต ทำให้เครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลการทดสอบของปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.20 โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.30 โดยน้ำหนัก โพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.52 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันร้อยละ 1.02 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 20.84:1 และความชื้นร้อยละ 27.89 ปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารที่ผลิตได้นั้นมีธาตุอาหารโพแทสเซียมสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยบำรุงผลผลิตในพืชทุกชนิด มีส่วนสำคัญในการสร้างเนื้อ สร้างแป้ง สร้างน้ำตาล ช่วยเพิ่มน้ำหนักเพิ่มขนาด เพิ่มความหวาน ให้ผลผลิตของพืชเช่น พืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน เป็นต้น

คำสำคัญ : เครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพ เศษอาหาร พลังงานแสงอาทิตย์

¹ ออกแบบผลิตภัณฑ์ บริษัท เอ็ม เอส อาร์ เทคดิง จำกัด

^{2,3,4,5} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: kitti.k@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 6 พฤษภาคม 2568

วันที่แก้ไขบทความ 25 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 26 มิถุนายน 2568

Building a Bio-Fertilizer Generator from Food Waste Using Solar Energy

Korakrit Korbuakaew¹ Prasit Phoosomma² Thitima Ketkaew³
Kitti Korbuakaew^{4*} and Pranee Saejeng⁵

ABSTRACT

Solar energy is considered clean, pollution-free and high potential energy. Moreover, it can also be used endlessly. Converting solar energy into electricity to produce bio-fertilizer from organic waste is a new alternative for waste disposal. More than 50 percent of solid waste is organic waste, such as scraps from food, vegetables, fruits, and dry leaves. Composting them to produce bio-fertilizer is a way to turn waste into value. Creating a bio-fertilizer generator from food waste using solar energy started from data study to system design, construction of bio-fertilizer generator, installation of control system, machine testing and data collection to determine the efficiency of the fertilizer generator from food waste. The average test results were the light intensity of 514.46 W/m², load current of 0.26A, load voltage of 85.42V, load power of 23.79W, and rotation speed of 74.62 rpm. The rotational speed of the spindle was sufficient to be used for digging or spreading the food waste to mix with the starter throughout the production period. Thus, the bio-fertilizer generator from food waste using solar energy was able to produce bio-fertilizer efficiently. The test results of the bio-fertilizer from food waste showed a total nitrogen content of 0.20 percent by weight, a total phosphorus content of 0.30 percent by weight, a total potassium content of 1.02 percent by weight, a total primary nutrient content of 1.20 percent by weight, a carbon to nitrogen ratio of 22.74, and a moisture content of 21.70 percent. The bio-fertilizer produced from food

¹ Product Design, MSR Trading. Co., Ltd.

^{2,3,4,5} Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: kitti.k@dru.ac.th

Received: May 6, 2025

Revised: Jun 25, 2025

Accepted: Jun 26, 2025

waste was high in potassium, which is a nutrient that helps nourish the productivity of all types of plants. It plays an important role in formation of tissue, starch, and sugar, as well as increase weight, size, and sweetness for plants such as sugarcane, coconut, cassava, etc.

Keywords : bio-fertilizer generator, food waste, solar energy

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชนและยังเป็นปัจจัยพื้นฐานทางด้านการผลิตต่างๆทั้งในภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม ทำให้ความต้องการในการพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนส่งผลให้พลังงาน ถ่านหิน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ หรือเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลืองใกล้หมดไปจากโลกนี้ จึงทำให้ทั่วโลกเริ่มหันมาใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนกันมากขึ้น พลังงานทดแทนที่ดีจะต้องเป็นพลังงานสะอาดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และมีจำนวนไม่จำกัดในช่วงชีวิตของโลก สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้อย่างต่อเนื่องสามารถใช้งานได้หลากหลายวัตถุประสงค์ และควรมีต้นทุนที่ไม่สูงจากต้นทุนเดิมอีกด้วย พลังงานจากแสงอาทิตย์ (solar energy) ซึ่งนับว่าเป็นพลังงานที่สะอาดปราศจากมลพิษและมีศักยภาพสูง อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้โดยไม่มีที่สิ้นสุด การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์การนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าอาจจำแนกได้ 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) และการผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ซึ่งการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับประเทศไทย คือ การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตร พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ จึงเป็นพลังงานที่มีศักยภาพค่อนข้างสูง นอกจากนี้เซลล์แสงอาทิตย์ ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องคิดเลข ระบบไฟสัญญาณจราจร เครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตร แสงสว่างในท้องถนน และอื่น ๆ อีกมากมาย

การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์เป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดของเสีย โดยมากกว่าร้อยละ 50 ของขยะมูลฝอยจะเป็นขยะประเภทสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ ใบไม้แห้ง การนำมาหมักเพื่อให้ได้เป็นปุ๋ยชีวภาพจึงเป็นการเปลี่ยนภาระให้เป็นมูลค่า อีกทั้งยังสามารถช่วยลด

ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการจัดการขยะและลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัด ทั้งยังลดปัญหาสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่ตามมาได้อีกมาก การนำเอาระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการ รวมถึงกระบวนการผลิตด้วยการผสมผสานทางวิทยาศาสตร์การเกษตรกับศาสตร์ทางวิศวกรรม เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาผสมผสาน จะช่วยลดการสูญเสียทรัพยากร และผลผลิตที่ออกมาตามความต้องการมากที่สุด จึงถือว่าเป็นก้าวสำคัญของประเทศไทย ในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของการทำเกษตรสมัยใหม่ หรือ เกษตรอัจฉริยะที่เป็นรูปธรรม (ณัฐกิตติ์ ปัทมะ, 2563) การพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยแบบหมุนอัตโนมัติ ที่ใช้เวลาในกระบวนการผลิต 37 วัน สามารถที่จะผลิตปุ๋ยได้ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คาร์บอน และค่าพีเอช เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการเกษตร การพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยอัตโนมัติที่ใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ จึงเป็นแนวทางที่ ช่วยให้ลดผลกระทบจากวิกฤติสภาพแวดล้อมได้ (ปัทมา พากุล ภูเบศร์ พิพิธหิรัญการ และปิยวดี ยานุขดี, 2566) การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการติดตั้ง แผงโซลาร์เซลล์ให้กับเครื่องจะเป็นการนำเทคโนโลยีและพลังงานสะอาดมาใช้เพื่อเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม จากความสำคัญและเทคโนโลยีของการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารจึงเป็นแนวทาง ในการแก้ปัญหาเรื่องพลังงาน และช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการจัดการขยะและลดปริมาณขยะ ที่ต้องนำไปกำจัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพ จากเศษอาหารที่ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าบ้าน รวมถึงหาประสิทธิภาพของเครื่อง ผลิตปุ๋ยชีวภาพที่สร้างขึ้น

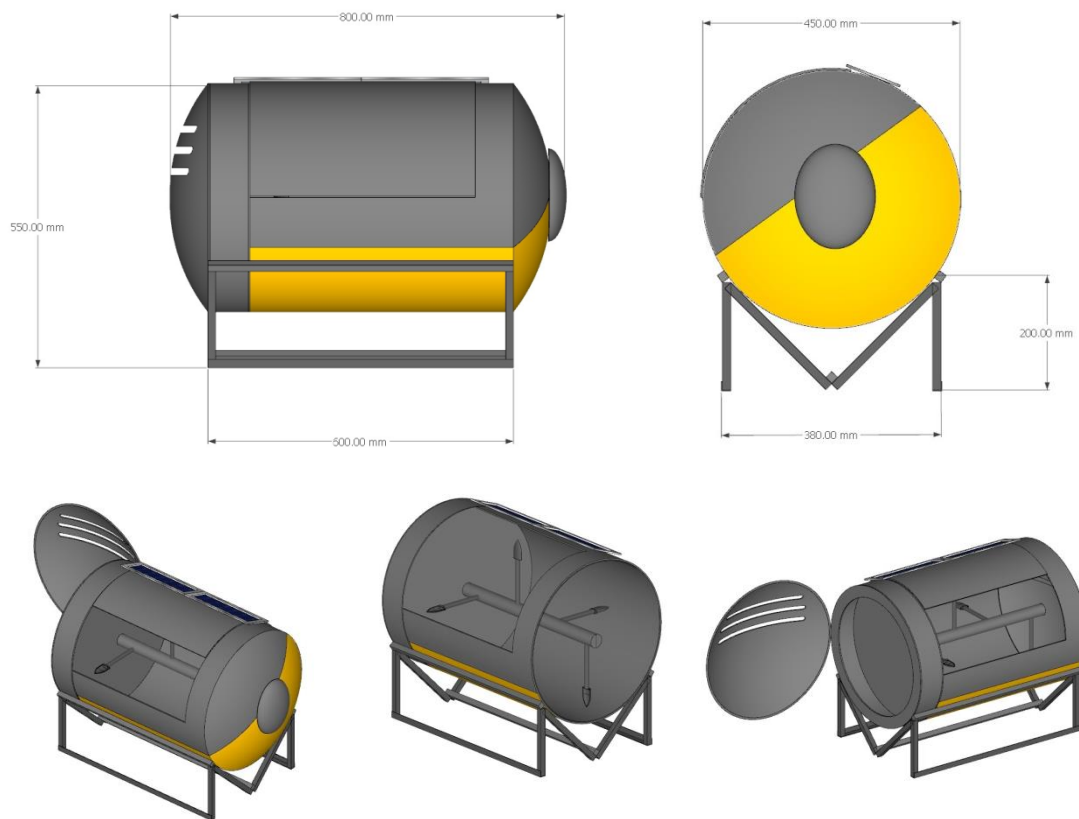
วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูล การออกแบบ การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพ การติดตั้งระบบควบคุม การทดสอบเครื่องและการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหารซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การออกแบบเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหาร และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าบ้าน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

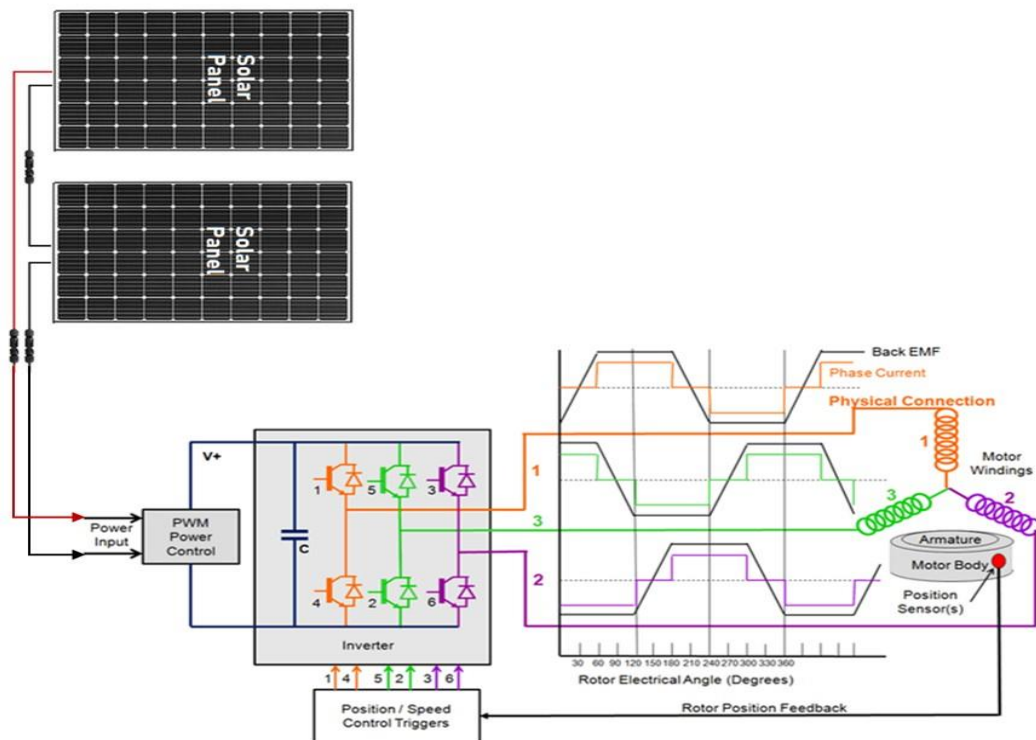
1.1 การออกแบบเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหาร ด้วยโปรแกรม SolidWorks ซึ่งประกอบด้วย ส่วนฐานและส่วนแกนหมุนถังหมักปุ๋ย ประกอบด้วย ขาตั้งและถังสำหรับหมักปุ๋ยมีลักษณะรูปร่างทรงกระบอก ซึ่งฝาถังหมักปุ๋ยเปิด-ปิดได้ การออกแบบส่วนแกนหมุนเครื่องหมักปุ๋ย แกนกลางเป็นแท่งเหล็กตันทรงกระบอก จำนวน 1 เส้น และมีแกนสำหรับค้ำเศษอาหารซึ่งต่อกับแกนกลาง

จำนวน 4 แกน ปลายสุดของแกนหมุนต่อเข้ากับมู่เล่ย์ร่อน และสายพานเพื่อเชื่อมต่อไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

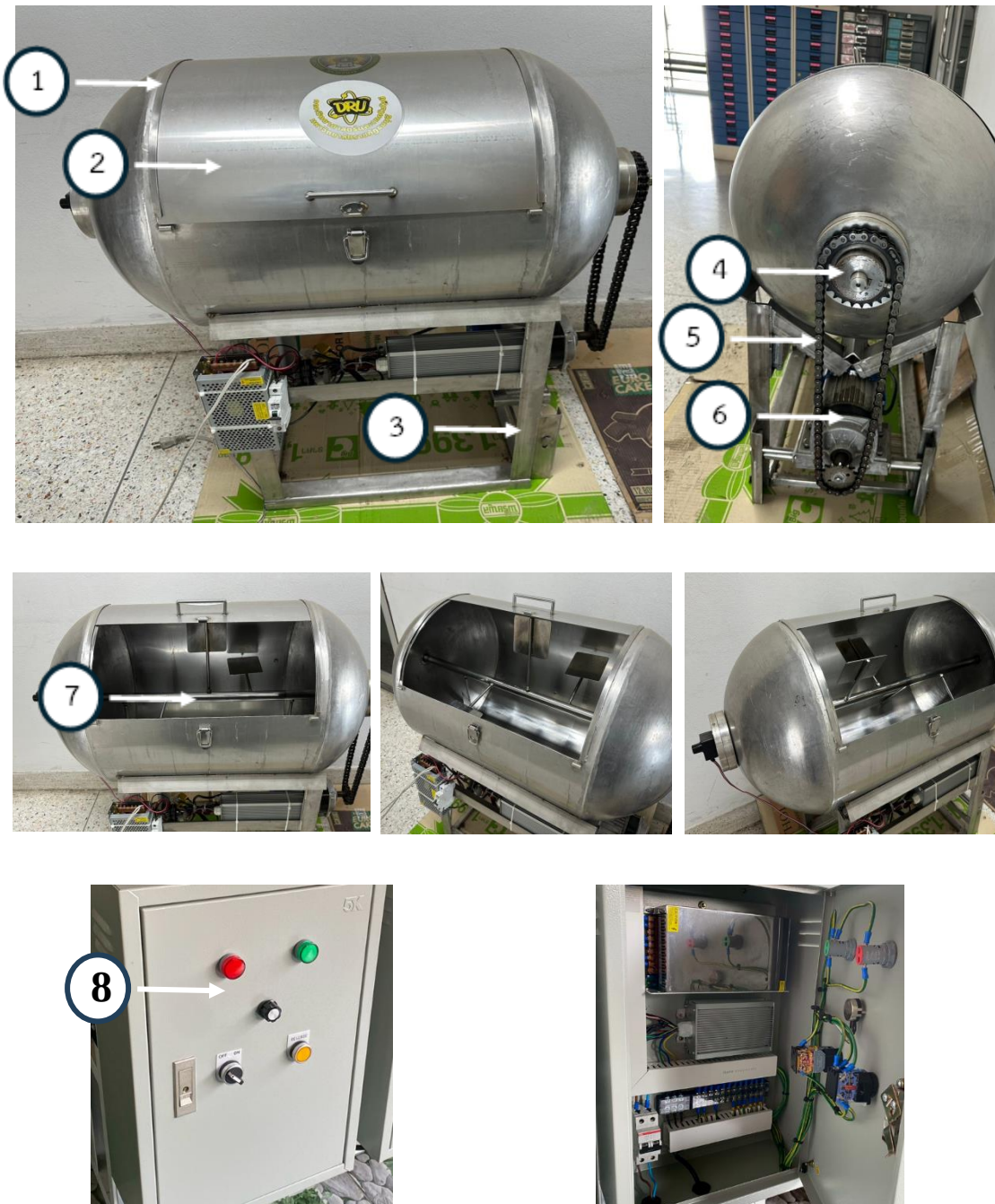
1.2 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าบ้าน ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด พิกัด 550W, 48V DC จำนวน 3 แผง ต่อแบบขนานจะได้พิกัดรวมเป็น 1100W, 48V ต่อเข้ากับวงจร ควบคุม และต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 220V เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหาร ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยสามารถใช้ในการบดเศษอาหารได้ทั้งกลางวันด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และกลางคืนด้วยระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้า

2. การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 การสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยติดตั้งส่วนฐานที่ประกอบด้วย ขาตั้งทำจากเหล็กฉากเชื่อมต่อเข้ากันให้เป็นลักษณะตัววีด้านบน เพื่อรองรับถังหมักเศษอาหารทรงกระบอก ซึ่งทำจากเหล็กสแตนเลสรูปทรงกระบอกจะยึดติดกับฐานขาตั้งด้วยการเชื่อมต่อ ถังหมักเศษอาหารทรงกระบอกเจาะส่วนด้านบนให้เป็นรูสี่เหลี่ยม เพื่อให้มีฝาถังที่สามารถเปิดปิดได้สำหรับเติมหรือเทเศษอาหารและวัสดุที่ใช้ในการหมัก พร้อมทั้งมือจับสำหรับการเลื่อนเปิดปิดถังหมัก ด้านในถังหมักมีแกนสำหรับผสมเศษอาหารทำจากเหล็กเส้นมีใบแบนติดอยู่ด้านปลายเพื่อใช้ในการคุ้ยหรือเกลี่ยให้เศษอาหารผสมกัน ส่วนแกนหมุนถังหมักทำจากเหล็กกลมตันปลายสุดของแกนหมุนต่อเข้ากับมู่เล่ย์ร้อมมีโซ่สายพานเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. ถังหมักเศษอาหารทรงกระบอก | 5. โซลาร์พาน |
| 2. ฝาถัง | 6. มอเตอร์ไฟฟ้า |
| 3. ชุดขาตั้งตัววี | 7. แกนหมุน |
| 4. ชุดมู่เล่ย์ | 8. ชุดควบคุม |

2.2 การติดตั้งระบบควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าบ้าน

ลักษณะการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาอาคารเรือนจิปาละในเวลากลางวัน แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะไหลไปสู่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (grid-connected type inverter) ซึ่งติดตั้งอยู่ในอาคารเรือนจิปาละ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC, 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์) ส่วนในเวลากลางคืน เมื่อไม่มีแสงอาทิตย์จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หรือถ้ามีก็น้อยมาก จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกมาจากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ในขณะเดียวกัน ก็จะไม่มีการไหลย้อนจากเสาไฟฟ้าเข้ามาสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ กระแสไฟฟ้าสลับของการไฟฟ้าจะหยุดค้างอยู่ที่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ไม่สามารถไหลไปแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ต่อมาในวันรุ่งขึ้น เมื่อมีแสงอาทิตย์เพียงพอ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะเริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง และระบบก็จะเริ่มทำงานเองโดยอัตโนมัติ ลักษณะของหลังคาอาคารเรือนจิปาละ และตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งเป็นตำแหน่งที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวันและตลอดปี ซึ่งไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งของอื่นใดมาบังแสงอาทิตย์ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะติดตั้งให้ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ และแผงเซลล์เอียงเป็นมุมประมาณ 10-15 องศา กับพื้นโลก ซึ่งชนิดของหลังคาอาคารเรือนจิปาละที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้เป็นแบบหลังคาหน้าจั่ว หลังคากระเบื้อง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกที่มีกำลังไฟฟ้า 350 วัตต์ มีขนาดประมาณ 196x100x4 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 21 กิโลกรัมต่อแผง จำนวน 3 แผง เมื่อติดตั้งชุดเซลล์แสงอาทิตย์เสร็จในการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานทันทีเมื่อมีแสงหรือรังสีอินฟราเรดตกกระทบบจะจ่ายกระแสไฟฟ้าหน้าจอ LCD จะบอกค่าแรงดันที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยจะจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12V 24V และ 48V (DC) ให้กับอินเวอร์เตอร์ เพื่อนำไปแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น 220V (AC) หรือเรียกอีกอย่างว่าแปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อนำไปใช้กับเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารขนาดของกำลังวัตต์ไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดต้องไม่เกินขนาดกำลังวัตต์ของอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 4 การติดตั้งระบบควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าบ้าน

3. การทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้มีการทดสอบการทำงานของเครื่องมือ โดยเริ่มจากการเติมเศษอาหารและหัวเชื้อจุลินทรีย์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ในถังหมักปุ๋ยแบบหมุน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกผลค่าความเข้มแสง (W/m^2) กระแสไฟฟ้าไหล (A) แรงดันไฟฟ้าไหล (V) กำลังไฟฟ้าไหล (W) และความเร็วรอบ (rpm) ของเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ วิเคราะห์ผลค่าปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ค่าความชื้น และนำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการ เกษตร ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 กรณีไม่เป็น ปุ๋ยอินทรีย์เหลว กำหนดให้ (ก) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0

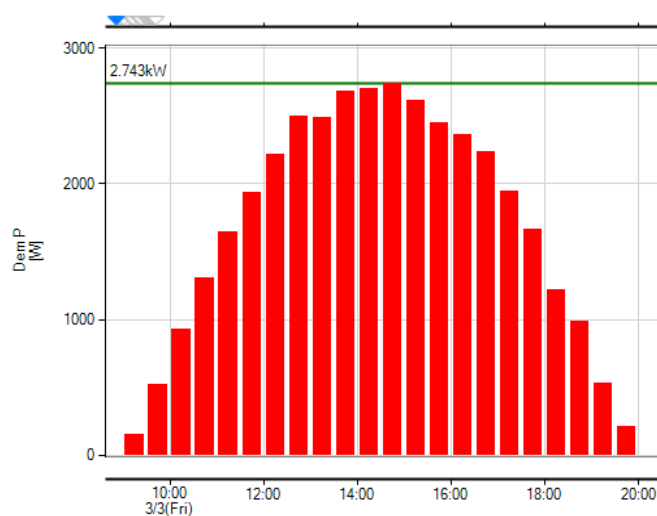
โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก และโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก (ข) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1 และ (ค) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวัดค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ประกอบด้วย ค่าความเข้มแสง กระแสไฟฟ้าไหลต แรงดันไฟฟ้าไหลต กำลังไฟฟ้าไหลต โดยใช้เครื่องวัดเพาเวอร์มิเตอร์ ดังนี้



รูปที่ 5 การวัดค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้เครื่องวัดเพาเวอร์มิเตอร์



รูปที่ 6 ความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

วันที่-ช่วงเวลา	ค่าความเข้มแสง (W/m ²)	กระแสไฟฟ้าไหล (A)	แรงดันไฟฟ้าไหล (V)	กำลังไฟฟ้าไหล (W)	ความเร็วรอบ (rpm) ปกติ/ผลิตปุ๋ย
1-09.00	487	0.30	84.70	26.00	70/6
1-13.00	754	0.28	91.40	24.00	80/6
1-17.00	354	0.20	88.60	23.00	79/6
2-09.00	547	0.34	95.14	29.20	79/6
2-13.00	724	0.27	87.76	23.05	77/6
2-17.00	351	0.20	87.85	22.81	78/6
3-09.00	443	0.27	77.05	23.65	67/6
3-13.00	698	0.26	84.61	22.22	74/6
3-17.00	328	0.19	82.09	21.31	73/6
4-09.00	482	0.30	83.83	25.73	69/6
4-13.00	757	0.28	91.76	24.10	80/6
4-17.00	301	0.17	75.34	19.56	67/6
5-13.00	462	0.28	80.35	24.67	66/6
เฉลี่ย	514.46	0.26	85.42	23.79	74.62

จากตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อใส่เศษอาหารและหัวเชื้อจุลินทรีย์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 ตั้งค่าความเร็วรอบที่ 80 รอบต่อนาทีในช่วงเวลาของการวัด และปรับค่าความเร็วรอบที่ 6 รอบต่อนาทีเพื่อการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ผู้วิจัยทำการวัดค่าพารามิเตอร์จำนวน 3 ครั้งต่อวัน พบว่า ตลอดระยะเวลาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ 1 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยของการทดสอบผลค่าความเข้มแสง 514.46 W/m² กระแสไฟฟ้าไหล 0.26A แรงดันไฟฟ้าไหล 85.42V กำลังไฟฟ้าไหล 23.79W และความเร็วรอบ 74.62 rpm ซึ่งมีรายละเอียดของการบันทึกข้อมูล ดังนี้

วันที่ 1 ของการผลิตปุ๋ยชีวภาพ เศษอาหารยังจับตัวเป็นก้อน และมีความชื้นสูง มีความเร็วรอบ 70 รอบต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 80 รอบต่อนาที เนื่องจากค่าความชื้นของแสงเพิ่มขึ้น และความชื้นในเศษอาหารลดลง และเมื่อเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 79 รอบต่อนาที และเศษอาหารเริ่มเป็นผงขุยและมีความชื้นต่ำ เครื่องได้ทำงานที่ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาทีต่อไป

วันที่ 2 ของการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ผู้วิจัยใส่เศษอาหารเพิ่มขึ้นไปอีก 1 ส่วน ทำให้เศษอาหารจับตัวเป็นก้อนและมีความชื้นสูง มีความเร็วรอบ 79 รอบต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 77 รอบต่อนาที เนื่องจากค่าความชื้นของแสงเพิ่มขึ้น และความชื้นในเศษอาหารลดลง และเมื่อเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 78 รอบต่อนาที และเศษอาหารเริ่มเป็นผงขุยและมีความชื้นต่ำ เครื่องได้ทำงานที่ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาทีต่อไป

วันที่ 3 ของการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ผู้วิจัยใส่เศษอาหารเพิ่มขึ้นไปอีก 1 ส่วน ทำให้เศษอาหารจับตัวเป็นก้อน มีความชื้นสูงและมีปริมาณเพิ่มขึ้น มีความเร็วรอบ 67 รอบต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 74 รอบต่อนาที เนื่องจากค่าความชื้นของแสงเพิ่มขึ้น และความชื้นในเศษอาหารลดลง และเมื่อเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 73 รอบต่อนาที และเศษอาหารเริ่มเป็นผงขุยและมีความชื้นต่ำ เครื่องได้ทำงานที่ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาทีต่อไป

วันที่ 4 ของการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ผู้วิจัยใส่เศษอาหารเพิ่มขึ้นไปอีก 1 ส่วน ทำให้เศษอาหารจับตัวเป็นก้อนและมีความชื้นสูงและมีปริมาณเพิ่มขึ้น มีความเร็วรอบ 69 รอบต่อนาที เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง ความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเป็น 80 รอบต่อนาที เนื่องจากค่าความชื้นของแสงเพิ่มขึ้น และความชื้นในเศษอาหารลดลง และเมื่อเวลาผ่านไป 8 ชั่วโมง ความเร็วรอบ 67 รอบต่อนาที และเศษอาหารเริ่มเป็นผงขุยและมีความชื้นต่ำเครื่องได้ทำงานที่ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาทีต่อไป

วันที่ 5 ของการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ช่วงเวลา 13.00 น. เศษอาหารมีลักษณะเป็นฝุ่น และมีความชื้นสูงต่ำ มีความเร็วรอบ 66 รอบต่อนาที ผู้วิจัยจึงหยุดกระบวนการผลิตและนำปุ๋ยชีวภาพไปตรวจวิเคราะห์เพื่อหาค่าของธาตุอาหาร ประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และค่าความชื้น



รูปที่ 7 การทดลองผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เมื่อได้ทดลองผลิตปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการผลิตไปวิเคราะห์เพื่อบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการเกษตรได้ ดังนี้

ตารางที่ 2 ธาตุอาหารที่ได้จากการทดลองผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

คุณลักษณะ	เกณฑ์มาตรฐาน	ปุ๋ยชีวภาพ	แปลผล
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	> 1.0	0.20	×
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	> 0.5	0.30	×
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	> 0.5	0.52	✓
ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกัน (%)	> 2.0	1.02	×
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	< 20:1	20.84:1	×
ความชื้น (%)	< 30	27.89	✓

จากตารางที่ 2 ธาตุอาหารที่ได้จากการทดลองผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 0.20 โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.30 โดยน้ำหนัก และโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 0.52 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันร้อยละ 1.02 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 20.84:1 และความชื้นร้อยละ 27.89 กล่าวคือ ปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารที่ได้จากกระบวนการผลิตมีค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกัน ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร เนื่องจากผู้วิจัยนำเศษอาหารที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากชุมชน ไม่ได้กำหนดสัดส่วนของเศษอาหารที่นำมาใช้ จึงส่งผลให้ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตได้มีค่าธาตุอาหารดังกล่าวไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกรมวิชาการ ดังนั้นจึงควรที่จะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของเศษอาหารที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเพื่อให้ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรต่อไป อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตได้นั้นมีธาตุอาหารโพแทสเซียมสูง ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่ช่วยบำรุงผลผลิตในพืชทุกชนิดมีส่วนสำคัญในการสร้างเนื้อ สร้างแป้ง สร้างน้ำตาล ช่วยเพิ่มน้ำหนัก เพิ่มขนาด เพิ่มความหวานให้ผลผลิตของพืชทุกชนิด นอกจากนี้ ยังมีบทบาทในการช่วยลดความเสี่ยงธาตุอาหารอื่น ๆ ทำให้พืชกินอาหารได้มีประสิทธิภาพ และทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อม และอากาศที่ผันผวนได้ดี เช่น พืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน เป็นต้น

สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้า ด้วยการออกแบบเครื่องผลิตปุ๋ยจากเศษอาหาร ด้วยโปรแกรม SolidWorks และสร้างเครื่องโดยติดตั้งส่วนฐานที่ประกอบด้วยขาตั้งทำจากเหล็กฉากเชื่อมต่อเข้ากันให้เป็นลักษณะตัววีด้านบนเพื่อรองรับถังหมักเศษอาหารทรงกระบอก ซึ่งทำจากเหล็กสแตนเลส ด้านในถังหมักมีแกนสำหรับผสมเศษอาหารทำจากเหล็กเส้นมีใบแบนติดอยู่ด้านปลาย เพื่อใช้ในการคั่วหรือเกลี่ยให้เศษอาหารผสมกันปลายสุดของแกนหมุนต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งพลังงานที่ใช้ได้มาจากการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาบ้านในเวลากลางวันทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะไหลไปสู่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหาร โดยมีความเร็วรอบของแกนหมุนได้เพียงพอต่อการใช้ในการคั่วหรือเกลี่ยให้เศษอาหารผสมและคลุกเข้ากันกับหัวเชื้อได้ตลอดระยะเวลาของการผลิต ทำให้เครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งสอดคล้องงานวิจัยของสมภพ ผดุงพันธ์ (2558) ที่ได้ทำการวิจัยเครื่องขับเคลื่อนแผงโซล่าเซลล์ตามแสงอาทิตย์ โดยใช้เทคโนโลยีการออกแบบด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถสั่งงานให้ชุดควบคุมขับเคลื่อนแผงโซล่าเซลล์ ให้เคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติ ทำให้แผงโซล่าเซลล์รับพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งปฏิกิริยาจากเศษอาหารที่ได้สามารถนำไปใช้กับพืชที่ต้องการการการสร้างเนื้อ สร้างแป้ง สร้างน้ำตาล เพื่อช่วยเพิ่มน้ำหนัก เพิ่มขนาด เพิ่มความหวาน และทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อม และอากาศที่ผันผวนได้ดี เช่น พืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาสัดส่วนของเศษอาหารที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมวิชาการเกษตร
2. ควรพัฒนาเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ลดเวลาในการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาอย่างสูงจากคุณรัตนประโชติ พูนบำเพ็ญ ประธานชุมชน คุณสุธา จั่นเผื่อน ชุมชนพูนบำเพ็ญ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ และคุณชาญชัย จุลเมตต์ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบางกะเจ้า อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพจากเศษอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และจัดบันทึกผลการทดลองและเก็บข้อมูลการทดลองอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจและความทุ่มเทของท่านและสมาชิกขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. (12 กุมภาพันธ์ 2557). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 131 ตอน พิเศษ 29 ง หน้า 4.
- ปัทมา พากุล ภูเบศร์ พิพิธธีรฤการ และปิยวดี ยามุขดี. (2566). **การพัฒนาเครื่องหมักปุ๋ยแบบหมุนอัตโนมัติ**.การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 10 และระดับนานาชาติครั้งที่ 8. การพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อ.เมือง จ.ขอนแก่น. หน้า 507-517.

- ณัฐกิตติ์ ปัทมะ. (2563). การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย. บทความวิชาการ
กลุ่มงานวิจัยและข้อมูล, สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. วันที่ 9 พฤษภาคม
2563. หน้า 1-22.
- สมภาพ ผดุงพันธ์. (2558). เครื่องขับเคลื่อนแผงโซลาร์เซลล์ตามแสงอาทิตย์อัตโนมัติ. วารสาร
มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 7(1), หน้า 81-91.

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในกรุงเทพมหานคร

คุณากร หอมขาว^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 Path129 Row50 และ Path129 Row51 ประกอบไปด้วยแบนด์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แบนด์ 4 จัดเก็บช่วงคลื่นสีแดง (Red) แบนด์ 5 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) แบนด์ 6 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) ผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 31.35 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ 30.41 องศาเซลเซียส พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม 29.71 องศาเซลเซียส พื้นที่เกษตรกรรม 28.84 องศาเซลเซียส และพื้นที่น้ำ 27.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่เมืองที่มีโครงสร้างพื้นผิวที่ไม่สามารถซึมผ่านได้ เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์ มีแนวโน้มที่จะกักเก็บความร้อนได้สูงกว่าพื้นที่ที่มีลักษณะทางธรรมชาติ ซึ่งเอื้อต่อการคายระเหย และลดอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.86 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำกว่า ในขณะที่ดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิพื้นผิว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.89 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีสัดส่วนสิ่งปลูกสร้างสูงกว่าจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงกว่าอย่างชัดเจน ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับพื้นที่ เพื่อบรรเทาผลกระทบจากเกาะความร้อนในเขตเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : อุณหภูมิพื้นผิว การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดาวเทียมแลนด์แซท-8 เกาะความร้อนเมือง

¹ กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพมหานคร

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: kunakorn.homkhaow@gmail.com

วันที่รับบทความ 6 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 25 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

The Spatial Relationship between Land Surface Temperature and Land Use in Bangkok

Kunakorn Homkhaow^{1*}

ABSTRACT

This study aimed to analyze the relationship between land use types and land surface temperature (LST) derived from the analysis of Landsat-8 OLI/TIRS satellite data from February 14, 2024 (Path 129 Row 50 and Path 129 Row 51). The bands used for the analysis included Band 4 (Red) Band 5 (Near Infrared, NIR) Band 6 (Short-Wave Infrared, SWIR) and Band 10 (Thermal Infrared, TIRS). The analysis results revealed that community and built-up areas had the highest average temperature at 31.35°C, followed by miscellaneous areas at 30.41°C, vegetated areas at 29.71°C, agricultural areas at 28.84°C, and water bodies at 27.75°C, respectively. These findings reflect that urban areas characterized by impermeable surface structures, such as concrete and asphalt, tend to retain more heat than natural areas that facilitate evapotranspiration and reduce surface temperature. Furthermore, a statistically significant negative correlation was found between land surface temperature and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), with an average correlation coefficient of -0.86, indicating that areas with dense vegetation cover tend to have lower surface temperatures. Conversely, the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) showed a significant positive correlation with land surface temperature, with an average correlation coefficient of 0.89. This clearly suggests that areas with a higher proportion of built-up structures tend to have higher surface temperatures. The results of this study can be utilized as baseline information for land use planning and environmental management at the local level to effectively mitigate the urban heat island effect.

Keywords : surface temperature, land use types, landsat-8 satellite, urban heat island

¹ Land Use Analysis Group, Division of Land Use Policy and Planning, Department of Land Development, Bangkok (Thailand).

* Corresponding author e-mail: kunakorn.homkhaow@gmail.com

Received: May 6, 2025

Revised: Jun 25, 2025

Accepted: Jun 30, 2025

บทนำ

เมืองมีบทบาทสำคัญในฐานะศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมของโลกยุคปัจจุบัน โดยเป็นพื้นที่ที่มีการกระจุกตัวของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และโครงสร้างพื้นฐานอย่างหนาแน่น กรุงเทพมหานคร ในฐานะเมืองหลวงและศูนย์กลางความเจริญของประเทศไทย มีลักษณะเป็น "เอนนคร" (primate city) อย่างชัดเจน (Jones et al., 2025) โดยมีขนาดเศรษฐกิจและจำนวนประชากรที่มากกว่าเมืองใหญ่อันดับรองลงมาหลายเท่าตัว สถานะความเป็นศูนย์กลางดังกล่าว ดึงดูดประชากรจำนวนมากให้เข้ามาอยู่อาศัยและทำงาน ส่งผลให้กรุงเทพมหานครต้องเผชิญกับการเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งนำมาซึ่งความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อนและทวีความรุนแรงมากขึ้น (สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง, 2561)

การพัฒนาเมืองอย่างเข้มข้นมักส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมในหลากหลายมิติ หนึ่งในปรากฏการณ์สำคัญที่สะท้อนผลกระทบดังกล่าว และมีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นคือ "ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง" (urban heat island, UHI) ปรากฏการณ์นี้ หมายถึง การที่พื้นที่ในเขตเมืองมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณโดยรอบที่เป็นชนบท หรือพื้นที่ธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ (บุญยง รุจิโร, 2559) ถึงแม้ว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจะไม่ใช่อุบัติเหตุโดยตรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก แต่ก็นับว่าเป็นผลกระทบที่ซ้ำเติมปัญหา และมีปฏิสัมพันธ์กับสภาวะโลกร้อน ความเป็นเอนนครของกรุงเทพมหานคร ซึ่งหมายถึงความหนาแน่นของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และโครงสร้างพื้นฐานที่เข้มข้นกว่าเมืองอื่น ๆ ในประเทศอย่างมาก ยิ่งส่งผลให้ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างกว้างขวาง และการปล่อยความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic heat) มีความรุนแรงมากขึ้น (Pan et al., 2023) ด้วยเหตุนี้ ปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในกรุงเทพมหานครจึงมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบเป็นวงกว้างและรุนแรงกว่าพื้นที่อื่น ทำให้การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นี้ในบริบทของกรุงเทพมหานครมีความสำคัญ และความจำเป็นเร่งด่วน

กรุงเทพมหานครมีการเติบโตของประชากรอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากสถิติจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรที่มีมากกว่า 5.4 ล้านคนในปี พ.ศ. 2565 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาถึงประชากรแฝงที่เข้ามาทำงาน และใช้ชีวิตในเมืองหลวงแห่งนี้ (The Standard, 2023) การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ประกอบกับความต้องการที่อยู่อาศัย และการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ได้ขับเคลื่อนให้เกิดการขยายตัวของเมืองออกไปยังพื้นที่ชานเมืองอย่างรวดเร็ว (urbanization และ urban sprawl) โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามแนวเส้นทางการคมนาคมขนส่งสายหลัก และพื้นที่ที่มีการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ใหม่ ๆ สถานการณ์นี้สะท้อนว่า

กรุงเทพมหานครยังคงเป็นศูนย์กลางที่ดึงดูดการย้ายถิ่นฐาน และความต้องการที่อยู่อาศัยอย่างต่อเนื่อง (Khamwachirapitak & Weerarak, 2019)

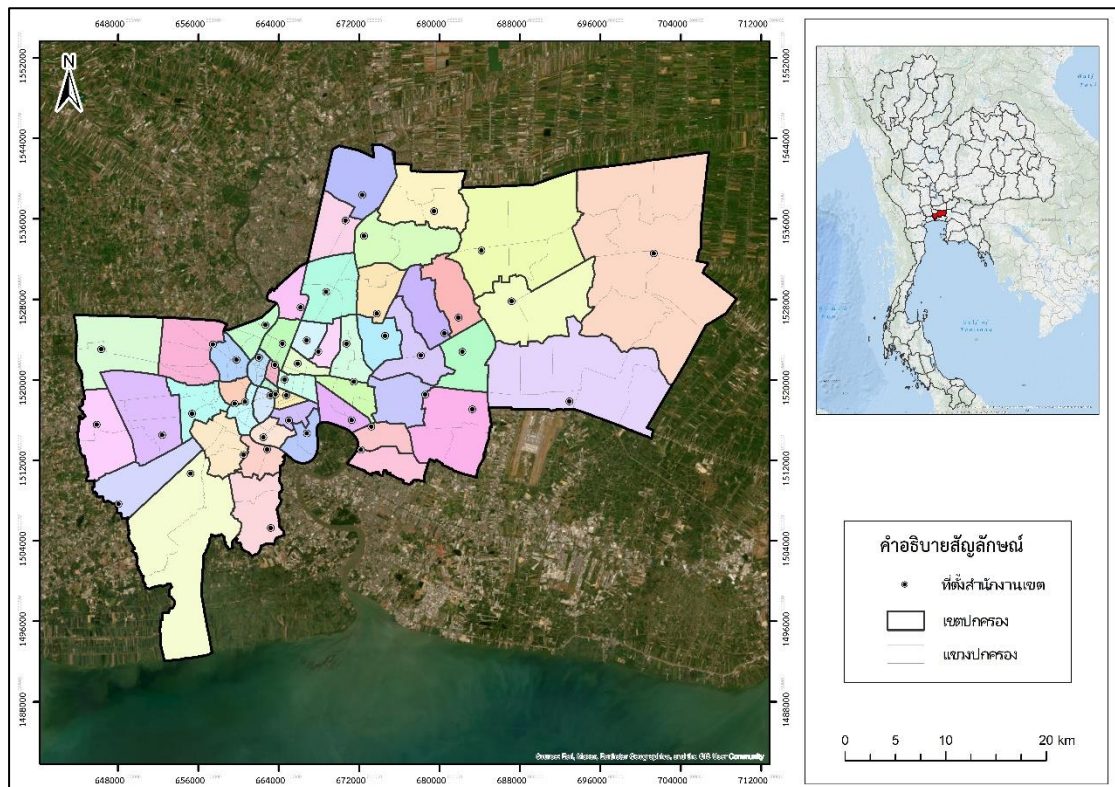
การขยายตัวของเมืองดังกล่าว ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use and land cover, LULC) อย่างมีนัยสำคัญ (รติมา จันทะโก, อลงกรณ์ อินทรักษา และสุธี จรรยาสุทธีวงศ์, 2565) พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ว่างเปล่า และพื้นที่สีเขียวตามธรรมชาติ ซึ่งเคยเป็นลักษณะเด่นของพื้นที่รอบนอก ถูกแทนที่ด้วยสิ่งปลูกสร้างประเภทต่าง ๆ ทั้งอาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์กรรม โรงงานอุตสาหกรรม ถนน และโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ (Iamtrakul, Padon, & Chayphong, 2024) กระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ใช่เพียงการเปลี่ยนประเภทการใช้ที่ดินบนแผนที่ แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นผิวโลก (Physical surface properties) โดยตรง วัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น คอนกรีตและแอสฟัลต์ มีคุณสมบัติในการดูดซับ และกักเก็บความร้อน แตกต่างจากพืชพรรณ และดิน สามารถสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีกว่า และมีกระบวนการคายน้ำ (evapotranspiration) ที่ช่วยระบายความร้อน และลดอุณหภูมิของพื้นผิว และอากาศโดยรอบ ในทางตรงกันข้าม คอนกรีตและแอสฟัลต์มีค่าอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedo) ต่ำกว่า และมีความสามารถในการนำความร้อน และเก็บกักความร้อนได้สูงกว่า ทำให้พื้นผิวเหล่านี้ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลากลางวัน และคายความร้อนออกมาอย่างช้า ๆ ในเวลากลางคืน (Pan et al., 2023) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของพื้นผิวประเภทต่าง ๆ จากการขยายตัวของเมือง จึงส่งผลกระทบต่อสมดุลพลังงาน (energy balance) ของพื้นที่ และเป็นกลไกพื้นฐานที่เชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิว และปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้มีความสนใจที่จะนำเอาเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล และเทคโนโลยีทางภูมิสารสนเทศ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองกรุงเทพมหานครร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีทางสเปกตรัม ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (normalized difference vegetation index, NDVI) และดัชนีความแตกต่างพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง (normalized difference built-up index, NDBI) เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีต่าง ๆ ซึ่งผลการศึกษาสามารถเป็นแนวทาง หรือประโยชน์ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร นำผลวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดผังเมืองรวมได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่ พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองหลวงและศูนย์กลางการปกครอง เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย มีขนาดพื้นที่ประมาณ 1,563.98 ตารางกิโลเมตร (977,491 ไร่) ซึ่งประกอบไปด้วย 50 เขตการปกครอง ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา มีความหลากหลายทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อุตสาหกรรม รวมถึงพื้นที่สีเขียว และพื้นที่เกษตรกรรมบางส่วน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา ครอบคลุมการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว และดัชนีทางสเปกตรัมที่สำคัญ ได้แก่ NDVI และ NDBI โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนี NDVI และ NDBI ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานคร ร่วมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว (land surface temperature, LST) กับ

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่าดัชนี NDVI และ NDBI โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS) และการวิเคราะห์ทางสถิติ

1.3 ขอบเขตเชิงเวลา ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2566 จากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS พ.ศ. 2567 ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 และข้อมูลภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ข้อมูลที่ใช้

2.1.1 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (satellite data) ซึ่งประกอบไปด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 OLI/TIRS พ.ศ. 2567 ของวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 Path129 Row50 และ Path129 Row51 ประกอบไปด้วยแบนด์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แบนด์ 4 จัดเก็บช่วงคลื่นสีแดง (Red) แบนด์ 5 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) แบนด์ 6 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR)

2.1.2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use data) ใช้ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2566 จากกรมพัฒนาที่ดิน โดยทำการจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดจากการสร้างขึ้นของมนุษย์ มีสิ่งปลูกสร้างเป็นสิ่งปกคลุมดินหลัก มีพืชพรรณปกคลุม หรือไม่มีก็ได้ เช่น ถนน ที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่เกษตรกรรม เป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร เช่น นาข้าว สวนผลไม้ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม เป็นพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยพืชชนิดต่าง ๆ ต้นไม้ พุ่มไม้ หญ้า และพืชพรรณอื่น ๆ เช่น ป่าไม้ ไม้ละเมาะ หรือพืชพรรณในสวนสาธารณะ พื้นที่น้ำ เป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของน้ำบนพื้นผิวโลก เช่น แม่น้ำ คลอง หรือบ่อน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ เป็นพื้นที่ที่ไม่ได้จัดอยู่ในประเภทที่ดินหลักอื่น ๆ เช่น พื้นที่กองวัสดุ พื้นที่ถม พื้นที่ดินเปิด (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2565)

2.2 การคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)

2.2.1 การวิจัยครั้งนี้ ใช้ประโยชน์จากข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature, ST) ที่มีอยู่ในชุดข้อมูล Landsat Collection 2 Level-2 โดยตรง ซึ่งข้อมูลนี้ได้ถูกจัดทำโดยสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USGS) โดยใช้อัลกอริทึม Single-Channel ที่มีการปรับแก้ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศ และค่าการแผ่รังสีของพื้นผิว (Emissivity) โดยใช้ข้อมูลจาก “ASTER” Global Emissivity Database (GED) แล้ว ซึ่งอยู่ในแบนด์ 10 จัดเก็บช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR)

2.2.2 การแปลงหน่วย ค่าของอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากผลิตภัณฑ์ Level-2 จะอยู่ในหน่วย digital number (DN) จึงต้องนำค่า DN แปลงค่ากลับไปเป็นค่าอุณหภูมิทางฟิสิกส์ที่แท้จริงซึ่งอยู่ใน

หน่วยเคลวิน (K) โดยใช้ค่าตัวคูณ (multiplicative rescaling factor) และค่าชดเชย (additive rescaling factor) ที่ระบุไว้ในไฟล์ Metadata ของข้อมูล และจากนั้นทำการแปลงเป็นหน่วยองศาเซลเซียสด้วยการลบด้วย 273.15 สูตรสำหรับการแปลงหน่วย สามารถใช้สมการที่ (1) (U.S. Geological Survey, 2024)

$$LST(^{\circ}C) = ((0.00341802 * Band\ 10) + 149.0) - 273.15 \quad (1)$$

2.3 การคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (NIR) และช่วงคลื่นแสงสีแดง (Red) ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดปริมาณความหนาแน่น และความสมบูรณ์ของพืชพรรณ โดยใช้สมการที่ (2)

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad (2)$$

2.4 การคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง คำนวณจากค่าการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) และช่วงใกล้อินฟราเรด (NIR) ใช้เป็นตัวชี้วัดความหนาแน่นของพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง หรือพื้นที่ผิวที่น้ำ โดยใช้สมการที่ (3)

$$NDBI = \frac{(SWIR - NIR)}{(SWIR + NIR)} \quad (3)$$

2.5 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และเชิงสถิติ

2.5.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการเชื่อมโยงค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้เครื่องมือ Zonal Statistics ในซอฟต์แวร์ทางภูมิสารสนเทศ เพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าสถิติอื่น ๆ ของค่าอุณหภูมิพื้นผิว ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) สำหรับพื้นที่แต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้โดยตรง

2.5.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) ใช้วิธีการทางสถิติอย่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) เพื่อวัดระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) และระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI)

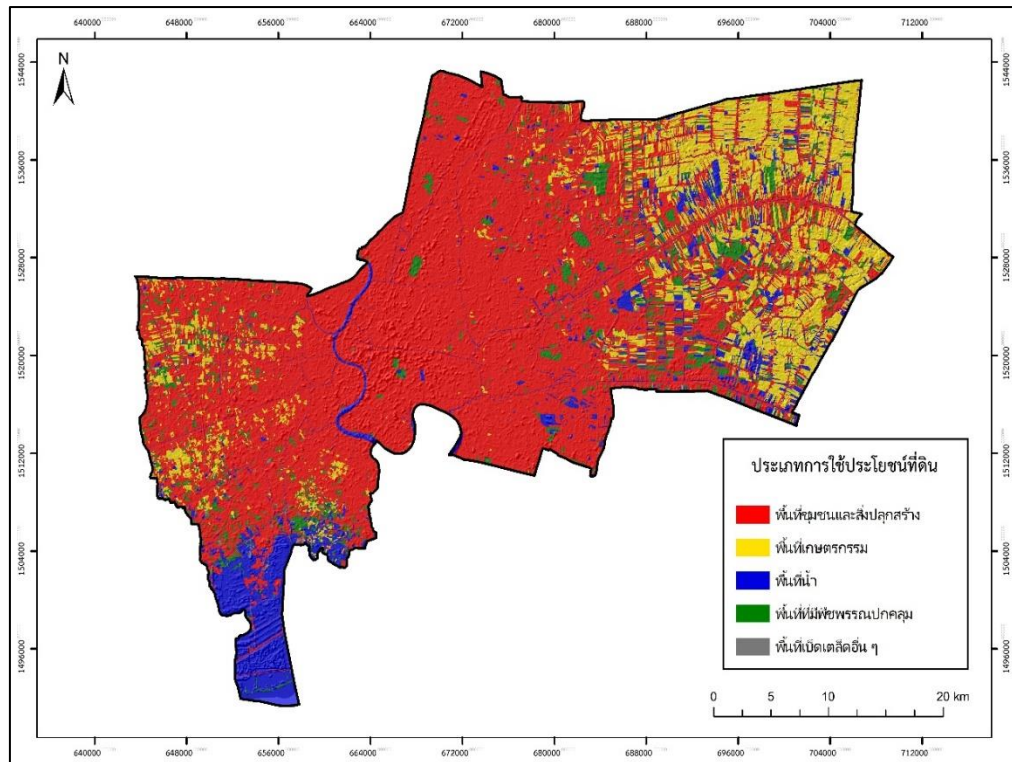
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 977,491 ไร่ สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 ผลพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งครอบคลุมเนื้อที่ 653,368 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66.84 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 160,904 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.46 ตามมาด้วย พื้นที่น้ำ ซึ่งมีเนื้อที่ 98,220 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 10.05 และพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม ซึ่งรวมถึงพื้นที่ป่าชายเลน สวนสาธารณะ หรือพื้นที่สีเขียวที่มีการปกคลุมของพืชพรรณ มีเนื้อที่ 60,696 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.21 สำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนน้อยที่สุด คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ มีเนื้อที่เพียง 4,303 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.44 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

ตารางที่ 1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

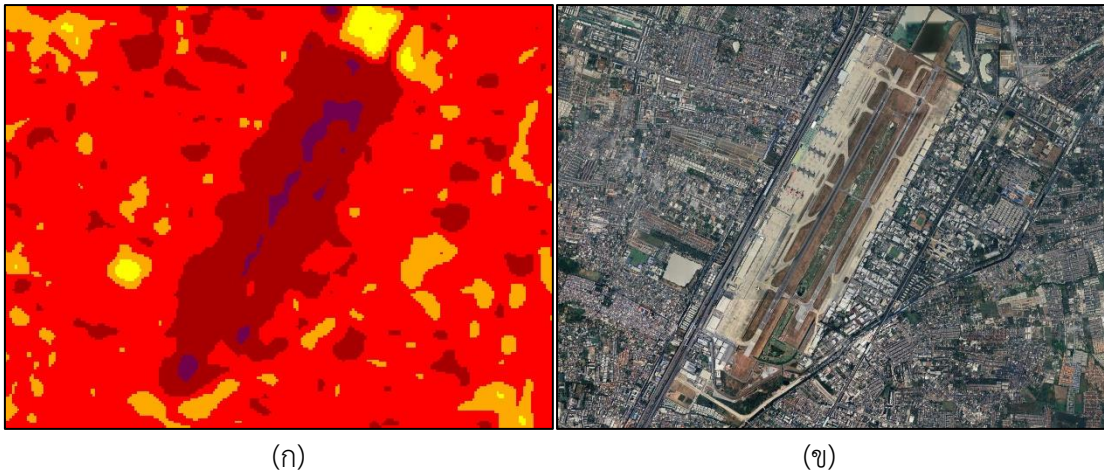
ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	653,368	66.84
พื้นที่เกษตรกรรม	160,904	16.46
พื้นที่น้ำ	98,220	10.05
พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม	60,696	6.21
พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	4,303	0.44
รวม	977,491	100.00



รูปที่ 2 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2566

2. อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

จากผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 เขตที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ เขตดอนเมือง ดังตารางที่ 2 โดยมีอุณหภูมิสูงถึง 39.50 องศาเซลเซียส ซึ่งพิกเซลของอุณหภูมิที่สูงของพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่บริเวณท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมือง ซึ่งพื้นที่โดยรวมส่วนใหญ่ของท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมืองจะเป็นสิ่งปลูกสร้างที่ประกอบไปด้วยตัวอาคาร ลานจอด และรันเวย์ขึ้นลงของเครื่องบิน ซึ่งเป็นสิ่งปลูกสร้างประเภทคอนกรีต จึงทำให้มีการสะสมของอุณหภูมิที่สูงมาก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3

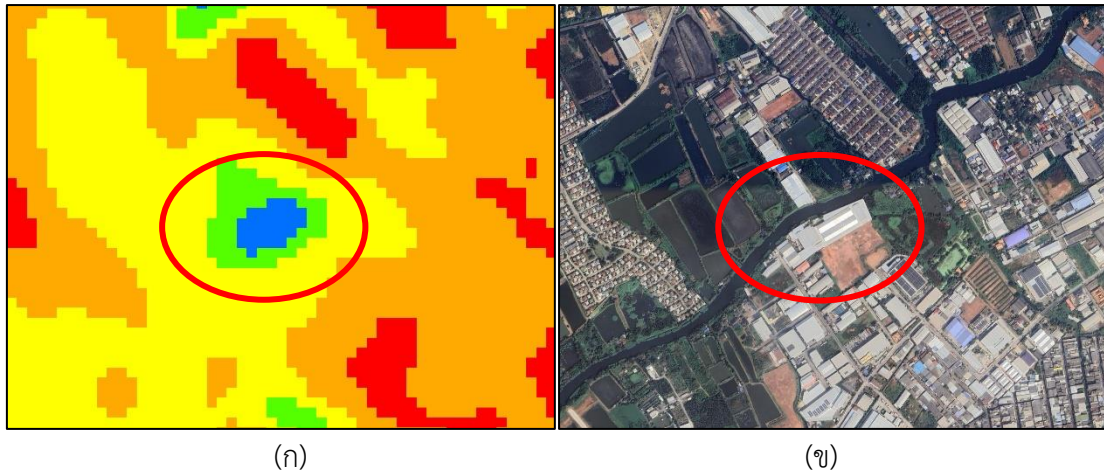


รูปที่ 3 บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณของท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมือง

(ก) ภาพจากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของดาวเทียม Landsat-8 วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

(ข) ภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

และเขตที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือ เขตราชบุรีบูรณะ โดยมีอุณหภูมิต่ำถึง 19.60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) ซึ่งพิกเซลของอุณหภูมิต่ำที่สุดของพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่บริเวณพื้นที่ลุ่มที่มีแหล่งน้ำและความชื้นอยู่ จึงทำให้พิกเซลของบริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น แต่จากภาพ Google Earth จะเห็นว่าพื้นที่บริเวณนี้ได้ถูกเปลี่ยนจากพื้นที่ลุ่มเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างแล้ว และจากที่สังเกตจากตัวหลังคาทำให้สันนิษฐานได้ว่าเป็นสิ่งปลูกสร้างที่เพิ่งสร้างขึ้นใหม่ เพราะเนื่องจากภาพจาก Google Earth มีการอัปเดตเป็นปัจจุบันแล้ว แต่ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นภาพที่ถ่ายเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 บริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด

(ก) ภาพจากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของดาวเทียม Landsat-8 วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

(ข) ภาพถ่ายจาก Google Earth โดยช่วงเวลาของภาพถ่ายเป็นเดือนมกราคม พ.ศ. 2568

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567

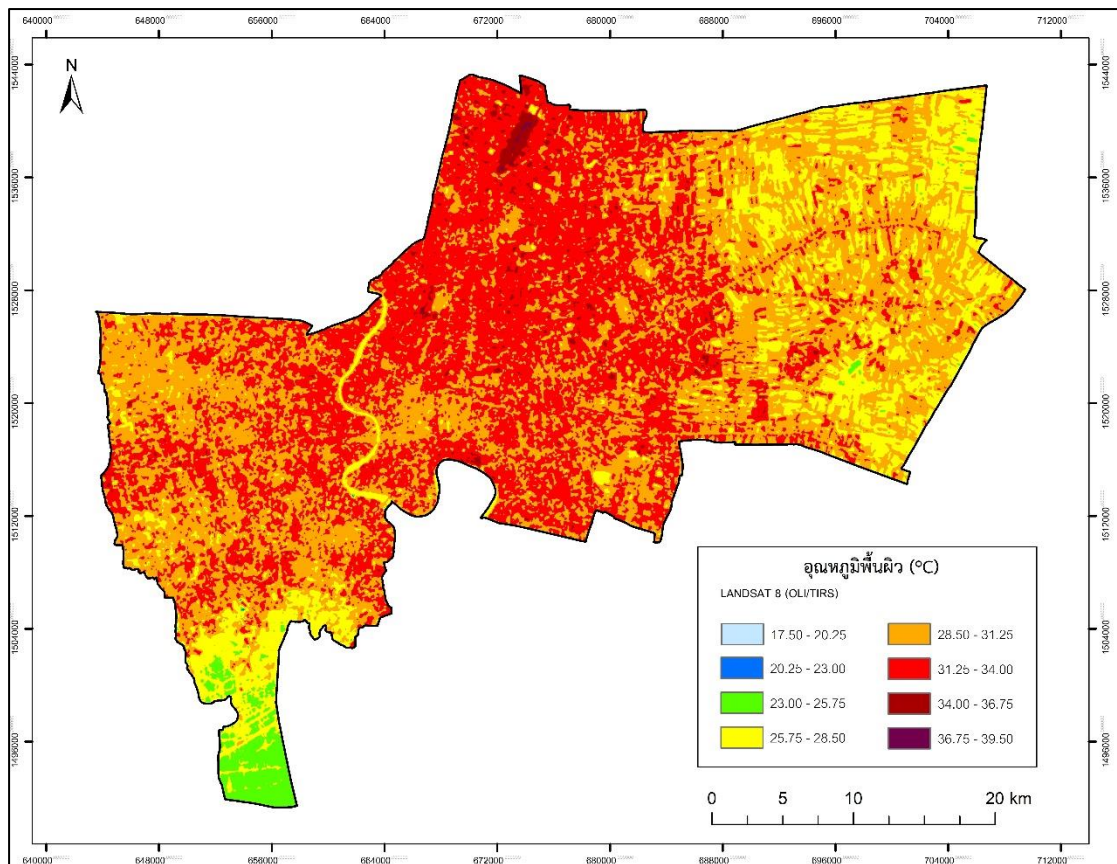
อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตพระนคร	25.58	34.42	30.00
เขตดุสิต	25.44	34.48	29.96
เขตหนองจอก	22.70	35.76	29.23
เขตบางรัก	26.15	32.44	29.30
เขตบางเขน	24.64	34.78	29.71
เขตบางกะปิ	24.85	36.22	30.54
เขตปทุมวัน	26.76	35.03	30.90
เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย	28.88	33.65	31.27
เขตพระโขนง	25.45	34.10	29.78
เขตมีนบุรี	25.16	36.14	30.65
เขตลาดกระบัง	22.14	36.74	29.44

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 (ต่อ)

อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตยานนาวา	22.46	35.12	28.79
เขตสัมพันธวงศ์	26.13	32.60	29.37
เขตพญาไท	26.72	33.79	30.26
เขตธนบุรี	25.45	34.91	30.18
เขตบางกอกใหญ่	26.04	34.12	30.08
เขตห้วยขวาง	25.28	36.66	30.97
เขตคลองสาน	25.49	33.41	29.45
เขตตลิ่งชัน	24.35	33.88	29.12
เขตบางกอกน้อย	25.65	35.83	30.74
เขตบางขุนเทียน	21.11	35.19	28.15
เขตภาษีเจริญ	26.18	34.80	30.49
เขตหนองแขม	22.78	35.75	29.27
เขตราษฎร์บูรณะ	19.60	36.53	28.07
เขตบางพลัด	25.42	34.44	29.93
เขตดินแดง	27.02	36.41	31.72
เขตบึงกุ่ม	23.44	34.49	28.97
เขตสาทร	25.64	36.12	30.88
เขตบางซื่อ	25.76	35.24	30.50
เขตจตุจักร	26.63	37.49	32.06
เขตบางคอแหลม	25.46	34.78	30.12
เขตประเวศ	22.50	36.23	29.37
เขตคลองเตย	24.50	36.66	30.58
เขตสวนหลวง	22.99	34.45	28.72

ตารางที่ 2 ตารางแสดงอุณหภูมิของแต่ละเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567 (ต่อ)

อุณหภูมิแบ่งตามเขตในกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567			
เขต	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
เขตจอมทอง	25.64	36.33	30.99
เขตดอนเมือง	25.51	39.50	32.51
เขตราชเทวี	26.90	34.31	30.61
เขตลาดพร้าว	25.73	35.81	30.77
เขตวัฒนา	26.39	33.25	29.82
เขตบางแค	23.30	35.20	29.25
เขตหลักสี่	26.09	34.72	30.41
เขตสายไหม	24.80	35.79	30.30
เขตคันนายาว	23.44	34.80	29.12
เขตสะพานสูง	25.51	34.46	29.99
เขตวังทองหลาง	25.55	35.25	30.40
เขตคลองสามวา	21.70	34.38	28.04
เขตบางนา	24.99	35.91	30.45
เขตทวีวัฒนา	25.09	37.01	31.05
เขตทุ่งครุ	22.91	35.38	29.15
เขตบางบอน	23.92	35.37	29.65



รูปที่ 5 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2567

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีต่าง ๆ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่แบบแบ่งโซน (zonal statistics) ยืนยันความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและค่าอุณหภูมิพื้นผิว โดยพบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงถึง 31.35 องศาเซลเซียส ในพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง รองลงมาคือ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่น้ำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.41 29.71 28.84 และ 27.75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สิ่งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ที่มีส่วนประกอบไปด้วยสิ่งปลูกสร้างประเภทต่าง ๆ มีส่วนทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่เมืองส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากพื้นผิวที่ไม่สามารถซึมผ่านได้ เช่น หิน โลหะ และคอนกรีต ซึ่งมีการระเหยที่ต่ำ ในขณะที่เดียวกัน พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่น้ำ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำกว่าพื้นที่เมือง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความสามารถของพื้นผิวในการซึมผ่านของน้ำลงไปในดินได้ดีกว่าพื้นที่เมือง อีกทั้งมีการคายระเหย และมีความหนาแน่นของพืชพรรณอยู่จึงทำให้มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย

ที่ต่ำกว่าพื้นที่เมือง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี รตโนภาส สุวรรณลี และคณะ (2564) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการใช้ที่ดินที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวพบว่า ปรากฏการณ์อุณหภูมิอยู่บริเวณตัวเมืองที่มีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศสูงสุด ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งคือบริเวณพื้นที่สนามบิน สถานที่ราชการ ซึ่งวัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่เป็นประเภทคอนกรีต อิฐ เหล็ก ซึ่งสามารถดูดซับพลังงานจากดวงอาทิตย์ไว้ ส่วนบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ และแหล่งน้ำ มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบริเวณที่มีสิ่งปลูกสร้างปกคลุมดิน อันเนื่องมาจากแหล่งน้ำ และความหนาแน่นของต้นไม้ ที่สามารถป้องกันการสะสมความร้อนบนพื้นผิวจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

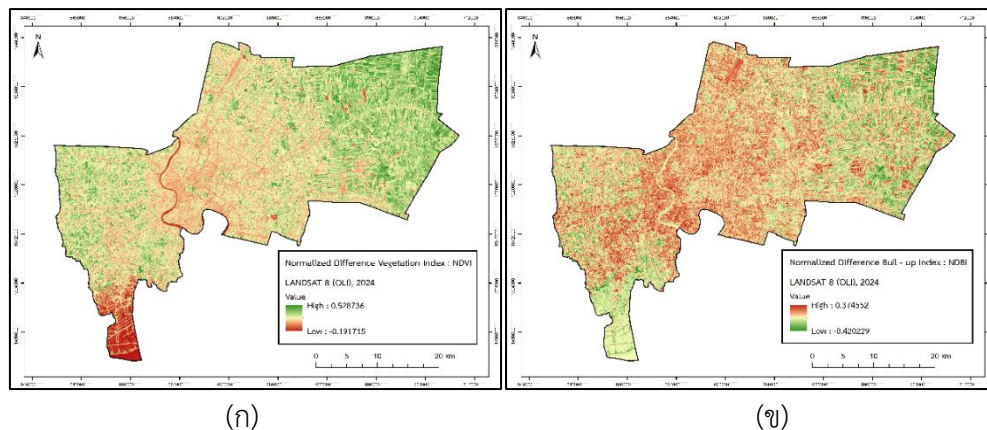
ตารางที่ 3 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกับอุณหภูมิพื้นผิว

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย (°C)
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	31.35
พื้นที่เกษตรกรรม	28.84
พื้นที่น้ำ	27.75
พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม	29.71
พื้นที่เปิดเตล็ดอื่น ๆ	30.41

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีทางสเปกตรัม (NDVI และ NDBI)

อุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) พบความสัมพันธ์เชิงลบ (negative correlation) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว และดัชนีความแตกต่างพืชพรรณอย่างสม่ำเสมอ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก โดยมีค่าเท่ากับ -0.86 ซึ่งบ่งชี้ว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นกว่า หรือค่า NDVI สูง จะมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.75

อุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) พบความสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation) ที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้างอย่างชัดเจน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก โดยมีค่าเท่ากับ 0.89 ซึ่งแสดงว่าพื้นที่ที่มีสัดส่วนของสิ่งปลูกสร้าง หรือพื้นผิวที่ราบสูงกว่า ซึ่งจะมีค่า NDBI สูง จะมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.80 ดังแสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7

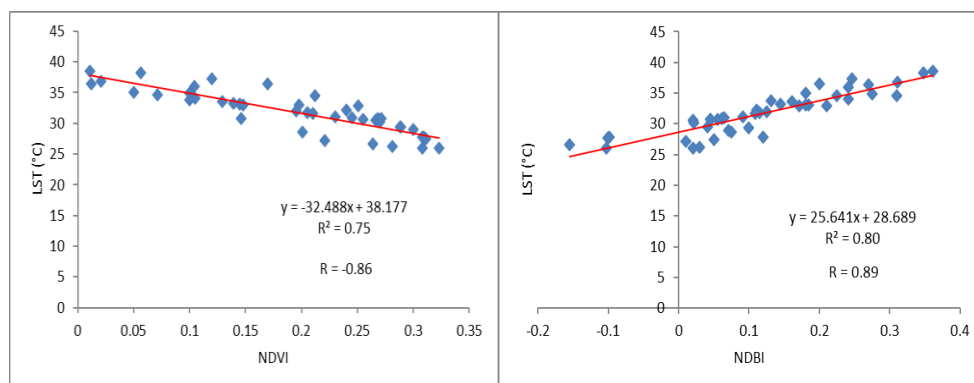


(ก)

(ข)

รูปที่ 6 แผนที่แสดงค่าดัชนีเชิงสเปกตรัม

(ก) ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (ข) ดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง



(ก)

(ข)

รูปที่ 7 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

(ก) อุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ

(ข) อุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีความแตกต่างสิ่งปลูกสร้าง

สรุปผล

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของทุกเขตในกรุงเทพมหานคร พบว่า อุณหภูมิสูงสุดจะเป็นพื้นที่ของชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นตึก อาคาร ที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่ชุมชนหนาแน่น ส่วนพื้นที่ที่มีอุณหภูมิที่ต่ำสุด ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งน้ำ และพื้นที่ที่มีต้นไม้ หรือพืชพรรณปกคลุม เช่น สวนสาธารณะ ตามลำดับ ซึ่งสิ่งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันกับประเภทของการใช้

ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะพื้นที่เมืองที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงที่สุด เนื่องจากเกิดจากการสะสมความร้อนของผิววัสดุสิ่งปลูกสร้างที่มีคุณสมบัติดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์ โดยความร้อนส่วนใหญ่เกิดจากการที่มีชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของตัวอาคาร อีกทั้งพื้นที่เมืองในกรุงเทพมหานครมีอาคารสูง ทำให้มีการบังลม ซึ่งทำให้ไม่เกิดความเย็นจากการพาความร้อน (convection) รวมทั้งความร้อนที่ปล่อยออกจากเครื่องปรับอากาศของอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมทำให้ความสมดุลของพลังงาน (energy balance) ในเขตเมืองเปลี่ยนแปลงไป

ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิว (LST) กับค่าดัชนีทางสเปกตรัม ได้แก่ NDVI และ NDBI พบว่า ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนี NDBI ซึ่งดัชนีตัวนี้เป็นค่าดัชนีที่เกี่ยวกับพื้นที่เมืองโดยตรง ในขณะที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนี NDVI ซึ่งก็ไปสัมพันธ์กันกับอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่อุณหภูมิที่มีค่าที่สูงจะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากมีความหนาแน่นของสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ อีกทั้งมีอาคารที่มีลักษณะอาคารที่ชิดติดกัน มีความแออัดกันของอาคาร ทำให้มีการสะสมของอุณหภูมิที่สูง ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเกษตรกรรม หรือพื้นที่อื่น ๆ ที่มีพืชพรรณปกคลุม จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า อันเนื่องมาจากเป็นพื้นที่ที่มีการคายระเหยของอุณหภูมิได้ดีกว่า และมีสัดส่วนของพืชพรรณปกคลุมอยู่สูง ดังจะเห็นได้จากที่ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI จะมีค่าที่สูงในพื้นที่ที่มีค่าอุณหภูมิที่ต่ำ

ซึ่งจากการสะสมของอุณหภูมิที่สูงของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างนี้ อาจส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อน หรือเกาะความร้อนเหนือพื้นที่เมือง เป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของบรรยากาศเหนือเมืองมีค่าสูงกว่าพื้นที่รอบนอกเมือง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดในพื้นที่เขตเมืองใหญ่ โดยเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยอากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชนเมืองที่มีตึกสูง และอาคารบ้านเรือนตั้งอยู่หนาแน่นเป็นจำนวนมาก มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณพื้นที่ชนบทโดยรอบที่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ป่าไม้ พืชพรรณเป็นส่วนใหญ่

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพื่อติดตามตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิว (LST) และความรุนแรงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (UHI) อย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง การติดตามนี้จะช่วยประเมินการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองตามกาลเวลา และวัดประสิทธิภาพของมาตรการบรรเทาผลกระทบที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และจากผลการศึกษาสามารถเป็นแนวทาง หรือประโยชน์ให้กับ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมืองกรุงเทพมหานคร สามารถนำผลการวิจัยและวิธีการเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ในการจัดผังเมืองรวมได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สามารถเสร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2565). **คำนิยามข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน**. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2568, จาก <https://webapp.ddd.go.th/lpd/LandUseconditions.php>
- บุญยง รุธิโรโก. (2559). การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อน. **วารสารวิจัย มสค สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 9(3), 145–162.
- รติมา จันทะโก, อลงกรณ์ อินทรักษา และสุธี จรรยาสุทวิวงศ์. (2565). รูปแบบการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีศึกษา ตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, 25(1), 50–63.
- สาวิตรี รตโนภาส สุวรรณลี, จตุรงค์ สมอาจ, กันตพิชญ์ เชียรประโคน, นิรัตน์ นวลหงส์ และสนธยา รัตนทิพย์. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ที่ดินด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา อำเภอเมืองอุดรธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 26(1), 180–199.
- สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง. (2561). **แนวนโยบายการขยายตัวของที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พ.ศ. 2556–2560**. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2568, จาก <https://webportal.bangkok.go.th>
- Jones, N. K. W., Acero, J. A., & Moeller, P. (2025). **Shaping a Cooler Bangkok: Tackling Urban Heat for a More Livable City (English)**. Washington, DC: The World Bank. Retrieved March 13, 2025, from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099032525024532810/pdf/P181082-9cc5dd2a-bc60-49ed-a145-c3a8621dc1f4.pdf>

- Khamwachirapitak, P., & Weerarak, A. (2019). Factors Affecting the Land Use Changes along Charansanitwong Road in Bangkok Noi District, Bangkok. **Asian Creative Architecture, Art and Design**, 29(2), 1 – 18. Retrieved March 14, 2025, from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/archkmitl/article/view/199197>
- Pan, L., Lu, L., Fu, P., Nitivattananon, V., Guo, H., & Li, Q. (2023). Understanding spatiotemporal evolution of the surface urban heat island in the Bangkok metropolitan region from 2000 to 2020 using enhanced land surface temperature. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, 14(1). Retrieved March 14, 2025, from <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2174904>
- The Standard. (2023). เปิดสถิติประชากรไทยปี 2565 คนไทยในวัยทำงานกำลังหดตัว ประชากรสูงวัยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว. ค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2568, จาก <https://thestandard.co/thailand-demographics-2565/>
- U.S. Geological Survey. (2024). **Landsat 8-9 Collection 2 Level 2 Science Product Guide**. Retrieved March 14, 2025, from https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/files/LSDS-1619_Landsat8-9-Collection2-Level2-Science-Product-Guide-v6.pdf

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง

สุชาวดี ท้วมจันทร์^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง โดยศึกษาการใช้โปรตีนสกัดจากพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตา และโปรตีนสกัดจากข้าว ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9-point hedonic scale พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยน้ำนมถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ ผงโกโก้ น้ำเชื่อม และส่วนผสมอื่นซึ่งเป็นสูตรลับของทางบริษัท ในปริมาณร้อยละ 91.188 5.500 และ 3.312 ตามลำดับ ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก (7.82 ± 0.85) โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด 30.415 กรัมต่อ 350 มิลลิตร ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่บริษัทตั้งไว้ คือ ไม่น้อยกว่า 30 กรัมต่อ 1 ขวด

คำสำคัญ : น้ำนมถั่วเหลือง โปรตีนสูง โปรตีนสกัดจากพืช

¹ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท โจ้วเจิ้งจวน จำกัด

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: th.suchawadee@gmail.com

วันที่รับบทความ 4 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

Development of High Protein Chocolate Flavored Soy Milk

Suchawadee Thoumchan^{1*}

ABSTRACT

This research aimed to develop high protein chocolate flavored soy milk product by studying the use of three different plant-based protein: soy protein isolate, pea protein isolate, and rice protein isolate. The results from sensory analysis using the 9-point hedonic scale test showed that the most suitable formula consisted of soy milk, soy protein isolate and other ingredients including cocoa powder, syrup and other ingredients which are the company's secret recipe in the amount of 91.188, 5.500 and 3.312 percent, respectively, and received an overall acceptance score at the level of liking very much (7.82 ± 0.85). The finished product contained a total protein content of 30.415 grams per 350 ml, which was in accordance with the company's criteria, that is no less than 30 grams per bottle.

Keywords : soy milk, high protein, plant-based protein

¹ Department of Product Research and Development, Wgow Jeng Ngoun Co., Ltd.

* Corresponding author e-mail: th.suchawadee@gmail.com

Received: Jun 4, 2025

Revised: Jun 29, 2025

Accepted: Jun 30, 2025

บทนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ ร่างกายต้องการโปรตีนในการสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมถึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในเอนไซม์ ฮอร์โมน และแอนติบอดี ช่วยให้ระบบการทำงานของร่างกายทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ ปริมาณโปรตีนที่แนะนำให้บริโภคสำหรับผู้ใหญ่ทั้งชายและหญิง คือ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563) แหล่งของโปรตีนในอาหารส่วนใหญ่พบในเนื้อสัตว์ ไข่ ถั่ว และเมล็ดธัญพืช แม้ว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์มีกรดอะมิโนจำเป็นทุกชนิดที่ร่างกายต้องการ แต่การบริโภคเนื้อสัตว์มักได้รับผลกระทบจากไขมันและคอเลสเตอรอลที่มาพร้อมกับเนื้อสัตว์ โปรตีนจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยมเพิ่มขึ้น โดยมีงานวิจัยพบว่าการบริโภคโปรตีนจากพืชช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเมตาบอลิซึมหลายชนิด เช่น เบาหวาน โรคมะเร็ง และโรคหัวใจ (Kumar et al., 2022)

โปรตีนสกัดแบบไอโซเลท (protein isolate) คือ โปรตีนที่ผ่านกระบวนการสกัดแยกไขมันและคาร์โบไฮเดรตออกไปจนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นของโปรตีนสูง กล่าวคือมีปริมาณโปรตีนต่อหนึ่งหน่วยบริโภคสูงกว่าแหล่งอาหารโปรตีนตามธรรมชาติ ชนากานต์ มณฑาทิพย์กุล (2566) อธิบายว่ากระบวนการสกัดโปรตีนมีหลายวิธี เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ การสกัดด้วยวิธีทางกายภาพ และการสกัดด้วยเอนไซม์หรือการใช้หลายกระบวนการร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดโปรตีน ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารได้มากขึ้น โดยใช้ทดแทนวัตถุดิบบางชนิดในสูตรอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ หรือปรับปรุงคุณลักษณะของอาหารโดยอาศัยคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน เช่น ความสามารถในการเกิดเจล การละลาย การเกิดโฟม ความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นต้น ปัจจุบัน โปรตีนสกัดแบบไอโซเลทเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการใช้เป็นแหล่งโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไปรวมถึงผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่สามารถรับประทานโปรตีนจากอาหารได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน ผู้ต้องการควบคุมปริมาณโปรตีน เช่น นักกีฬา นักเล่นกล้าม ผู้ควบคุมน้ำหนัก หรือผู้สูงอายุ ที่รับประทานอาหารได้น้อยลงตามสภาพ ได้รับปริมาณโปรตีนเพียงพอกับความต้องการ โดยเฉพาะผู้ที่เน้นการสร้างกล้ามเนื้อจะต้องบริโภคโปรตีนในปริมาณที่มากกว่าคนปกติ โดยเฉลี่ยประมาณ 2 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ได้รับโปรตีนอย่างเพียงพอคือการบริโภคเครื่องดื่มโปรตีนสูง เนื่องจากบริโภคได้ง่าย ดูดซึมง่าย และนำไปใช้ประโยชน์ได้เร็ว (ศศิธร นาคทอง และสุดาพร พรหมปลูก, 2560) โดยผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ โปรตีนสกัดจากนมหรือโปรตีนเวย์ อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้บริโภคที่ไม่สามารถทานโปรตีนสกัดจากนมได้ เนื่องจากแพ้แลคโตสในนม หรือผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัต จึงมีการผลิตโปรตีนสกัดจากพืช (plant-based protein) เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลันเตา และข้าว เป็นต้น

ปัจจุบัน ตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมโปรตีนสูงเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องจากกระแสความรักสุขภาพ ดังจะเห็นได้จากข้อมูลจากศูนย์วิจัยกสิกรไทยที่คาดว่ามูลค่าตลาดโปรตีนทางเลือกจากนวัตกรรมอาหารใหม่ปี 2024 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 3.2% โดยเฉพาะในกลุ่มเครื่องดื่มมีแนวโน้มเติบโตขึ้น 6.1% จากราคาต่อหน่วยที่เข้าถึงง่ายและความนิยมในการประยุกต์เป็นส่วนผสมของเมนูเครื่องดื่มสำหรับคนรักสุขภาพ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2567) งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาสูตรนมถั่วเหลืองเสริมโปรตีนสกัดแบบไอโซเลทจากพืช โดยใช้สูตรต้นแบบจากนมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตนำมาศึกษาชนิดของโปรตีนสกัดจากพืช 3 ชนิด ได้แก่ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (soy protein isolate) โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตา (pea protein isolate) และโปรตีนสกัดจากข้าว (rice protein isolate) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทางบริษัทกำหนดให้มีปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ 30 กรัมต่อ 1 ขวด (350 มิลลิลิตร)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง

การเตรียมผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง โดยนำผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองสูตรพื้นฐานของบริษัท ประกอบด้วยนมถั่วเหลือง ผงโกโก้ น้ำเชื่อม (sweetener syrup mix) และส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งเป็นสูตรลับของทางบริษัท นำมาเติมโปรตีนสกัดจากพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด โดยแต่ละชนิดมีร้อยละของโปรตีนแตกต่างกัน คือ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 90 โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 85 และโปรตีนสกัดจากข้าวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 80

คำนวณปริมาณโปรตีนในส่วนผสมนมถั่วเหลืองที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.50 และปริมาณโปรตีนตั้งต้นจากส่วนผสมอื่น ๆ (2.45 กรัมในผลิตภัณฑ์ 350 มิลลิลิตร) โดยกำหนดให้ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (finished product) ต้องไม่น้อยกว่า 30 กรัมต่อขวดขนาดบรรจุ 350 มิลลิลิตร และให้ปริมาณส่วนผสมอื่น ๆ คงที่ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่เหมือนกันทุกสูตร ปริมาณส่วนผสมของสูตรต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรในการผลิตนํ้านมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละโดยน้ำหนัก, % w/w)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
นํ้านมถั่วเหลือง	91.188	91.188	90.688
soy protein isolate (90% protein)	5.500	-	-
pea protein isolate (85% protein)	-	5.500	-
rice protein isolate (80% protein)	-	-	6.000
ผงโกโก้ นํ้าเชื่อม และส่วนผสมอื่น ๆ	3.312	3.312	3.312

ทำการผสมส่วนผสมแต่ละสูตรให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ (kuchef food processor, 300W) โดยปั่นเป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 4 รอบ จนผงโปรตีนละลายเข้ากันดีในนํ้านมถั่วเหลือง แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยการตุ๋นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที นำไปบรรจุขณะร้อน (hot fill) ในขวดพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) ขนาดบรรจุ 350 มิลลิลิตร แช่นํ้าเย็นจัดทันทีเพื่อลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว จากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส สำหรับนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป

2. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์นํ้านมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูงทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 5 หมายถึง รู้สึกเฉย ๆ และคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และ Duncan's new multiple range test (DMNRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์สูตรที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 2 ไปตรวจวิเคราะห์ค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด ที่ห้องปฏิบัติการเอกชน บริษัท เคมแล็บ เซอร์วิสเชส (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยวิธี AOAC Official Method 991.20 Nitrogen (Total) in Milk

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนสกัดจากพืชที่ต้องเติมลงไปทดแทนปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองในสูตรใช้สมการ ดังนี้

$$x + y = 96.688 \quad (1)$$

$$3.5 (0.035x + ptn. y) + 2.45 \geq 30 \quad (2)$$

สมการที่ (1) แสดงปริมาณของน้ำนมถั่วเหลือง (x) รวมกับปริมาณโปรตีนสกัดจากพืช (y) เท่ากับร้อยละ 96.688 เนื่องจากมีส่วนผสมอื่น ๆ อยู่ที่ร้อยละ 3.312

สมการที่ (2) แสดงปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (350 มิลลิลิตร) ต้องไม่น้อยกว่า 30 กรัม โดยตัวแปร ptn คือ ปริมาณร้อยละของโปรตีนในโปรตีนสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ และค่าคงที่ 2.45 คือ ปริมาณโปรตีนตั้งต้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มาจากส่วนผสมอื่น ๆ ในสูตร

ทั้งนี้ ทางบริษัทกำหนดปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ 30 กรัมต่อ 1 ขวด (350 มิลลิลิตร) เพื่อให้สอดคล้องกับเครื่องต้มนมถั่วเหลืองโปรตีนสูงยี่ห้ออื่น ๆ ในท้องตลาด และเป็นไปตามหลักเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลาก ตามบัญชีหมายเลข 4 ท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 445) พ.ศ. 2566 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่อง ฉลากโภชนาการ ซึ่งระบุว่าผลิตภัณฑ์ที่จะกล่าวอ้างว่ามี “ปริมาณโปรตีนสูง” จะต้องมีความโปรตีนต่อปริมาณที่กินได้ต่อครั้งที่แสดงบนฉลาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของค่าอ้างอิงสารอาหารต่อวันสำหรับคนไทย (Thai Reference Daily Intakes: Thai RDIs) ซึ่งข้อมูลจากสำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2563) ระบุว่าปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับประจำวันสำหรับกลุ่มผู้ใหญ่ เพศชาย ช่วงอายุ 19-60 ปี อยู่ที่ 60-61 กรัมต่อวัน และกลุ่มผู้ใหญ่ เพศหญิง ช่วงอายุ 19-60 ปี อยู่ที่ 52-53 กรัมต่อวัน นั้นหมายความว่ากล่าวอ้างว่ามี “ปริมาณโปรตีนสูง” บนฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ขนาดบรรจุ 350 มิลลิลิตร จะต้องมีความโปรตีนในผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 12.2 กรัม

จากสมการที่ (1) และสมการที่ (2) สามารถคำนวณได้ปริมาณโปรตีนสกัดจากพืชที่ต้องเติมลงไป ดังนี้ โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วลิสง และโปรตีนสกัดจากข้าว ที่ร้อยละ 5.19 5.51 และ 5.87 ตามลำดับ แต่เพื่อให้สะดวกต่อการชั่งปริมาณโปรตีนสกัดจึงปรับเป็นร้อยละ 5.50 5.50 และ 6.00 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการคำนวณปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูงทั้ง 3 สูตร โดยใช้สมการที่ (2) จากปริมาณส่วนผสมในสูตรดังตารางที่ 1 พบว่า สูตร 1 (โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง) สูตร 2 (โปรตีนสกัดจากถั่วลิสง) และสูตร 3 (โปรตีนสกัดจากข้าว) มีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 30.94 29.98 และ 30.35 กรัมต่อ 350 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์น้ำมันถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง ทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

คุณลักษณะ	สูตร		
	สูตร 1 โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง	สูตร 2 โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตา	สูตร 3 โปรตีนสกัดจากข้าว
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.60±0.73	7.52±0.81	7.56±0.88
สี ^{ns}	7.34±0.87	7.30±0.95	7.28±1.18
กลิ่น	7.58±1.13 ^a	6.74±1.16 ^c	7.08±0.83 ^b
รสชาติ	7.70±1.16 ^a	7.14±1.34 ^b	6.82±1.08 ^b
เนื้อสัมผัส	7.42±0.97 ^a	6.08±1.37 ^b	6.50±1.25 ^b
ความชอบโดยรวม	7.82±0.85 ^a	6.84±0.99 ^b	6.88±0.89 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มเหมือนกันจากปริมาณผงโกโก้ที่เท่ากันทุกสูตร ในด้านกลิ่นทุกสูตร ได้คะแนนความชอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตร 1 (โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง) ได้คะแนนความชอบสูงสุด และสูตร 2 (โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตา) ได้คะแนนความชอบต่ำที่สุด อาจเนื่องมาจากโปรตีนสกัดจากถั่วลันเตามีกลิ่นเฉพาะตัวซึ่งไม่เข้ากับกลิ่นของน้ำมันถั่วเหลือง ผู้บริโภครู้สึกว่าการกลิ่นของผลิตภัณฑ์ผิดแปลกไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shanthakumar et al. (2022) ที่กล่าวว่า เครื่องดื่มที่มีโปรตีนจากถั่วลันเตามีกลิ่นรสที่แรงซึ่งอาจเกี่ยวกับการออกซิเดชันของไขมันในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน

สำหรับคะแนนความชอบในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส สูตร 1 (โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง) ได้คะแนนความชอบสูงกว่าสูตร 2 (โปรตีนสกัดจากถั่วลันเตา) และสูตร 3 (โปรตีนสกัดจากข้าว) อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของสูตร 1 (โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง) สูงกว่าทั้งสองสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญด้วย ดังนั้น สูตรที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

จากงานวิจัยนี้ คือ สูตรที่เติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โดยได้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก (7.82 ± 0.85)

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์สูตรที่เติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง พบว่ามีปริมาณโปรตีนที่ 8.69 กรัมต่อ 100 มิลลิตร หรือเท่ากับมีปริมาณโปรตีนที่ 30.415 กรัมต่อ 350 มิลลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากปริมาณโปรตีนต่าง ๆ ในส่วนผสม คือ 30.94 กรัมต่อ 350 มิลลิตร และเป็นไปตามเกณฑ์ที่บริษัทตั้งไว้ คือ ไม่น้อยกว่า 30 กรัมต่อ 1 ขวด ซึ่งเป็นปริมาณที่พบในผลิตภัณฑ์คล้ายคลึงกันในท้องตลาด

สรุปผล

สูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรสช็อกโกแลตสูตรโปรตีนสูง ประกอบด้วย น้ำนมถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง และส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ ผงโกโก้ น้ำเชื่อม และส่วนผสมอื่นซึ่งเป็นสูตรลับของทางบริษัท ในปริมาณร้อยละ 91.188 5.500 และ 3.312 ตามลำดับ ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก (7.82 ± 0.85) โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมด 30.415 กรัมต่อ 350 มิลลิตร

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- ชนากานต์ มณฑาทิพย์กุล. (2566). โปรตีนเข้มข้นจากโครงไก่: การเตรียมและการใช้ในผลิตภัณฑ์
 นกเก็ต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่ออุตสาหกรรม).
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2563). ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับ
 ประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.วี. โปรเกรสซีฟ.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 445. (2566). ฉลากโภชนาการ. ค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2568, จาก
<https://food.fda.moph.go.th/media.php?id=583907023645712384&name=P445.pdf>
- ศศิธร นาคทอง และสุดาพร พรหมปลูก. (2560). มารูจักกับเครื่องดื่มเพื่อคนรักสุขภาพ เครื่องดื่ม
 โปรตีนสูง. เกษตรกรรม. 4 (20), หน้า 17-18.

- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2567). ปี 2024 คาดมูลค่าตลาดโปรตีนทางเลือกจากนวัตกรรมอาหารใหม่โต 3.2% กลุ่มเครื่องดื่มยังโตกว่ากลุ่มอาหาร. ค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2568, จาก <https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/Alt-Proteins-CIS3520-FB-27-09-24.aspx>
- Kumar M. et al. (2022). Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications. **Food Hydrocolloids**, Vol. 123, February 2022, 106986. Retrieved May 4, 2025, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X21004021>
- Shanthakumar, P., Klepacka, J., Bains, A., Chawla, P., Dhull, S.B. and Najda, A. (2022). The current situation of pea protein and its application in the food industry, **Molecules**, 27 (16), Retrieved May 4, 2025, from <https://doi.org/10.3390/molecules27165354>

การพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ทศพล เจริญพรดีงาม^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของพนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่รับชมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี มีประสิทธิภาพโดยได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก (4.38 ± 0.423) โดยมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ อยู่ในระดับมาก (4.46 ± 0.420) และ 2) ผลการประเมินระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้รับชมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี อยู่ในระดับมากที่สุด (4.51 ± 0.499) และความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ อยู่ในระดับมาก (4.50 ± 0.499) สรุปได้ว่าระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและความพึงพอใจผ่านเกณฑ์

คำสำคัญ : ระบบประชาสัมพันธ์ พัฒนาระบบ

¹ ศูนย์คอมพิวเตอร์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: tossapol.c@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 1 พฤษภาคม 2568

วันที่แก้ไขบทความ 28 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

The Development of Public Relations System of Dhonburi Rajabhat University

Tossapol Charoenporndeengam^{1*}

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) develop a public relations system of Dhonburi Rajabhat University and 2) study the satisfaction of support staff, academic staff, and students of Dhonburi Rajabhat University who had viewed the public relations. The research findings revealed that 1) the public relations system of Dhonburi Rajabhat University was efficient as rated by experts at a high level (4.38 ± 0.423) along with the satisfaction on the use of the system at a high level (4.46 ± 0.420) and 2) the evaluation results of the public relations system from those who viewed the system was at the highest level (4.51 ± 0.499) along with the satisfaction on the use of the system at a high level (4.50 ± 0.499). In conclusion, the developed public relations system of Dhonburi Rajabhat University was both effective and met satisfaction criteria.

Keywords : public relations system, system development

¹ Computer Center, Office of Academic Resources and Information Technology, Dhonburi Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: tossapol.c@dru.ac.th

Received: May 1, 2025

Revised: Jun 28, 2025

Accepted: Jun 30, 2025

บทนำ

ในปัจจุบันการสื่อสารข้อมูลข่าวสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประชาสัมพันธ์ผ่านระบบออนไลน์ที่มีบทบาทสำคัญในการเผยแพร่ข้อมูลให้กับกลุ่มเป้าหมายอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ของหน่วยงานหรือองค์กรในยุคดิจิทัลจึงจำเป็นต้องมีระบบที่สามารถจัดการข้อมูลให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งาน ทั้งในด้านเนื้อหา รูปแบบ การนำเสนอ และช่องทางการเข้าถึงที่หลากหลาย เช่น เว็บไซต์หลักขององค์กร เฟซบุ๊ก แอปพลิเคชัน หรือสื่อสังคมออนไลน์อื่น ๆ

ศูนย์คอมพิวเตอร์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี มีหน้าที่ในการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้แก่บุคลากร นักศึกษา และชุมชน รวมถึงภารกิจด้านการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ระบบประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาหลายประการ เช่น การจัดกลุ่มหรือประเภทของข้อมูลข่าวสารไม่ตรงตามความสนใจของผู้ใช้งาน การขาดข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมในการเข้าถึงข่าวสาร รวมถึงข้อจำกัดในการตรวจสอบย้อนกลับข้อมูลที่ได้เผยแพร่ไปแล้ว ทำให้การประชาสัมพันธ์ยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงกลุ่มเป้าหมาย

ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นในการศึกษาและพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในด้านการรับรู้ข่าวสาร พร้อมทั้งสามารถจัดการข้อมูลข่าวสารอย่างเป็นระบบ มีฟังก์ชันการเก็บข้อมูลการเข้าถึง วิเคราะห์แนวโน้มการใช้งาน และสามารถนำเสนอข้อมูลข่าวสารในรูปแบบที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน รวมถึงสามารถแชร์ข้อมูลผ่านแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียเพื่อให้เกิดการเข้าถึงในวงกว้าง

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีให้สามารถเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาการประชาสัมพันธ์เชิงรุกในอนาคต อีกทั้งยังศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบประชาสัมพันธ์ดังกล่าว

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้คือ ได้ระบบประชาสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลข่าวสารภายในองค์กร สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานของบุคลากรและนักศึกษา เข้าถึงข้อมูลได้ง่าย เหมาะสมกับการใช้งานผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ และสามารถเผยแพร่ข่าวสารได้สะดวกและรวดเร็วผ่านสื่อสังคมออนไลน์ นอกจากนี้ ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบมาใช้ประกอบในการวางแผนการประชาสัมพันธ์ในอนาคตอย่างเป็นระบบต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ บุคลากรและนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน จำนวน 50 คน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ จำนวน 50 คน และ นักศึกษา จำนวน 300 คน รวมทั้งสิ้น 400 คน

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 ใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lift Cycle, SDLC) โดยนำมาพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (เสาวนีย์ ประญาเกรียงไกร, จุฑามาส ศิริอังกรวณิช และสุปราณี ห่อมา, 2566) มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาความต้องการระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

2.1.2 ออกแบบระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี วิเคราะห์ความต้องการและการทำงานของระบบจะมีส่วนการทำงานของระบบทั้งหมดโดยใช้การทำงานข้อมูลเดิม ระบบการจัดการในรูปแบบการทำงานตามหลักประชาสัมพันธ์บนรูปแบบเว็บไซต์ตามหลักการณ์ และการดำเนินการด้วยเทคโนโลยีใหม่ (เกษมศักดิ์ ทองตัน, 2559) ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การออกแบบการป้อนข้อมูล ช่องทางการกรอกข้อมูลตามการออกแบบฟอร์มการกรอกข้อมูลในช่องตามในรูปเว็บไซต์ให้สอดคล้องกับผู้ใช้งานได้เหมาะสมที่สุดกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน

- รายละเอียดขั้นตอนการประมวลผล การคำนวณข้อมูลไฟล์ในการนำไปใช้งานตามข้อจำกัด การคำนวณก่อนนำข้อมูลไปจัดเก็บหรือตรวจสอบก่อนสำหรับลดการจัดเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนจากผู้ใช้งาน (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2558)

- การออกแบบการจัดเก็บข้อมูล

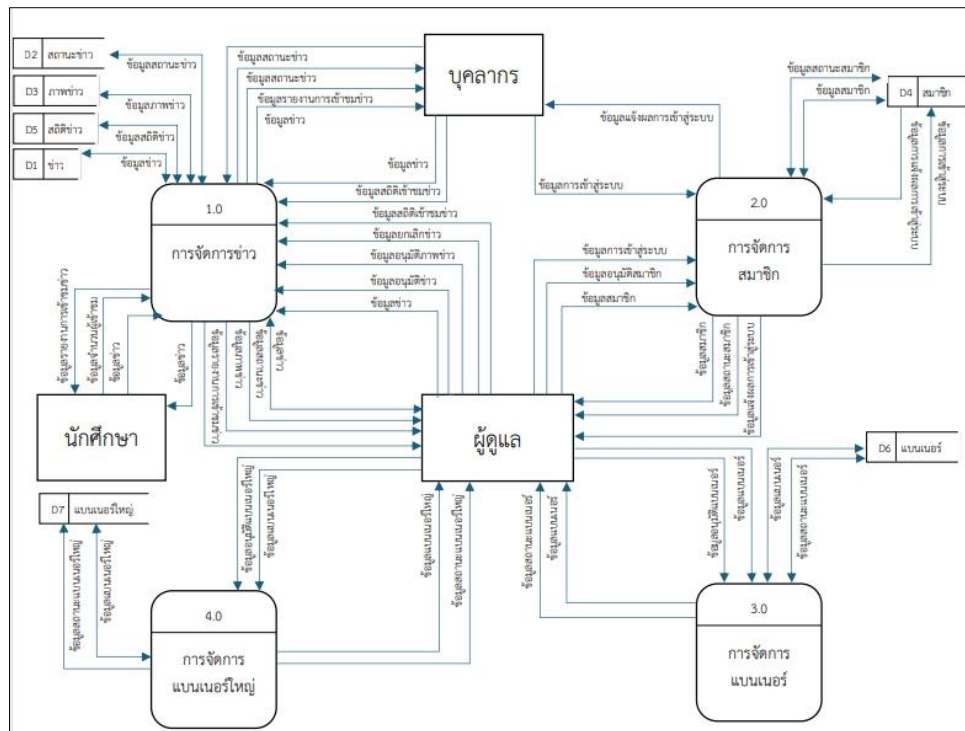
- การออกแบบโครงสร้างการจัดการเก็บข้อมูล

- เครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล

- การสำรองข้อมูล

- รูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการ

- การออกแบบทิศทางการไหลของข้อมูล โดยการออกแบบแสดงถึงข้อมูล level 0 ถึง level 4 โดยแสดงข้อมูล ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ออกแบบทิศทางการไหลของระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีในระดับ Level-0

2.1.3 การพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (กมลดา เรืองอร่าม, 2565) ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

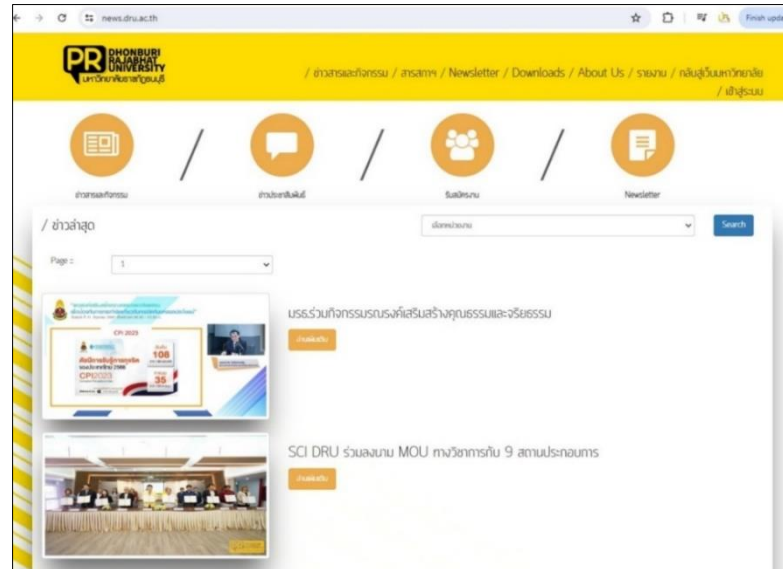
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก และโปรแกรม ดังนี้

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรม
- 2) โปรแกรมฐานข้อมูล
- 3) โปรแกรมจำลองสำหรับการพัฒนาระบบ
- 4) เครื่องมือการพัฒนาโปรแกรม
- 5) โฮสติ้ง (hosting) หรือเว็บเซิร์ฟเวอร์ให้บริการเว็บไซต์ โดยใช้ชื่อโดเมน

news.dru.ac.th เพื่อให้เข้าถึงข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้

- สร้างระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยมีขั้นตอนการทำงานในแต่ละส่วน ดังนี้

1) สร้างเว็บไซต์ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี



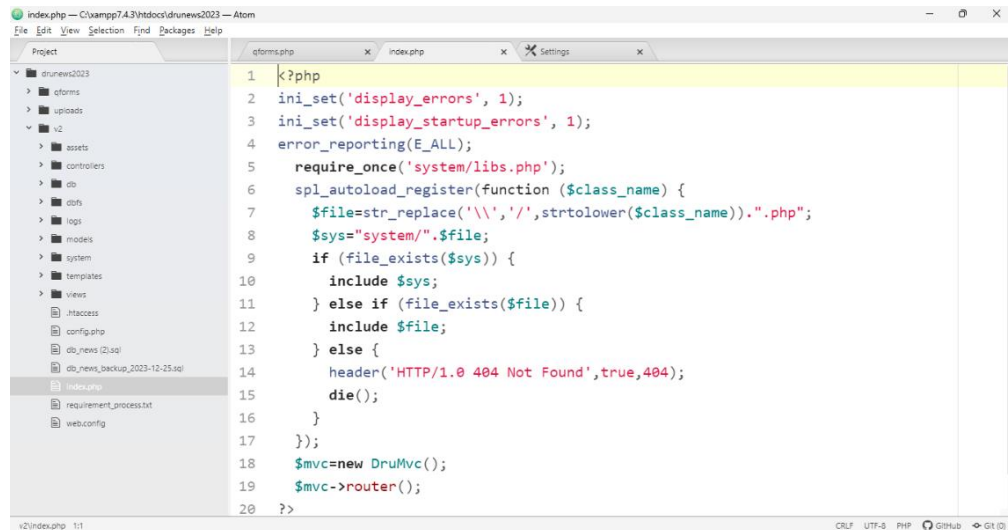
รูปที่ 2 เว็บไซต์ของระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

2) สร้างฐานข้อมูล โดยมีไว้จัดเก็บข้อมูลใช้งานในระบบ เช่น สมาชิกในระบบ ข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size
db_administrators	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_banners	Browse Structure Search Insert Empty Drop	551	InnoDB	utf8_unicode_ci	112.0 K
db_bigbanners	Browse Structure Search Insert Empty Drop	82	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_contacts	Browse Structure Search Insert Empty Drop	1	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_council	Browse Structure Search Insert Empty Drop	53	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_departments	Browse Structure Search Insert Empty Drop	29	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_downloads	Browse Structure Search Insert Empty Drop	14	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_levels	Browse Structure Search Insert Empty Drop	5	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_links	Browse Structure Search Insert Empty Drop	22	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_logs_category	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_logs_news	Browse Structure Search Insert Empty Drop	~1,133,353	InnoDB	utf8_general_ci	97.6 M
db_members	Browse Structure Search Insert Empty Drop	57	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_mobile_logs	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_mobile_registers	Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_news	Browse Structure Search Insert Empty Drop	4,517	InnoDB	utf8_general_ci	24.5 M
db_newsletter	Browse Structure Search Insert Empty Drop	352	InnoDB	utf8_unicode_ci	80.0 K
db_news_category	Browse Structure Search Insert Empty Drop	4	InnoDB	utf8_general_ci	16.0 K
db_news_presentation	Browse Structure Search Insert Empty Drop	638	InnoDB	utf8_unicode_ci	64.0 K
db_news_presentation_category	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_news_read	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_pikulan	Browse Structure Search Insert Empty Drop	5	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_pikulan_uploads	Browse Structure Search Insert Empty Drop	5	InnoDB	utf8_unicode_ci	16.0 K
db_projects	Browse Structure Search Insert Empty Drop	1,009	InnoDB	utf8_unicode_ci	4.5 M

รูปที่ 3 ระบบฐานข้อมูล MySQL จัดเก็บข้อมูลระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

3) พัฒนาโปรแกรมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ด้วย
เครื่องมือการพัฒนาโปรแกรม



รูปที่ 4 เครื่องมือการพัฒนาโปรแกรมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

- 4) การทดสอบระบบ
- 5) การนำระบบไปใช้งาน
- 6) ปรับปรุงระบบ

2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
มีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ (สุภาพร นาคประพันธ์, 2563) ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

2.2.2 ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ช่วงอายุ
สถานะ หน่วยงานคณะ/นักศึกษา หน่วยงานสำนัก/สถาบัน/กอง/งาน/ศูนย์/กลุ่ม

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจในการรับชมระบบประชาสัมพันธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยผู้วิจัยแบ่งหัวข้อการศึกษาความพึงพอใจเป็น 2 หัวข้อ คือ

- 1) ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
- 2) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อผู้ใช้งานระบบประชาสัมพันธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัย
ราชภัฏธนบุรี

แบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นตอนที่ 1 และตอนที่ 2 เป็นคำถามปลายปิด (close ended question) และตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิด (open ended question) สำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจตอนที่ 2 มีลักษณะคำถามแบบ rating scale 5 ระดับ คือ

ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

หลังจากหาค่าเฉลี่ยแล้วก็นำมาแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่ง ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้

ค่าความพึงพอใจระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าความพึงพอใจระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าความพึงพอใจระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าความพึงพอใจระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าความพึงพอใจระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation = S.D.) จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน ดังนี้

ถ้า $SD = 0$ หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกัน

$0 < SD < 1$ หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

$SD > 1$ หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นแตกต่างกัน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

2.2.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างไว้ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย หรือค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม

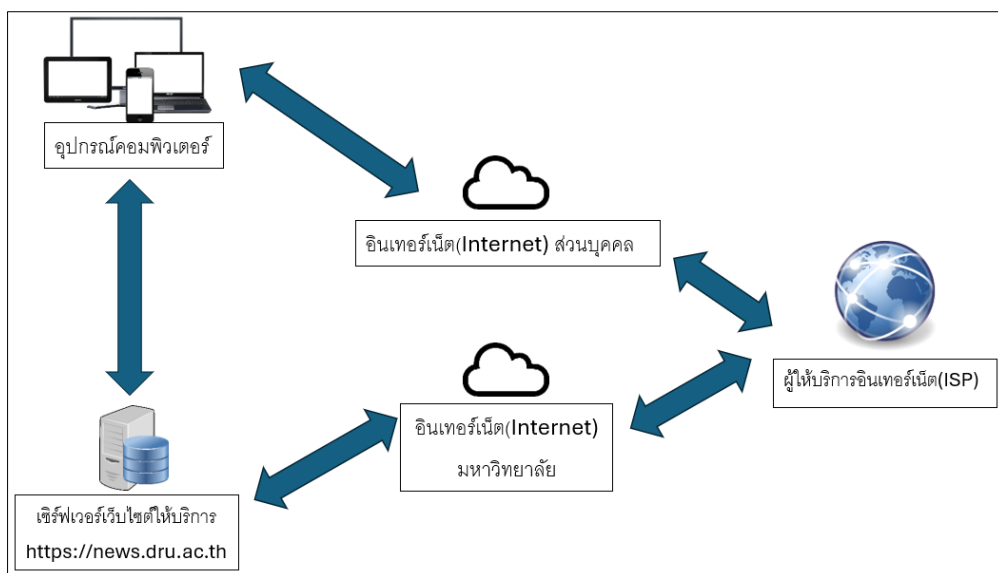
2.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจตามที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะไว้ แล้วนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ในครั้งนี้ มีผลการวิจัย ดังนี้

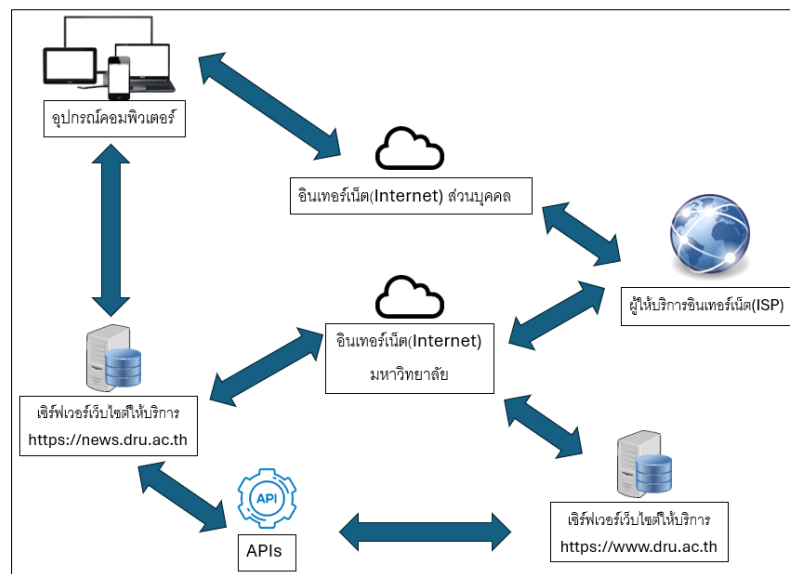
1. ผลการพัฒนารูปแบบระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

จากการติดตั้งระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ผลคือ ติดตั้งไว้ที่ URL ชื่อ <https://news.dru.ac.th> (Web Server) ของงานศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี เพื่อเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์มหาวิทยาลัยและ subdomain ภายใต้เว็บไซต์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ให้ นักศึกษา บุคลากร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี และบุคคลภายนอกสามารถเข้าชมได้ผ่าน อินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนผังโครงสร้างระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

จากการแชร์ข้อมูลด้วยวิธีการ APIs ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (พรณภัส เขียวอิม และอภิสิทธิ์ แสงใส, 2566) ผลคือ โดยดำเนินการจากการประมวลเป็นข้อมูลในรูปแบบ JSON ซึ่งประมวลผลที่ URL ชื่อ <https://news.dru.ac.th> (Web Server) ของงานศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี เพื่อเผยแพร่ข้อมูลผ่านรูปแบบ APIs กับเว็บไซต์มหาวิทยาลัย หรือเว็บไซต์หน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย เป็นการเผยแพร่ข้อมูลผ่านหน่วยงาน ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนผังได้ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนผังแสดงกระบวนการแชร์ข้อมูลรูปแบบ JSON จากระบบข่าวประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยยกตัวอย่างการโดยใช้งานกับเว็บไซต์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี <https://www.dru.ac.th> กดลิงค์ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ <https://news.dru.ac.th>

ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งทำการประเมินในส่วนของระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จำนวน 10 ข้อ และความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ จำนวน 7 ข้อ แสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
1. รูปแบบความสอดคล้องในการนำเสนอ	4.40	.490	มาก
2. ความชัดของภาพ	4.40	.490	มาก
3. ความชัดของข้อความ	4.60	.490	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของขนาดข้อความ	4.40	.490	มาก
5. ความเหมาะสมของภาพ	4.60	.490	มากที่สุด
6. ความห่วงของสัญญาณภาพการนำเสนอ	4.00	.000	มาก
7. การจัดการข้อมูลสะดวกต่อทำความเข้าใจ	4.20	.400	มาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
8. รูปแบบการจัดวางข้อมูลสำหรับการนำเสนอ	4.60	.490	มากที่สุด
9. หัวข้อเลือกใช้เหมาะสมกับการใช้งาน	4.20	.400	มาก
10. หัวข้อเลือกบอกความหมายชัดเจน	4.40	.490	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.38	.423	มาก

พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.38 ± 0.423) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า หัวข้อที่อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ความชัดของข้อความ ความเหมาะสมของ และรูปแบบการจัดวางข้อมูลสำหรับการนำเสนอ หัวข้อที่อยู่ในระดับมาก คือ รูปแบบความสอดคล้องในการนำเสนอ ความชัดของภาพ ความเหมาะสมของขนาดข้อความ หัวข้อเลือกบอกความหมายชัดเจน การจัดการข้อมูลสะดวกต่อทำความเข้าใจ หัวข้อเลือกใช้เหมาะสมกับการใช้งาน และความห่วงของสัญญาณภาพการนำเสนอ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
1. สามารถเข้าชมผ่านเว็บไซต์ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (https://news.dru.ac.th)	4.60	.490	มากที่สุด
2. การจัดประเภทข้อมูลในนำเสนอ	4.40	.490	มาก
3. การแสดงตัวอย่างรูปแบบข้อมูล	4.00	.000	มาก
4. การนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจน	4.60	.490	มากที่สุด
5. นำเสนอข้อมูลตามขนาดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	4.40	.490	มาก
6. ความเร็วในการแสดงข้อมูล	4.60	.490	มากที่สุด
7. ความซับซ้อนสำหรับการใช้งาน	4.60	.490	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.46	.420	มาก

พบว่า มีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี โดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.46 ± 0.420) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า หัวข้อที่อยู่ในระดับมากที่สุด คือ สามารถเข้าชมผ่านเว็บไซต์ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (<https://news.dru.ac.th>) การนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจน ความเร็วในการแสดงภาพและข้อมูล และความซับซ้อนสำหรับการใช้งาน หัวข้อที่อยู่ในระดับมาก คือ การจัดประเภทข้อมูลในนำเสนอ นำเสนอข้อมูลตามขนาดอุปกรณ์ในการรับชมได้อย่างเหมาะสม มีและการแสดงตัวอย่างรูปแบบข้อมูล ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่รับชมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

จากการหาค่าความพึงพอใจของผู้รับชมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จำนวน 400 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่แบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจในการรับชมระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และแปลผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผลการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
18 - 30 ปี	300	75.00
31 ปี - 40 ปี	27	6.75
41 ปี - 50 ปี	38	9.50
51 ปี ขึ้นไป	35	8.75
รวม	400	100

พบว่า ช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ ช่วงอายุ 18-30 ปี จำนวน 300 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00

ตารางที่ 4 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

สถานะ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักศึกษา	300	75.00
พนักงานสายสนับสนุน	50	12.50
พนักงานสายวิชาการ	50	12.50
รวม	400	100

พบว่า สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ นักศึกษา จำนวน 300 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 รองลงมาคือ พนักงานสายสนับสนุน จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 และพนักงานสายวิชาการ จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50

ตารางที่ 5 หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

หน่วยงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
คณะครุศาสตร์	116	29.00
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	81	20.25
คณะวิทยาการจัดการ	97	24.25
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	79	19.75
สำนักงานอธิการบดี	2	0.50
สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน	10	2.50
สำนักศิลปะและวัฒนธรรม	3	0.75
สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ	6	1.50
กองนโยบายและแผน	2	0.50
สถาบันวิจัยและพัฒนา	4	1.00
รวม	400	100

พบว่า หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คือ คณะครุศาสตร์ จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00

ตารางที่ 6 ผลการประเมินระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้รับชมระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
1. รูปแบบความสอดคล้องในการนำเสนอ	4.56	.496	มากที่สุด
2. ความชัดของภาพ	4.50	.500	มาก
3. ความชัดของข้อความ	4.50	.500	มาก
4. ความเหมาะสมของขนาดข้อความ	4.53	.499	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของภาพ	4.48	.499	มาก
6. ความห่วงของสัญญาณภาพการนำเสนอ	4.48	.499	มาก
7. การจัดการข้อมูลสะดวกต่อทำความเข้าใจ	4.44	.496	มาก
8. รูปแบบการจัดวางข้อมูลสำหรับการนำเสนอ	4.54	.498	มากที่สุด
9. หัวข้อเลือกใช้เหมาะสมกับการใช้งาน	4.55	.498	มากที่สุด
10. หัวข้อเลือกบอกความหมายชัดเจน	4.51	.500	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.51	.499	มากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า หัวข้อที่มีความพึงพอใจสูงสุด คือ รูปแบบความสอดคล้องในการนำเสนอ อยู่ในระดับมากที่สุด (4.56 ± 0.496) ส่วนหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ การจัดการข้อมูลสะดวกต่อทำความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก (4.44 ± 0.496)

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้รับชมระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
1. สามารถเข้าชมผ่านเว็บไซต์ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (https://news.dru.ac.th)	4.45	.497	มาก
2. การจัดประเภทข้อมูลในนำเสนอ	4.53	.499	มากที่สุด
3. การแสดงตัวอย่างรูปแบบข้อมูล	4.47	.499	มาก
4. การนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจน	4.54	.499	มากที่สุด

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้ที่รับชมระบบประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	
5. นำเสนอข้อมูลตามขนาดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	4.49	.500	มาก
6. ความเร็วในการแสดงข้อมูล	4.53	.499	มากที่สุด
7. ความซับซ้อนสำหรับการใช้งาน	4.51	.500	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.50	.499	มาก

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า หัวข้อที่มีได้รับความพึงพอใจสูงสุด คือ การนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด (4.54 ± 0.496) ส่วนหัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ สามารถเข้าชมผ่านเว็บไซต์ระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (<https://news.dru.ac.th>) อยู่ในระดับมาก (4.45 ± 0.497)

ผลจากพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สามารถเข้ารับชมได้ผ่านเว็บไซต์ <https://news.dru.ac.th> ทั้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ทำให้พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน พนักงานสายวิชาการ นักศึกษา สามารถรับชมผ่านทางเว็บไซต์ และสามารถรับชมย้อนหลัง งานข้อมูลข่าวสารของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรีผ่านอินเทอร์เน็ต โดยผลการประเมินระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.38 ± 0.423) และความชัดเจน ความเหมาะสมของภาพรูปแบบการจัดวางข้อมูลสำหรับการนำเสนอ อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยนันท์ เสนะโฮ (2563) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการบริหารของเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีส่วนของผู้รับบริการมีการติดตามสถานะของการบริการ แสดงขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา และข้อตกลงการให้บริการกับผู้รับบริการ ในส่วนของผู้ให้บริการ ระบบจะมีการกำหนด KPI ในการวัดประสิทธิภาพของการให้บริการ มีการแจ้งเตือนการขอรับบริการผ่านอีเมล และทางแอปพลิเคชันไลน์มีการกำหนดลำดับการให้บริการตามความจำเป็น เร่งด่วน และผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้รับบริการได้รับการบริการที่รวดเร็ว

ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ได้แก่ พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ และนักศึกษา ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.50 ± 0.499) เมื่อเทียบกับงานวิจัยของปิยนันท์ เสนะโฮ (2563) การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล พบว่า ความพึงพอใจ

จากการใช้งานระบบของผู้รับบริการ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และผู้ให้บริการอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น สรุปได้ว่าการพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและมีความพึงพอใจผ่านเกณฑ์

สรุปผล

การพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ข้อมูลระบบการประชาสัมพันธ์ โดยทุกมหาวิทยาลัยที่มีการใช้งานหรือระบบเว็บไซต์สำหรับการประชาสัมพันธ์ที่แตกต่างกันโดยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เป็นเว็บไซต์ขององค์กรหลักและหน่วยงานภายในเป็นการประชาสัมพันธ์ จะไม่ได้ใช้งานส่วนกลางที่มีการเก็บข้อมูล เพื่อประโยชน์ที่มีการเชื่อมโยงไปยังส่วนข้อมูลส่วนกลางด้วยการอ้างอิงถึงข้อมูลลิงค์หรือชื่อเว็บไซต์หรือยูอาร์แอลที่ระบบกำหนดขึ้นอัตโนมัติจากผู้พัฒนาไว้สำหรับเรียกใช้งานหลัก ในการพัฒนาระบบประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี นำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายส่วนงานที่นำไปอ้างอิงถึงได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 การทำงานปกติจะเป็นการเปิดดูข้อมูลอย่างถ้ามีข้อมูลจะดำเนินการขึ้นแสดงข้อมูลแรก ซึ่งให้พัฒนาระบบให้มีการแจ้งเตือนข่าวสารที่มีการอัปเดตใหม่ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานระบบ

1.2 การที่ใช้สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลให้กับกลุ่มพื้นฐานโซเชียลเน็ตเวิร์คใช้ในการสนับสนุนการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้กับช่องทางอื่น ซึ่งให้พัฒนาระบบให้มีช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลเพิ่มเติมจากที่มีอยู่อย่างเป็นระบบ สำหรับการเข้าถึงของอุปกรณ์ที่มีการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับดูข่าวสารอย่างเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาการจัดการกลุ่มประเภทข้อมูลข่าวสารเพื่อการบริหารจัดการข้อมูลเชิงระบบการจัดการกลุ่มประเภทข้อมูลข่าวสารถือเป็นแนวทางสำคัญในการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและการรับรู้ของผู้ใช้ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม ความนิยม และพฤติกรรมของผู้รับสาร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการนำเสนอข้อมูลให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย การดำเนินการดังกล่าวควรอยู่บนพื้นฐานของการจัดเก็บและสำรองข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อรองรับการสืบค้นย้อนหลัง ตลอดจนการนำข้อมูลไปอ้างอิงในโครงการหรือกิจกรรมต่าง ๆ

ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ การบริหารจัดการข้อมูลข่าวสารอย่างมีประสิทธิภาพจะส่งเสริมการตัดสินใจเชิงนโยบายและการวางแผนในระดับองค์กรได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ นายสมโชค ฤทธิ์จำรูญ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่มีคุณค่าเกี่ยวกับสถิติที่ใช้ในงานวิจัย และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอันเป็นประโยชน์ยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นายฉัตรพัฒน์ ภูทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนพล สมพลกรัง นายรพีพร ตันประเสริฐ นางสาวศันสนีย์ วิชัยดิษฐ์ และนายเสกศักดิ์ ศรีสดี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยให้คำแนะนำในการปรับแก้แบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กมลดา เรืองอร่าม. (2565). การพัฒนาและปรับปรุงระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- เกษมสัน ทองตัน. (2559). การพัฒนาเว็บไซต์สาขาวิชาการจัดเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ปิยนันท์ เสนะโท. (2563). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีดิจิทัล. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- พรณัฏฐ์ เขียวอิม และอภิสิทธิ์ แสงใส. (2566). การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าโดยใช้สถาปัตยกรรม RESTful API. สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุภาพร นาคประพันธ์. 2563. การใช้และความพึงพอใจในการใช้บริการของลูกค้า บริษัทธนชาติประกันภัย จำกัด (มหาชน) ผ่านช่องทางการสื่อสาร Line Official Account, สาขาวิชาการสื่อสารเชิงกลยุทธ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- เสาวนีย์ ปรัชญาเกรียงไกร, จุฑามาส ศิริอังกูรวาณิช และสุปราณี ห่อมา. (2566). การพัฒนาระบบสนับสนุนการจัดทดสอบและการประเมินผลออนไลน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2558). ระบบฐานข้อมูล(Database Systems). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

การออกแบบวงจรควบคุมระบบอัตโนมัติสัญญาณของระบบราง

จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว^{1*} ธัญวรรณ อาจศรีตรู² กิตติธัช นามวงษ์³
ณรงค์ชัย เหมันต์⁴ และเกษราภรณ์ ยศบุญเรือง^{5*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบวงจรควบคุมอย่างง่ายสำหรับระบบอัตโนมัติสัญญาณรถไฟซึ่งเป็นระบบกลไกสัญญาณไฟฟ้าหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่มีไว้สำหรับควบคุมการเดินขบวนรถไฟให้มีความปลอดภัย โดยระบบจะทำหน้าที่ควบคุมและกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่และระยะเวลาในการเดินรถของขบวนรถที่อยู่บนทางร่วมเดียวกันรวมทั้งการสับหลักบริเวณสถานีรถไฟ การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบจะออกแบบให้ทำงานสัมพันธ์กันเพื่อให้พนักงานเดินรถสามารถตัดสินใจเดินรถได้อย่างมั่นใจและไม่ให้เกิดความสับสน ระบบอัตโนมัติสัญญาณมีการพัฒนาเป็นระบบอัตโนมัติและระบบวงจรเป็นวงจรไฟฟ้าสำหรับตรวจสอบความเคลื่อนไหวของขบวนรถและพัฒนาต่อเป็นระบบอัตโนมัติสัญญาณแบบเป็นช่วง ๆ ที่มีขนาดตายตัวและไม่เปลี่ยนแปลง ผลการทดลองระบบการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบรางพบว่าระบบไฟใช้งานได้ปกติ การสับรางทำงานได้ดีและการเคลื่อนที่ของรถไฟจำลองที่วิ่งบนรางในขณะแบตเตอรี่ 26V ได้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 0.23 เมตรต่อวินาที และความเร็วเฉลี่ยในการสับรางอยู่ที่ 5.79 วินาที

คำสำคัญ : ระบบอัตโนมัติสัญญาณ ระบบราง

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

^{2,3,4} สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการระบบราง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

⁵ บริษัท ทรานส์ไทย เรลเวย์ จำกัด

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: jrukkrit@siam.edu

วันที่รับบทความ 19 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 28 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

Design of Signaling Control Circuits for Railway Systems

Jrukkrit Chankiew^{1*} Thanyawan Artsattru² Kittihat Namwong³
Narongchai Heman⁴ and Katesaraporn Yosbunraung⁵

ABSTRACT

This research aimed to design a simple control circuit for the electric train signaling system. It is an electrical signaling mechanism or computer system for controlling the train movement to be safe. The system will control and determine the direction of movement and the duration of the trains on the same track, including switching at the train station. The operation of the various devices in the system were designed to work together so that the train operator can make decision to operate the train with confidence and without confusion. The signaling system was developed into an automatic system and the track circuit system was an electrical circuit for checking the movement of the train and further developed into a fixed-size and unchanging periodic signaling system. The results of the experiment of the rail signaling system switch system showed that the electrical system worked normally, the switch worked well, and the movement of the model train running on the track while the battery was 26V had an average speed of 0.23m/s and an average speed of switch was 5.79 seconds.

Keywords : signaling system, railway systems

¹ Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

^{2,3,4} Railway System Management Engineering Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

⁵ Trans Thai Railway Co., Ltd.

* Corresponding author e-mail: jrukkrit@siam.edu

Received: Jun 19, 2025

Revised: Jun 28, 2025

Accepted: Jun 30, 2025

บทนำ

ระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ดำเนินงานระบบรางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันผู้ผลิตระบบรถไฟมีการพัฒนาระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณที่แตกต่างกัน การนำระบบรถไฟที่แตกต่างกันมาติดตั้งใช้งานบนโครงข่ายเดียวกันจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณในการขนส่งทางรางที่มีเอกภาพ สามารถเชื่อมต่อและทำงานด้วยกันได้ (interoperability) (Gao et al., 2021) อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ กรมขนส่งทางรางมีอำนาจและความรับผิดชอบในการเสนอแนะเพื่อกำหนดมาตรฐาน แนวทาง และมาตรการกำกับดูแลรวมทั้งการติดตามและประเมินผลการให้บริการขนส่งทางรางให้มีระดับคุณภาพการให้บริการที่ดี มีประสิทธิภาพ สะดวกและปลอดภัย ดังนั้น จึงได้ดำเนินโครงการพัฒนาจัดทำมาตรฐานระบบรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณในการเดินรถขนส่งทางรางขึ้นโดยในระยะที่ 1 จะดำเนินการในโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทยเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้านในอนาคต (มานะชัย วัฒนหัตถกรรม, 2559) ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟเป็นระบบที่ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและมีระเบียบในการเดินรถ ระบบนี้มีบทบาทสำคัญในการป้องกันอุบัติเหตุจากการชนกันของรถไฟหรือการเข้าใกล้กันของขบวนที่เดินทางในเส้นทางเดียวกัน การใช้สัญญาณต่าง ๆ ทั้งสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณเสียง (กรมการขนส่งทางราง กระทรวงคมนาคม, 2564) เพื่อแจ้งเตือนและควบคุมการเดินรถทำให้การเดินทางเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ การออกแบบและการใช้งานระบบอาณัติสัญญาณรถไฟนั้นจะต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ความเร็วของรถไฟ สภาพอากาศ และระยะทางที่สามารถมองเห็นได้จากจุดต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่และนักเดินทางสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของสัญญาณได้อย่างถูกต้องและทันเวลา โดยทั่วไปแล้ว ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น ระบบสัญญาณทางไฟฟ้า (electric signals) ระบบสัญญาณทางวิทยุ (radio signals) และระบบอาณัติสัญญาณที่ใช้ในสัญญาณรูปแบบต่าง ๆ (visual or mechanical signals) ซึ่งแต่ละประเภทมีการใช้งานและบทบาทที่แตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อมของการเดินรถการพัฒนาอาณัติสัญญาณรถไฟอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการขนส่งทางรถไฟในยุคปัจจุบัน

Signaling & Train Control เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากระบบหนึ่งในระบบรถไฟรถไฟจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างปลอดภัยต้องมีการกำหนดออกแบบควบคุมและการจัดการที่ถูกต้องซึ่งเป็นหน้าที่หลักของระบบ ในหลายปีที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาระบบ Signaling & Train Control (Bader & Sachkova, 2017) จนปรากฏเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและมีความสลับซับซ้อนในระดับหนึ่งเลยทีเดียว เมื่อย้อนกลับไปในช่วงเริ่มแรกของรถไฟยังไม่มีสิ่งติดตั้งใด ๆ

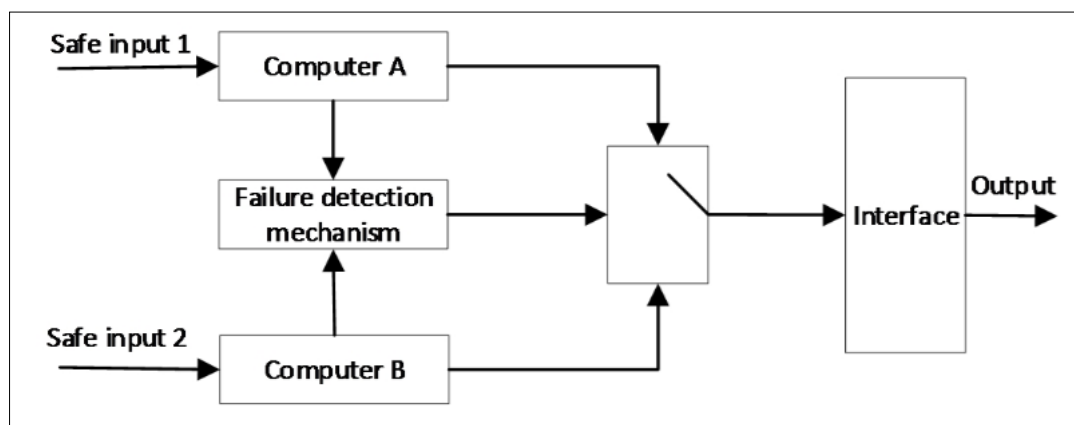
ที่จะแจ้งให้ผู้ขับรถทราบสถานการณ์ของเส้นทางข้างหน้าที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยสายตา (on sight) ก่อนที่เขาจะขับรถไฟไปถึงจุดนั้น ดังนั้นคนขับต้องบังคับรถไฟโดยอาศัยประสาทตาเหมือนเราขับรถ ในปัจจุบัน คนขับต้องมีประสบการณ์มากเขาต้องคอยสังเกตเส้นทางข้างหน้าเพื่อที่จะหยุดรถได้ก่อนที่จะชนกับสิ่งกีดขวางใด ๆ หรือชนกับรถไฟอีกขบวนหนึ่ง ซึ่งพบว่าเป็นการยากที่จะเบรกหรือหยุดรถไม่ให้ชนกันหรือชนสิ่งกีดขวางอื่นถ้าวิ่งมาด้วยความเร็ว เนื่องจากล้อรถและรางที่เป็นเหล็กทั้งคู่จะหยุดได้ยาก สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของล้อยากกับถนนมากกว่าของล้อเหล็กกับรางเหล็กประมาณ 6-8 เท่าโดยเฉลี่ย ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ไม่สามารถขับรถไฟที่ความเร็วมากขึ้นได้จึงเป็นอุปสรรคสำคัญในการเดินทางและการขนส่งเกิดอุบัติเหตุในหลาย ๆ ครั้ง โดยเฉพาะในสภาวะที่ทัศนวิสัยไม่ดี เพราะไม่สามารถเบรกให้หยุดได้ในระยะที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นในปัจจุบันหลายระบบได้อนุญาตให้ขับรถด้วยสายตาได้ด้วยความเร็วไม่เกิน 25 กม./ชม. เท่านั้น ด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัยในระยะแรก ๆ ของการเดินทางไฟถึงขนาดใช้คนถือธงเดินนำหน้ารถเพื่อความปลอดภัย แต่ทำให้ระยะเวลาเดินทางเท่ากับระยะเวลาเดินเท้าแค่ไม่ต้องเดินให้เมื่อยเท่านั้น ต่อมาเพื่อให้เสียเวลาน้อยลงก็ใช้วิธีเว้นระยะเวลาระหว่างขบวนรถโดยอนุญาตให้รถไฟสามารถวิ่งที่ความเร็วสูงสุดได้ก็ต่อเมื่อรถไฟขบวนก่อนหน้านั้นผ่านไป แล้ว เช่น ครบ 10 นาที ดังนั้นระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟหรือความถี่การเดินทาง (headway) เท่ากับ 10 นาที ในอังกฤษมีการนำธงเหลืองและแดงมาใช้เพื่อแสดงให้คนขับรถไฟรู้ว่าจะขับรถผ่านไปอย่างไร โดยตำรวจที่ประจำการณตำแหน่งที่กำหนดจะแสดงธงแดงให้กับรถไฟที่มาถึงเมื่อรถไฟขบวนก่อนหน้าผ่านจุดนั้นไปไม่เกิน 5 นาที และถ้าเวลาอยู่ระหว่าง 5 กับ 10 นาที จะแสดงธงสีเหลืองเป็นธงแสดงสัญญาณเตือนให้ระวัง ส่วนธงสีเขียวใช้เมื่อรถไฟขบวนก่อนหน้าผ่านไปแล้วยังน้อย 10 นาที เพื่อให้รถไฟขบวนที่มาถึงสามารถใช้ความเร็วสูงสุดได้หลักการนี้ก็เพื่อพยายามที่จะป้องกันรถไฟชนกัน ในเวลากลางคืนก็ใช้โคมไฟหรือตะเกียง (lantern) แทน (Zhang, Peng & Tao, 2021) ในสมัยนั้นเกิดเหตุรถไฟเสียระหว่างสถานีอยู่เสมอ และยังไม่มียะมารับประกันได้ว่าความเร็วของรถขบวนข้างหน้าเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้ขบวนหลังตามมาทัน จึงเกิดเหตุรถไฟชนกันจากทางด้านหลังอยู่เสมอ เพราะคนขับรถเข้าใจว่าเรามีเวลา 10 นาทีห่างจากขบวนหน้าและปราศจากสัญญาณเตือนอื่นใด แม้เขาจะสังเกตเห็นรถขบวนหน้ากำลังวิ่งอยู่หรือจอดเสียในเส้นทาง เขาก็ไม่สามารถเบรกให้หยุดได้ทันก่อนชนกันได้

ดังนั้นจึงมีการคิดใช้คนช่วยระวังหลังโดยเขาจะประจำอยู่ที่ท้ายขบวนรถไฟแต่ละขบวนคอยให้สัญญาณด้วยธงสัญญาณและตะเกียงโดยสังเกตว่ามีรถไฟตามมาหรือไม่ และถ้าหากรถไฟขบวนนั้นเกิดเสียจอดอยู่คนระวังหลังต้องวิ่งย้อนกลับไปตามรางให้ได้ระยะปลอดภัยแล้วคอยให้สัญญาณกับรถขบวนที่จะตามมาให้หยุดรถไฟได้ทัน เมื่อรถไฟซ่อมเสร็จแล้วสามารถเคลื่อนที่ได้แล้วเขาจึงกลับมาทำหน้าที่ต่อดังเดิมโดยคนขับอาจกดแตรเรียกหรือใช้วิทยุถ้าเวลานั้นมีวิทยุใช้งานแล้วเป็นต้น (Liang, 2021)

งานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบอัตโนมัติสัญญาณในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งระบบอัตโนมัติสัญญาณภายในประเทศไทย เอเชีย ยุโรปและอเมริกา เพื่อการออกแบบวงจรควบคุมอย่างง่ายสำหรับระบบอัตโนมัติสัญญาณรถไฟฟ้า

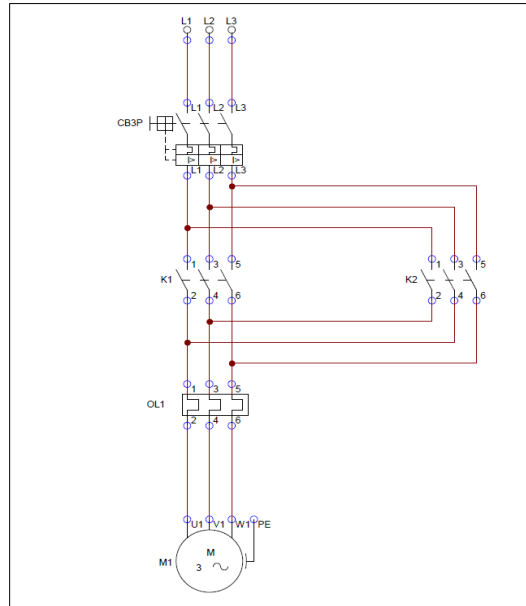
วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบอัตโนมัติสัญญาณรถไฟฟ้าเป็นระบบกลไกสัญญาณไฟฟ้า เพื่อแก้ปัญหาการไฟชนกัน โดยการออกแบบวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมาใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติสัญญาณรถไฟ เป็นระบบกลไกสัญญาณไฟ และระบบคอมพิวเตอร์ที่จะทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟบนเส้นทาง ระบบจะมีรูปแบบการแจ้งให้พนักงานขับรถไฟทราบสถานะเส้นทางข้างหน้า สำหรับการตัดสินใจที่จะหยุดรถชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ด้วยรูปแบบของสัญญาณไฟแบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดรูปแบบการให้สัญญาณ เพื่อให้สามารถเดินรถไปได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ (Dórdolo et al., 2020) ระบบอัตโนมัติสัญญาณจะทำหน้าที่ในการควบคุมให้การเดินขบวนเป็นไปตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ในตารางการเดินรถ โดยจะมีการควบคุมและกำหนดทิศทาง การเคลื่อนที่ ระยะเวลาในการเคลื่อนขบวนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง รวมไปถึงการสับหลักขบวนรถแต่ละขบวนที่บริเวณสถานีรถไฟหรือย่านสับหลัก ซึ่งจะออกแบบให้มีการทำงานสัมพันธ์กันในทุก ๆ ส่วนที่ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่คอยสนับสนุนการเดินรถไฟฟ้าอย่างปลอดภัยดังรูปที่ 1 (Liang, 2021)



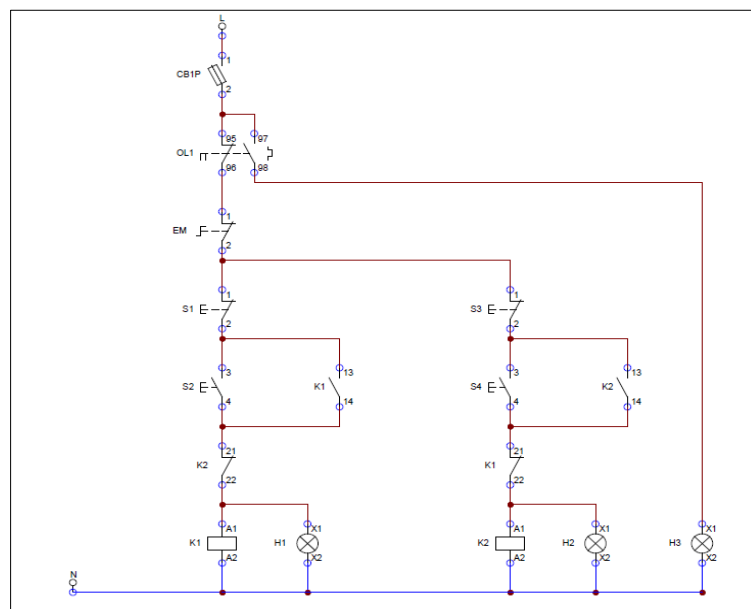
รูปที่ 1 Schematic diagram of dual-system hot backup technology

1. การออกแบบวงจรระบบจ่ายไฟของมอเตอร์ในการกลับทางหมุนมอเตอร์



รูปที่ 2 วงจรระบบจ่ายไฟของมอเตอร์ในการกลับทางหมุนมอเตอร์

2. การออกแบบวงจรระบบควบคุมการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบราง



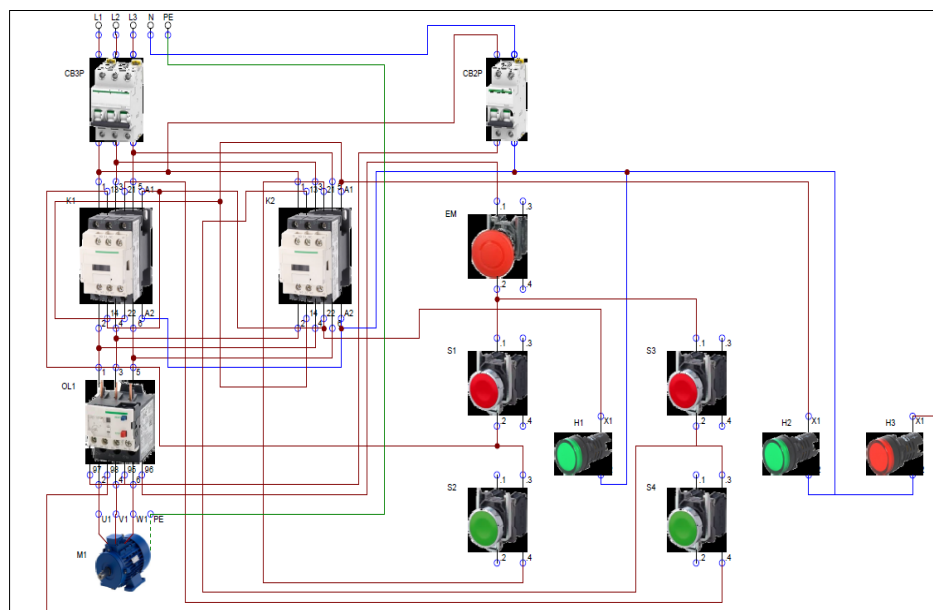
รูปที่ 3 วงจรระบบควบคุมการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบราง

จากรูปที่ 2 และ รูปที่ 3 เมื่อทำการจ่ายไฟให้วงจร Power จะต้องเปิดเบรกเกอร์ CB3P จ่ายไฟให้กับ OL1 ทำการ Over Load ผ่าน EM (Emergency) และ S1 Stop เมื่อต้องการให้ K1 ทำงาน กด S2 Start Magnetic K1 ทำงาน Interlock K1 หน้าสัมผัสเปิดปิดแทนหลอดไฟ H1 ติดมอเตอร์หมุนทางขวาตามวงจร Power K1 หน้าสัมผัสปิด ตัดการทำงาน K2 ไว้ไม่ให้ทำงานพร้อมกัน

เมื่อมอเตอร์ต้องการให้มอเตอร์หมุนซ้าย ให้กด S1 Stop ก่อน มอเตอร์หยุดหมุน กด S4 Start Magnetic K2 ทำงาน Inter Lock K2 หน้าสัมผัสเปิดปิดแทนหลอดไฟ H2 ตัดการทำงาน K1 ไว้ไม่ให้ทำงานพร้อมกัน เมื่อต้องการให้มอเตอร์กลับมาหมุนทางขวา กด S3 Stop มอเตอร์หยุดหมุนทางซ้ายหลังจากนั้น กด S2 Start ทำงานแบบนิวตันไปเรื่อย ๆ

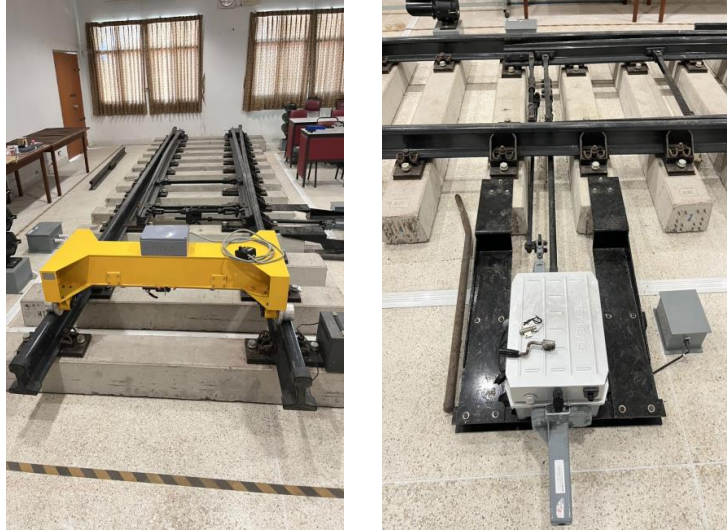
ถ้าต้องการหยุดทำงานทั้งหมดให้กดปุ่ม EM (Emergency) เมื่อเกิดกระแสเกินกว่าที่ตั้งไว้ OL1 Over Load ตัดการทำงาน หลอด H3 ติด ถ้าต้องการกลับทางหมุนใหม่ ให้กด Reset OL1 Over Load

3. วิธีการต่อใช้งานระบบควบคุมการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบราง



รูปที่ 4 วิธีการต่อใช้งานระบบควบคุมการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบราง

4. การทดสอบระบบการสับรางของระบบอาณัติสัญญาณระบบราง



รูปที่ 5 ระบบการสับรางของระบบอาณัติสัญญาณระบบราง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองและเก็บข้อมูลการทดสอบระบบการสับรางของระบบอาณัติสัญญาณระบบรางได้ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการขับเคลื่อน

ลำดับ	ชื่อการทดสอบ	ทางตรง		ทางเลี้ยว	
		เวลาไป (s)	เวลากลับ (s)	เวลาไป (s)	เวลากลับ (s)
1	การเดินรถตอนมีแบตเตอรี่ (20V)	50.20	51.10	50.40	50.30
2	การเดินรถตอนมีแบตเตอรี่ (22V)	38.20	38.00	38.10	37.80
3	การเดินรถตอนมีแบตเตอรี่ (26V)	36.03	35.20	35.80	33.68

ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการสับราง

จากทางตรงไปทางเลี้ยว	5.91 s
จากทางเลี้ยวไปทางตรง	5.68 s



(ก)



(ข)



(ค)

- รูปที่ 6 สัญญาณไฟ (ก) สัญญาณไฟสีแดง หมายถึง หยุดไม่ให้รถไฟผ่าน
(ข) สัญญาณไฟสีเขียว หมายถึง อนุญาตให้รถไฟผ่านไป
(ค) สัญญาณไฟสีเหลือง หมายถึง เตรียมชะลอหรือให้หยุดรถ

ตารางที่ 3 ตารางการทดสอบไฟสัญญาณเตือน

สีของไฟ	เสาที่ 1		เสาที่ 2	
	ติด	ไม่ติด	ติด	ไม่ติด
แดง	✓	-	✓	-
เหลือง	✓	-	✓	-
เขียว	✓	-	✓	-

สรุปผล

จากการทดลองการทดสอบระบบการสับรางของระบบอัตโนมัติสัญญาณระบบราง พบว่าระบบไฟใช้งาน ได้ปกติ การสับรางทำงานได้ดีและการเคลื่อนที่ของรถไฟจำลองที่วิ่งบนรางในขณะแบตเตอรี่ 26V ได้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 0.23 m/s และความเร็วเฉลี่ยในการสับรางอยู่ที่ 5.79 s

ระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอัตโนมัติสัญญาณนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ดำเนินงานระบบรางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันผู้ผลิตระบบรถไฟมีการพัฒนาระบบจ่ายไฟและระบบอัตโนมัติสัญญาณที่แตกต่างกัน การนำระบบรถไฟที่แตกต่างกันมาติดตั้งใช้งานบนโครงข่ายเดียวกัน

จำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณในการขนส่งทางรางที่มีเอกภาพ สามารถเชื่อมต่อและทำงานด้วยกันได้ (interoperability) อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานครั้งต่อไปคณะผู้จัดทำควรพัฒนารูปแบบของระบบอาณัติสัญญาณให้หลากหลายกว่านี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอาจารย์ วัฒนา สมานจิตร อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการระบบราง มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ให้คำแนะนำปรึกษา และให้การสนับสนุนการดำเนินงานในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางราง กระทรวงคมนาคม. (2564). ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย) มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ. กรุงเทพมหานคร: กรมการขนส่งทางราง กระทรวงคมนาคม.
- มานะชัย วัฒนหัตถกรรม. (2559). ระบบควบคุมรถไฟและการอาณัติสัญญาณเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 1) ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- Liang, Z. (2021). Research on Automatic Control Technology of Railway Signal Equipment. 2021 International Conference on Aviation Safety and Information Technology: ICASIT 2021. China: Association for Computing Machinery. pp. 288-293.
- Zhang, R., Peng, Y., & Tao, Y. F. (2021). Research and Design of Switch Control Module of Railway Signaling Based on Power Electronics Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1972, 012045.

- Gao, F., Li, F., Wang, Z., Ge, W., & Li, X. (2021). Research on Multilevel Classification of High-Speed Railway Signal Equipment Fault Based on Text Mining. **Journal of Electrical and Computer Engineering**, 2021, Article 7146435.
- Bader, M. P., & Sachkova, E. V. (2017). Adaptation of a traction DC power system for high-speed traffic. **Russian Electrical Engineering**, 88, 474-480.
- Dórdolo, L., Germino, S., Ramoscelli, G., Permingeat, A., Mancon, C., Francucci, L., Laiuppa, A. H., Balina, D., & Lutenberg, A. (2020). Modular system for the monitoring of railway signaling equipment. **IEEE Latin America Transactions**, 18(2), 280–287.

กรณีศึกษาการควบคุมแบบสลับสำหรับระบบปรับอากาศ ในรถรางไฟฟ้า

จักรกฤษณ์ จันทรเขียว^{1*} ฉัตรชัย เอี่ยมสะอาด² เมวีญา จันบุตติ³
สรล สุขทรัพย์⁴ วัฒนา สมานจิตร⁵ และณัฐกมล โพธิ์สวัสดิ์⁶

บทคัดย่อ

ระบบปรับอากาศในระบบขนส่งทางรางเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้เหมาะสมสำหรับห้องโดยสารของระบบขนส่งทางราง เช่น รถไฟและรถรางไฟฟ้า โดยระบบปรับอากาศนี้ถูกออกแบบให้สามารถปรับอุณหภูมิและคุณภาพอากาศภายในห้องโดยสารรถไฟให้มีคุณภาพสูง แม้ในสภาพอากาศที่ร้อนและชื้น ส่วนใหญ่ตัวระบบจะทำการติดตั้งบนดาดฟ้าหรือใต้พื้นของรถ เพื่อให้สามารถทำความเย็นได้ในปริมาณที่สูงและรักษาระดับอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้สะดวก การออกแบบระบบปรับอากาศนี้ จะมุ่งเน้นเรื่องของประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานและมีผลกระทบทางเสียงที่ต่ำ เพื่อให้ไม่ให้เกิดความรำคาญแก่ผู้โดยสาร การวิจัยได้ทำการทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศด้วยการวัดค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ กำลังไฟฟ้า และการกำหนดเวลาการทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ผลการทดลองได้ชี้ให้เห็นว่าระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าสามารถลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่อง จากอุณหภูมิตั้งต้นที่ 32 องศาเซลเซียส จนถึง 16 องศาเซลเซียสได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และพบว่าระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นมากขึ้นเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจการทำงานของระบบปรับอากาศและสามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ : ระบบปรับอากาศ รถรางไฟฟ้า

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

^{2,3,4} สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการระบบราง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

⁵ บริษัท ทรูเพิล เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด

⁶ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: jrukkrit@siam.edu

วันที่รับบทความ 19 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

A Case Study: Touch Screen Control for Air Conditioning Systems in the Electric Tram

Jrukkrit Chankiew^{1*} Chatchai Aeamsaard² Mayweeya Janbuddee³
Sarun Suksab⁴ Wattana Samanji⁵ and Nattakom Phaisanwatsayos⁶

ABSTRACT

The air conditioning system in the railway system is a system that is designed to be suitable for the passenger compartment of the railway system, such as trains and electric trams. This air conditioning system is designed to adjust the temperature and air quality inside the train compartment to be of high quality even in hot and humid weather conditions. Most of the systems are installed on the roof or under the floor of the train to be able to cool a large amount and maintain the temperature inside the compartment conveniently. The design of this air conditioning system focuses on efficiency, energy saving, and low noise pollution to not disturb passengers. The research has tested and measured the efficiency of the air conditioning system by measuring various values such as temperature, electrical power, and operating time according to the set temperature. The experimental results showed that the air conditioning system in the electric tram can continuously reduce the temperature inside the passenger compartment from the initial temperature of 32°C to 16°C with in 1 hour and 30 minutes. It was found that the air conditioning system took longer time to cool down when the temperature was set at a significantly low level. This research result will help to understand the operation of the air conditioning system and can be used to design the air conditioning system in the electric tram to increase the efficiency of services to passengers.

Keywords : air conditioning system, electric tram

¹ Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

^{2,3,4} Railway System Management Engineering Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

⁵ Triple Expert Co., Ltd.

⁶ Digital Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: th.suchawadee@gmail.com

Received: Jun 4, 2025

Revised: Jun 29, 2025

Accepted: Jun 29, 2025

บทนำ

ระบบปรับอากาศ คือ ระบบที่ทำหน้าที่ปรับสภาพของอากาศให้เหมาะสมกับสภาวะที่ผู้ใช้งานต้องการโดยระบบปรับอากาศไม่เพียงแต่ปรับระดับอุณหภูมิเท่านั้น แต่ยังสามารถช่วยลดความชื้นในอากาศได้อีกด้วย ระบบปรับอากาศมีหลายประเภท โดยสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้เป็น 2 ประเภทหลัก (Khan et al., 2012a) ดังนี้

1. การปรับอากาศเพื่อความเย็นสบาย เป็นการปรับอากาศที่มุ่งเน้นเพื่อให้เกิดความเย็นสบายแก่ร่างกายมนุษย์ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ที่อาศัยหรือทำงานในพื้นที่นั้น ๆ เช่น การปรับอากาศภายในบ้าน อาคารสำนักงาน ร้านอาหาร โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น

2. การปรับอากาศเพื่อการอุตสาหกรรม เป็นการปรับอากาศที่ใช้เพื่อควบคุมสภาวะบรรยากาศในกระบวนการผลิต การทำงานวิจัย หรือการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น การปรับอากาศในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น

หลักการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศจะใช้สารทำความเย็นที่ไหลในระบบท่อนปิด โดยมีระบบอัดไอสารทำความเย็นหรือคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้แก่สารทำความเย็น ซึ่งมีสถานะเป็นไอที่มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น (สูงกว่าอากาศภายนอก) แล้วระบายความร้อนออกที่แผงท่อระบายความร้อน (คอยล์ร้อนหรือคอนเดนเซอร์) ที่ติดตั้งภายนอกห้อง โดยมีพัดลมทำหน้าที่เป่าระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นสู่อากาศภายนอก

หลังจากสารทำความเย็นผ่านคอนเดนเซอร์และระบายความร้อนออกไปแล้ว สารทำความเย็นจะมีสถานะเป็นของเหลวที่มีความดันสูง จากนั้นจะไหลผ่านชุดลดความดันและเข้าสู่แผงท่อทำความเย็น (คอยล์เย็นหรือแฟนคอยล์) ที่ติดตั้งภายในห้อง ซึ่งสารทำความเย็นจะทำการดูดความร้อนจากอากาศรอบ ๆ แผงท่อทำความเย็น เป็นผลทำให้อากาศที่ไหลผ่านมีอุณหภูมิที่ลดลง และลมเย็นจากพัดลมที่ติดตั้งอยู่ที่แผงทำความเย็นจะถูกส่งกระจายไปยังทั่วบริเวณของห้องเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ (กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง, 2566)

หลังจากสารทำความเย็นผ่านคอยล์เย็นแล้ว จะมีสถานะกลายเป็นไอที่มีความดันต่ำ ก่อนที่จะไหลกลับสู่ระบบอัดไอสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ เพื่อให้เกิดการทำงานรอบใหม่อย่างต่อเนื่อง

ระบบปรับอากาศในบ้านพักอาศัยหรือในอาคารจะแตกต่างจากของรถไฟฟ้าของรถไฟฟ้า BTS MRT หรือ Airport Rail Link อยู่ระบบหนึ่ง ซึ่งอุปกรณ์ประกอบของระบบปรับอากาศภายในห้องโดยสารของขบวนรถไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีแนวช่องจ่ายลมเย็นอยู่บริเวณเพดานของห้องโดยสารติดตั้งอยู่ข้าง ๆ แนวของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง โดยมีความยาวช่องจ่ายลมเย็นยาวตลอดความยาวของตู้โดยสาร (Khan et al., 2012b) และอาจมีบางรถไฟฟ้า (เช่น สายสีแดง) จะมีแนวช่องปล่อยลม

เย็นเหมือนรรางไฟฟ้าสายทั่วไปแล้ว แต่ที่บริเวณกึ่งกลางเพดานของห้องโดยสารจะมีพัดลมกระจายอากาศเพิ่มเข้ามาช่วยกระจายความเย็นให้ทั่วห้องโดยสาร ดังนั้น ผู้โดยสารที่นั่งอยู่ภายในห้องโดยสารของรถไฟฟ้าประเภทนี้จะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าลมของแอร์ในขบวนรถนั้นไม่คงที่ ส่วนกรณีผู้โดยสารที่ยืนจะรู้สึกวาลมแอร์จะไปทางซ้ายที่ทางขวาที่ ซึ่งเกิดจากการทำงานของพัดลมกระจายอากาศนี้ที่กำลังทำหน้าที่กระจายความเย็นอยู่ให้ทั่ว ๆ ทั้งห้องโดยสาร

วิธีดำเนินงานวิจัย

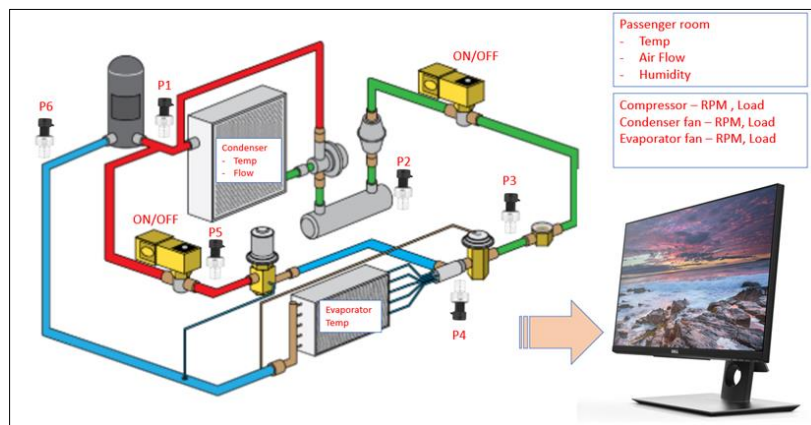
ในการทดสอบระบบปรับอากาศในรรางไฟฟ้าจะทำการตรวจวัดระดับอุณหภูมิทั้งภายในห้องโดยสารและภายนอกห้องโดยสาร โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่แม่นยำพร้อมทั้งวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในขณะที่ทำงาน และมีเครื่องมือวัดเพื่อประกอบการนำไปใช้การคำนวณ เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัดต์มิเตอร์ เพาเวอร์มิเตอร์ นอกจากนี้ยังทำการวัดปริมาตร (กว้างxยาวxสูง) ภายในห้องโดยสารและตรวจสอบระดับอุณหภูมิภายนอกซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบทำความเย็นในงานวิจัยนี้



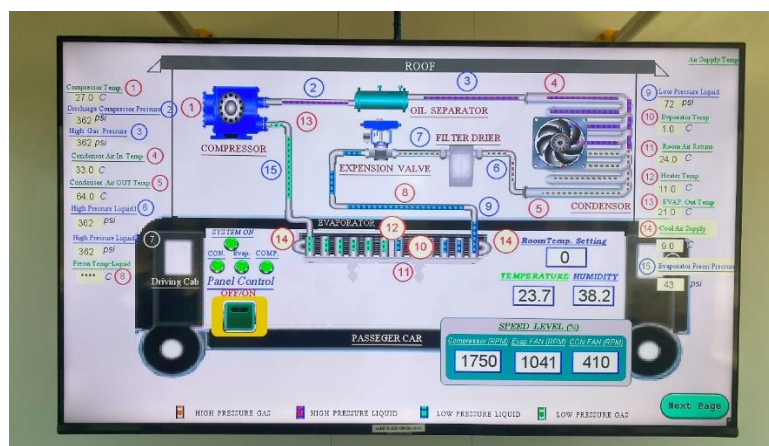
รูปที่ 1 เครื่องปรับอากาศรรางไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย



รูปที่ 2 เกจวัดความดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำและแรงดันสูง



รูปที่ 3 วงจรการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ



รูปที่ 4 หน้าจอสัมผัสแสดงผลการทำงานของระบบปรับอากาศภายในห้องโดยสาร

ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศไฟฟ้า

1. ทำการตรวจวัดอุณหภูมิเริ่มต้นภายในห้องโดยสารและภายนอกห้องโดยสาร(15-40°C)
2. ตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ (15-40°C)
3. เปิดระบบปรับอากาศและบันทึกระยะเวลาในการปรับอุณหภูมิ
4. วัดระดับอุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความดันสารทำความเย็น และบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน
5. ตรวจสอบการทำงานของระบบในระหว่างทำการทดสอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองระบบปรับอากาศของรถรางไฟฟ้า การทดลองโดยการควบคุมความเย็นของระบบปรับอากาศไฟฟ้า สามารถทำงานได้จริงโดย การทดลองได้วัดค่า อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (room temperature) อุณหภูมิภายนอกห้องโดยสาร (outside temperature) แรงดันน้ำยาทำความเย็นทั้งด้านสูง และด้านต่ำ (high and low refrigerant pressure) ผลการทดลองดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5

ตารางที่ 1 ระดับอุณหภูมิและความดันสารทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา

Time (min.)	Item	Room Temp. (°C)	Out Temp. (°C)	Discharge (Psi)	Con. In (°C)	Con. Out (°C)	Hight P. (Psi)	Low P. (Psi)
5	1	30°C	32°C	362	39	79	362	72
5	2	27°C	32°C	362	42	70	348	72
5	3	25°C	32°C	333	44	68	333	72
9	4	23°C	32°C	362	37	69	362	87
16	5	20°C	32°C	290	43	66	290	72
18	6	18°C	32°C	362	37	71	362	58
20	7	16°C	32°C	362	37	72	362	58

หมายเหตุ Room Temp. คือ อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร

Out Temp. คือ อุณหภูมิภายนอกห้องโดยสาร

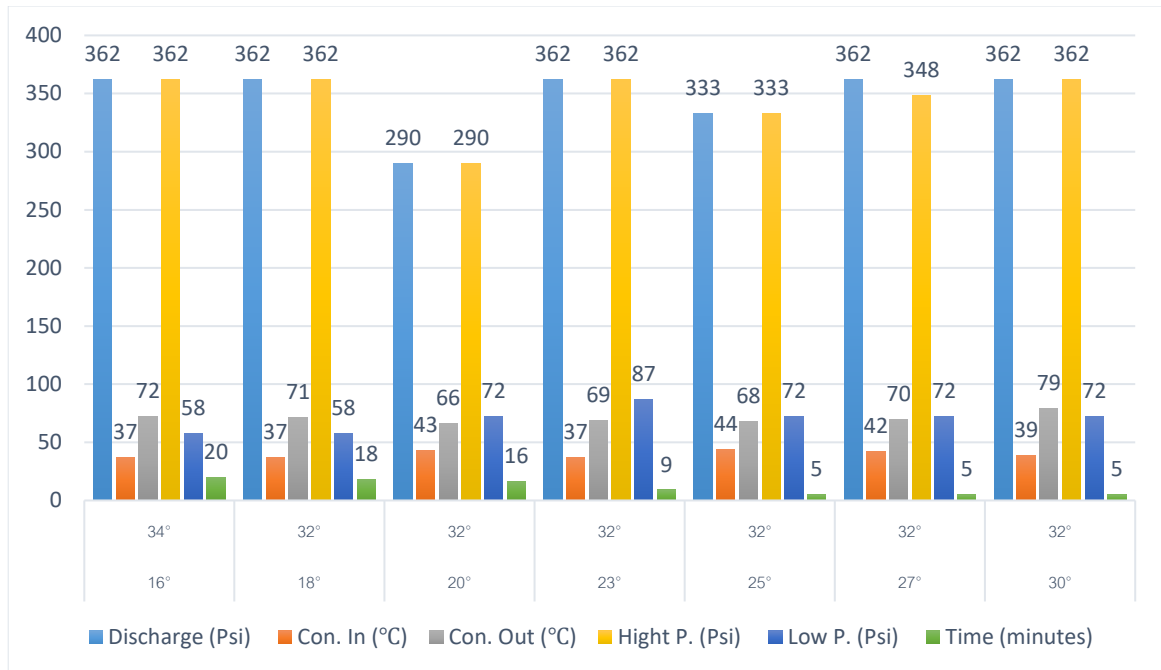
Discharge คือ ความดันทางออกคอมเพรสเซอร์ (Discharge Compressor Pressure)

Con. In คือ อุณหภูมิลมเข้าแผงคอนเดนเซอร์ (Condenser Air In)

Con. Out คือ อุณหภูมิลมออกแผงคอนเดนเซอร์ (Condenser Air Out)

Hight P. คือ ความดันด้านสูงในวงจรสารทำความเย็น

Low P. คือ ความดันด้านต่ำในวงจรสารทำความเย็น



รูปที่ 5 ผลการทดสอบระดับอุณหภูมิ ความดันสารทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 2 ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าขณะที่ระบบปรับอากาศทำงาน

Voltage (Volt)			Current (Amp)			Power (Watt)		
V (F1)	V (F2)	V (F3)	A (F1)	A (F2)	A (F3)	W (F1)	W (F2)	W (F3)
397.0	398.9	396.5	13.99	14.52	15.02	2,678	2,810	2,864

ผลการทดสอบระบบปรับอากาศของรถรางไฟฟ้า จากการทดสอบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าพบว่าระบบสามารถปรับลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่องจากอุณหภูมิ 32°C จนถึง 16°C ภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยผลการทดสอบแบ่งออกเป็นช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ลดลงตามลำดับ ดังนี้

32°C → 30°C ใช้เวลา 5 นาที

23°C → 20°C ใช้เวลา 16 นาที

30°C → 27°C ใช้เวลา 5 นาที

20°C → 18°C ใช้เวลา 18 นาที

27°C → 25°C ใช้เวลา 5 นาที

18°C → 16°C ใช้เวลา 20 นาที

25°C → 23°C ใช้เวลา 9 นาที

จากผลการทดสอบระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเมื่อตั้งระดับอุณหภูมิการทำความเย็นภายในห้องโดยสารไว้ในระดับที่ต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากใกล้ขีดจำกัดสมรรถนะของระบบทำความเย็น หรือการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์มีอัตราความเร็วลมที่จำกัด ซึ่งผลการทดสอบนี้ช่วยให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศในระบบขนส่งทางรางและสามารถนำไปปรับใช้ในการออกแบบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารได้ดียิ่งขึ้น

การติดตั้งระบบปรับอากาศที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมในรถรางไฟฟ้าช่วยลดความร้อนภายในห้องโดยสารและเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้โดยสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การเลือกใช้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศที่ประหยัดพลังงานยังสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญโดยไม่เพียงแต่เพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทางแต่ยังส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมโดยการการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปผล

ระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าสามารถลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่องจากอุณหภูมิตั้งต้นที่ 32 องศาเซลเซียส จนถึง 16 องศาเซลเซียสได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และพบว่าระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นมากขึ้นเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง. (2566). **มาตรฐานระบบปรับอากาศรถขนส่งทางรางในเมืองและชานเมือง-การกำหนดปัจจัยความสบาย**. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2568, จาก <https://www.drt.go.th/media/stdr0042566>
- Khan, S. R., Mansur, A. A. & Ferdous, S. M. (2012a). Implementation of a Controller Unit for an Intelligent Ventilation System (IVS) for a BTS Room. **International Journal of Computer Applications**, 37(10), 19-24.
- Khan, S. R., Mansur, A. A., Kabir, A., Modasshir, Md. & Marouf, A. A. (2012b). Design of Data Acquisition System Implemented with a Free Cooling Unit (FCU) Controller For a BTS Room. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, 3(2), 1-4.

การใช้เทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืน ในประเทศไทย

นภาพรณ หนิมพานิช¹ ชัยยุทธ แม้นสมุทร² ภูกิจ คงเปี่ยม³ และธนพล แพร่งกระโทก^{4*}

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการใช้เทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย ปัจจุบันภาคเกษตรกรรมไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต้นทุนการผลิตสูง และจำนวนแรงงานที่ลดลง การนำเทคโนโลยี 5G ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นด้านความเร็วสูง ความหน่วงต่ำ และรองรับอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก เข้ามาใช้จึงมีบทบาทสำคัญในการยกระดับระบบเกษตรกรรมไปสู่ “เกษตรอัจฉริยะ” โดยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตในภาคการเกษตรอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาบ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี 5G ในการจัดการเกษตรแบบแม่นยำในหลายพื้นที่ของประเทศไทยให้เห็นผลลัพธ์ที่ดีอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม ความท้าทายในการขับเคลื่อนเทคโนโลยี 5G ของภาคเกษตรในประเทศไทยยังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี ความรู้และทักษะดิจิทัลของเกษตรกร รวมทั้งความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี บทความนี้จึงได้มีการเสนอแนวทางการส่งเสริมและพัฒนา และข้อเสนอแนะเชิงนโยบายของการใช้เทคโนโลยี 5G ในบริบทเกษตรกรรมของประเทศไทยอย่างเหมาะสม เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันและขับเคลื่อนภาคเกษตรกรรมสู่ความยั่งยืนตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ

คำสำคัญ : เกษตรยั่งยืน เกษตรอัจฉริยะ เทคโนโลยี 5G เทคโนโลยีดิจิทัล ภาคการเกษตรไทย

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

^{2,3,4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: thanapon.p@dru.ac.th

วันที่รับบทความ 24 เมษายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 25 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 26 มิถุนายน 2568

The Use of 5G Technology to Support Sustainable Agriculture in Thailand

Napapan Nimpanich¹ Chaiyut Mansamut² Phukit Khongpeim³ and Thanapon Prangkratok^{4*}

ABSTRACT

This article presents the use of 5G technology to support sustainable agriculture in Thailand. Currently, the Thai agricultural sector is facing several challenges, such as climate change, high production costs, and a declining labor force. The adoption of 5G technology which is characterized by high speed, low latency, and the ability to support many IoT devices plays a crucial role in transforming traditional farming into “smart agriculture.” This transition helps to enhance efficiency, reduce costs, and improve the quality of agricultural production in a sustainable manner. Case studies have shown that the implementation of 5G technology in precision farming across various regions of Thailand has yielded tangible and positive results. However, there are still challenges in advancing 5G technology in Thailand’s agricultural sector, including limitations in technological infrastructure, farmers’ digital literacy and skills, and disparities in access to technology. This article, therefore, proposes strategies for promotion and development, along with policy recommendations, to appropriately apply 5G technology within Thailand’s agricultural context. The aim is to enhance the sector’s competitiveness and drive it toward sustainability in alignment with the United Nations’ Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords : sustainable agriculture, smart agriculture, 5G technology, digital technology, Thai agricultural sector

¹ Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

^{2,3,4} Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: thanapon.p@dru.ac.th

Received: Apr 24, 2025

Revised: Jun 25, 2025

Accepted: Jun 26, 2025

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจมาอย่างยาวนาน ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งอาหารสำคัญของประเทศ แต่ยังเป็นรากฐานทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรมที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของคนไทยมาหลายชั่วอายุคน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันภาคเกษตรไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงขึ้น 2) ราคาต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น 3) การขาดแคลนแรงงานภาคเกษตร และ 4) การแข่งขันในตลาดโลกที่รุนแรง ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นจากข้อมูลที่แสดงว่าแม้ภาคเกษตรจะจ้างงานประชากรไทยกว่าร้อยละ 30 แต่กลับสร้าง GDP ได้เพียงร้อยละ 8.6 เท่านั้น ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพการผลิตที่ต่ำลง รวมถึงพื้นที่เกษตรกรรมกว่าร้อยละ 60 ต้องประสบปัญหาอุทกภัยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ในสถานการณ์เช่นนี้ เทคโนโลยี 5G จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยแก้ไขปัญหามาผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยระบบ IoT และ AI (ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก, 2568)

นอกจากนี้ แนวคิดเกษตรกรรมยั่งยืนได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากเป็นแนวทางที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างผลผลิตทางการเกษตร การรักษาสิ่งแวดล้อม และการยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร เกษตรกรรมยั่งยืนไม่เพียงแต่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมผ่านการลดการใช้สารเคมีและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรผ่านมาตรฐานและการรับรองต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน การพัฒนาภาคเกษตรไปสู่ความยั่งยืนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงทางอาหาร เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลกำลังเปลี่ยนแปลงทุกภาคส่วนของสังคม ในภาคเกษตรกรรมก็ไม่ได้เป็นข้อยกเว้น การปฏิวัติวิธีการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมไปสู่เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสมสามารถช่วยยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน ลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญที่จะช่วยให้เกษตรกรไทยมีศักยภาพแข่งขันได้ในตลาดโลก

การเข้ามาของเทคโนโลยี 5G เป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะช่วยผลักดันการปฏิวัติดิจิทัลในภาคเกษตรกรรมไทย เนื่องด้วยคุณสมบัติพิเศษของเครือข่าย 5G ที่มีทั้งความเร็วสูง มีความหน่วงต่ำ และมีความสามารถในการรองรับอุปกรณ์จำนวนมาก เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) โดรนและหุ่นยนต์ทางการเกษตรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มศักยภาพมากขึ้น ผลการศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรรมยั่งยืนสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 20-30 เมื่อเทียบกับการทำเกษตรแบบดั้งเดิมที่พึ่งพาสารเคมี โดยเฉพาะเมื่อมีการบูรณาการกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม ขณะเดียวกันนโยบาย

Bio-Circular-Green Economy (BCG) ของรัฐบาลไทยได้กำหนดให้การพัฒนาภาคเกษตรสู่ความยั่งยืนเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยตั้งเป้าหมายเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของภาคเกษตรและอาหารให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ต่อปี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ [สวทช.], 2565) ภายในปี 2570 McKinsey Global Institute (2023) ได้รายงานว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในภาคเกษตรกรรมสามารถเพิ่มผลผลิตได้สูงสุดถึงร้อยละ 25 และลดการใช้ทรัพยากรลงได้ถึงร้อยละ 20 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย ที่พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในฟาร์มขนาดเล็กของไทยสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เฉลี่ยร้อยละ 15-18 ต่อปี (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย [TDRI], 2565) นอกจากนี้ Ericsson and Arthur (2024) ยังคาดการณ์ว่าภายในปี 2030 เทคโนโลยี 5G จะสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจในภาคเกษตรกรรมทั่วโลกสูงถึง 6.8 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ในส่วนของประเทศไทย คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ 5G และส่งเสริมให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมสำคัญของประเทศ โดยตั้งเป้าหมายให้ครอบคลุมร้อยละ 90 ของพื้นที่เกษตรกรรมภายในปี 2568 (คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ [กสทช.], 2565)

การบูรณาการเทคโนโลยี 5G กับระบบนิเวศทางการเกษตรของไทยจึงเป็นโอกาสสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรไทย และเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาภาคเกษตรไปสู่ความยั่งยืนทั้งในมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเป้าหมายที่ 2 (Zero Hunger) และเป้าหมายที่ 12 (Responsible Consumption and Production) ดังนั้นบทความนี้คณะผู้เขียนจึงนำเสนอภาพรวมของการใช้เทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย รวมถึงกรณีศึกษา ความท้าทาย และแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

1. เกษตรยั่งยืน (Sustainable Agriculture)

เกษตรยั่งยืน (Sustainable Agriculture) คือ ระบบการผลิตทางเกษตรที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงความสามารถในการผลิตระยะยาว การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางอาหาร และความเป็นอยู่ของเกษตรกร (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2023) การเกษตรยั่งยืนยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ นอกจากนี้ กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกาได้นิยามองค์ประกอบของเกษตรยั่งยืนไว้ว่า

เกษตรยั่งยืนประกอบด้วยหลักการสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ (United States Department of Agriculture [USDA], 2022)

1.1 ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ (Economic Sustainability) ที่เน้นความมั่นคงทางรายได้ และการลดต้นทุนการผลิต

1.2 ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Sustainability) ที่มุ่งเน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ และ

1.3 ความยั่งยืนทางสังคม (Social Sustainability) ที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและชุมชน

สำหรับบริบทประเทศไทยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [ศสช.] (2564) ได้นิยามคำว่า เกษตรยั่งยืน ไว้ว่าเป็นการทำการเกษตรที่คำนึงถึงระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพ การหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ และการลดการพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอก โดยเกษตรยั่งยืนในบริบทของไทยมีหลายรูปแบบ เช่น เกษตรอินทรีย์ วนเกษตร เกษตรผสมผสาน เกษตรทฤษฎีใหม่ และเกษตรธรรมชาติ สำหรับประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการเป็นผู้นำด้านเกษตรยั่งยืนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากมีองค์ความรู้ด้านการเกษตรดั้งเดิมที่หลากหลายและมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศ

โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ามาของเทคโนโลยี 5G จะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการที่จะช่วยผลักดันการปฏิวัติดิจิทัลในภาคเกษตรกรรมไทยให้ดีขึ้นในมิติต่าง ๆ เทคโนโลยี 5G มีศักยภาพในการปฏิวัติเกษตรกรรมและผลักดันให้เกิดความยั่งยืนในหลายด้าน โดยเฉพาะการเกษตรแม่นยำ ซึ่งเทคโนโลยี 5G ช่วยให้เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกษตรกรสามารถติดตามสภาพดิน ความชื้น และสารอาหารได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้ใช้ปุ๋ยและน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลดังกล่าว เทคโนโลยี 5G จึงเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาเกษตรกรรมที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร นอกจากนี้ยังสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย

2. เทคโนโลยี 5G

เทคโนโลยี (5th Generation Wireless Technology; 5G) เป็นมาตรฐานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และการสื่อสารไร้สายรุ่นที่ 5 ที่ถูกพัฒนาต่อยอดจากเทคโนโลยี 4G LTE หรือ 4th Generation of Technology for Mobile Network ที่มีศักยภาพการใช้งานเหนือกว่าเทคโนโลยีในรุ่นก่อน ๆ อย่างมีนัยสำคัญทั้งในด้านความเร็ว ความจุ ความหน่วง และความเสถียร เทคโนโลยี 5G จึงถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยขับเคลื่อน การปฏิวัติดิจิทัลในทุกภาคส่วนของสังคมรวมถึงภาคเกษตรกรรม (International Telecommunication Union [ITU], 2023) โดยคุณสมบัติเด่น

ของเทคโนโลยี 5G คือ มีคุณสมบัติที่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานที่หลากหลายโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ หรือ International Telecommunication Union: ITU ได้กำหนดความสามารถหลัก 3 ประการ ของเทคโนโลยี 5G ดังนี้

2.1 มีความเร็วสูง (Enhanced Mobile Broadband: eMBB) เทคโนโลยี 5G สามารถรองรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดถึง 20 Gbps (กิกะบิตต่อวินาที) ซึ่งเร็วกว่า 4G ประมาณ 10-100 เท่า ความเร็วที่สูงขึ้นนี้ช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ภาพถ่ายที่มีความละเอียดสูงหรือวิดีโอระดับ 4K/8K หรือข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ ส่งผลให้สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (Ericsson & Arthur, 2024)

2.2 สามารถเชื่อมต่อได้จำนวนมาก (Massive Machine Type Communications: mMTC) เทคโนโลยี 5G รองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ได้มากถึง 1 ล้านอุปกรณ์ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งมากกว่าเทคโนโลยี 4G ประมาณ 10 เท่า คุณสมบัตินี้เหมาะสำหรับการรองรับอุปกรณ์ IoT ได้จำนวนมากที่ต้องการเชื่อมต่อพร้อมกันในพื้นที่เดียวกัน (Huawei, 2023)

2.3 มีความหน่วงต่ำ (Ultra-Reliable Low Latency Communications: URLLC) เทคโนโลยี 5G มีความหน่วง (latency) ต่ำมาก เพียง 1 มิลลิวินาที ซึ่งน้อยกว่าเทคโนโลยี 4G ที่มีความหน่วงประมาณ 30-50 มิลลิวินาที ความหน่วงต่ำนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับแอปพลิเคชันที่ต้องการการตอบสนองแบบเรียลไทม์ เช่น การควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกล หรือระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง (Qualcomm, 2024)

3. เทคโนโลยี 5G ในภาคเกษตรกรรม

สำหรับภาคเกษตรกรรมความเร็วสูงของ 5G ช่วยให้การส่งข้อมูลภาพถ่ายจากโดรนที่บินสำรวจพื้นที่เพาะปลูก หรือภาพวิดีโอจากกล้องความละเอียดสูงที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลผลิตสามารถทำได้แบบเรียลไทม์โดยไม่มีความล่าช้า (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020) และสามารถรองรับอุปกรณ์จำนวนมากช่วยให้มีความสามารถติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดความชื้น อุณหภูมิ หรือธาตุอาหารในดินได้อย่างหนาแน่นและครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่เพาะปลูก ส่งผลให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและแม่นยำมากขึ้น (Nokia, 2023) นอกจากนี้ เทคโนโลยี 5G จะมีลักษณะที่มีความหน่วงต่ำช่วยให้การควบคุมเครื่องจักรกลการเกษตรอัตโนมัติ เช่น รถแทรกเตอร์ไร้คนขับ หรือหุ่นยนต์เก็บเกี่ยว สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำและปลอดภัย เนื่องจากคำสั่งควบคุมจะถูกส่งและตอบสนองได้อย่างทันที

4. การเผชิญกับความท้าทายของการใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคเกษตรกรรมของไทย

การเผชิญกับความท้าทายของเทคโนโลยี 5G ในภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะในประเทศกำลังการพัฒนาอย่างเช่นประเทศไทย ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาตามข้อมูลจาก World Bank (2023) คือ ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐาน 5G ในพื้นที่ชนบทมีราคาสูงมากโดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 150,000-300,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อสถานีฐาน การครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้สถานีฐานจำนวนมาก ทำให้ผู้ให้บริการเครือข่ายอาจไม่เต็มใจลงทุนในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรต่ำ การศึกษาของ Deichmann et al. (2021) ยังชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนามักขาดความรู้และทักษะดิจิทัลที่จำเป็น รวมถึงมีข้อจำกัดด้านเงินทุนสำหรับการลงทุนในอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังมีความท้าทายอื่น ๆ เช่น

4.1 ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล จากรายงานของ Rudgard and Mangstl (2022) พบว่าในหลายประเทศกำลังพัฒนา มีเกษตรกรน้อยกว่าร้อยละ 20 ที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงอาจทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเกษตรกรที่มีเทคโนโลยีทันสมัยและเกษตรกรแบบดั้งเดิม

4.2 ความท้าทายด้านการใช้พลังงาน เทคโนโลยี IoT และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตรอัจฉริยะต้องการแหล่งพลังงานที่มีความเสถียร ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในบางพื้นที่ชนบทที่มีไฟฟ้าไม่เสถียรหรือเข้าไม่ถึง (Kumar et al., 2022)

4.3 ความกังวลด้านความปลอดภัยของข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนมากเกี่ยวกับการเพาะปลูกและที่ดินอาจนำไปสู่ความกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัยของข้อมูล โดยเฉพาะในกรณีที่เกษตรกรไม่มีความรู้เพียงพอเกี่ยวกับสิทธิ์ในข้อมูลของตน (Smith, 2023)

4.4 ความยั่งยืนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การผลิตและการกำจัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับ 5G และ IoT อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หากไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสม (Green et al., 2023)

เพื่อแก้ไขความท้าทายเหล่านี้ จำเป็นต้องมีความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรระหว่างประเทศในการพัฒนานโยบายและโครงการที่ส่งเสริมการเข้าถึงเทคโนโลยีอย่างเท่าเทียม รวมถึงการสร้างศักยภาพและการให้ความรู้แก่เกษตรกรของไทย

5. แนวทางการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

5.1 ความเหมาะสมทางภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อม ประเทศไทยมีความหลากหลายทางระบบนิเวศเกษตรกรรม ทำให้สามารถทดลองใช้เทคโนโลยี 5G ในหลากหลายบริบท ตั้งแต่พื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง พื้นที่สูงภาคเหนือ จนถึงพื้นที่แห้งแล้งในภาคอีสาน

5.2 โครงสร้างเศรษฐกิจที่เอื้อต่อการพัฒนาไทยมีทั้งเกษตรกรรมแบบพาณิชย์ขนาดใหญ่ และเกษตรกรรมแบบครัวเรือน ทำให้มีโอกาสในการพัฒนาโซลูชันที่หลากหลายระดับ

5.3 ความพร้อมของผู้ประกอบการเทคโนโลยีมีสตาร์ทอัพและบริษัทเทคโนโลยีการเกษตร (AgTech) เกิดขึ้นจำนวนมากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในเขตนวัตกรรมพิเศษระยอง เศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC)

6. กรณีศึกษาการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย

6.1 โครงการความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยบูรพากับผู้ให้บริการโทรคมนาคมในการ พัฒนาระบบติดตามการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งด้วยเทคโนโลยี 5G สามารถลดอัตราการสูญเสียจาก โรคระบาดได้มากกว่าร้อยละ 30 ในจังหวัดชลบุรี

6.2 แปลงสาธิตอ้อยอัจฉริยะจังหวัดกาญจนบุรี โรงงานน้ำตาลร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ ใช้ระบบเซ็นเซอร์เครือข่าย 5G เพื่อจัดการระบบน้ำและการใส่ปุ๋ย ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 15-20 และลดการใช้น้ำลงได้ถึงร้อยละ 25

6.3 นิคมเกษตรอุตสาหกรรมภาคใต้ ได้มีการใช้เทคโนโลยี 5G ในการจัดการสวนทุเรียนและ มังคุดแบบแม่นยำสูง ส่งผลให้สามารถควบคุมคุณภาพผลผลิตและเพิ่มสัดส่วนผลไม้เกรดส่งออกได้ มากขึ้น

6.4 ฟาร์มอัจฉริยะในจังหวัดเชียงใหม่ เป็นฟาร์มปลูกผักขนาดใหญ่ได้ติดตั้งเซ็นเซอร์ ที่เชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยี 5G ทัวทั้งแปลงเพาะปลูกเพื่อตรวจวัดความชื้นในดิน อุณหภูมิ และระดับ สารอาหารแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้ประหยัดน้ำได้ได้ถึงร้อยละ 25 ผ่านการจัดการระบบชลประทานที่ เหมาะสม และลดการใส่ปุ๋ยลงได้ถึงร้อยละ 30 ด้วยการใช้ปุ๋ยแบบแม่นยำ ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 18

6.5 สวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี แปลงสวนทุเรียนคุณภาพพรีเมียมได้นำโดรนที่รองรับ เทคโนโลยี 5G มาใช้ในการตรวจสอบทางอากาศ และติดตั้งเซ็นเซอร์ IoT สำหรับวิเคราะห์สภาพ ภูมิอากาศระดับจุลภาค ระบบนี้ช่วยในการตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชได้ตั้งแต่แรกที่มีการระบาด ในแปลงปลูก ผ่านภาพถ่ายความละเอียดสูงที่ประมวลผลด้วยอัลกอริทึม AI ส่งผลให้ลดการใช้จ่ายฆ่า แมลงลงร้อยละ 22 และคุณภาพผลไม้ออกมาดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

6.6 สหกรณ์การทํานาในจังหวัดสุพรรณบุรี ชาวนา 120 ราย ได้นำระบบเกษตรอัจฉริยะด้วย เทคโนโลยี 5G มาใช้ ซึ่งรวมถึงการจัดการน้ำแบบอัตโนมัติ การตรวจสอบพืชด้วยโดรน และการ วิเคราะห์แบบคาดการณ์สำหรับการควบคุมศัตรูพืช ระบบนี้ช่วยลดต้นทุนแรงงานลงร้อยละ 35 และเพิ่มผลผลิตข้าวขึ้นได้ถึงร้อยละ 15 พร้อมกับปรับปรุงคุณภาพเมล็ดข้าวให้ดีขึ้น

6.7 การจัดการปศุสัตว์ในจังหวัดราชบุรี ฟาร์มโคนมขนาดใหญ่ได้นำเซ็นเซอร์แบบสวมใส่ ที่เชื่อมต่อด้วยเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการติดตามสุขภาพโคโดยระบบจะติดตามสัญญาณชีพ รูปแบบ

การเคลื่อนไหวย และกิจกรรมการเคี้ยวเอื้อง เพื่อตรวจจับสัญญาณเริ่มต้นของการเจ็บป่วยและสถานะการสืบพันธุ์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการสัตวแพทย์ลงได้ถึงร้อยละ 40 และเพิ่มการผลิตน้ำนมขึ้นถึงร้อยละ 12 ส่งผลให้มีการจัดการสุขภาพสัตว์ในฟาร์มที่ดีขึ้น

6.8 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในจังหวัดสมุทรสาคร ได้มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ IoT ใต้น้ำที่เชื่อมต่อผ่าน 5G เพื่อตรวจสอบพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ โดยระบบสามารถปรับตารางการให้อาหารและการบำบัดน้ำโดยอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อม ส่งผลให้ช่วยลดการสูญเสียอาหารลงถึงร้อยละ 28 ลดการระบาดของโรคลงได้ถึงร้อยละ 60 และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมขึ้นได้ถึงร้อยละ 25

กรณีศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยี 5G กำลังเปลี่ยนแปลงภาคเกษตรกรรมของไทยผ่านเทคนิคการทำเกษตรแบบแม่นยำ ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม มีการลดต้นทุน มีการปรับปรุงผลผลิต และสามารถเพิ่มความยั่งยืนในภาคการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย อีกด้วย

7. ทิศทางการพัฒนาในอนาคตของการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย ควรมุ่งเน้นไปที่

7.1 การบูรณาการเทคโนโลยี 5G กับ AI และ Big Data เพื่อให้เกิดแนวโน้มการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ 5G เพื่อทำนายผลผลิต คาดการณ์โรคระบาด และให้คำแนะนำที่แม่นยำ

7.2 การพัฒนา Digital Twins สำหรับฟาร์มโดยการสร้างโมเดลดิจิทัลของฟาร์มเพื่อจำลองสถานการณ์และทดสอบแนวทางการจัดการก่อนนำไปใช้จริง

7.3 การสร้างระบบการค้าเกษตรอัจฉริยะโดยการใช้เทคโนโลยี 5G ร่วมกับ Blockchain เพื่อสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับและการซื้อขายผลผลิตแบบอัตโนมัติ

7.4 การบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูงในอนาคตอันใกล้ เราจะได้เห็นการผสมผสานเทคโนโลยี 5G ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) อย่างลึกซึ้งมากขึ้น ระบบจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จำนวนมากและเรียนรู้รูปแบบการเพาะปลูกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละพื้นที่ การพยากรณ์สภาพอากาศเฉพาะพื้นที่จะแม่นยำมากขึ้น ช่วยให้เกษตรกรวางแผนกิจกรรมทางการเกษตรได้อย่างเหมาะสม

7.5 การสร้างแพลตฟอร์มการเกษตรแบบครบวงจร การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลที่รวมทุกขั้นตอนของการเกษตรตั้งแต่การวางแผนการผลิต การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว ไปจนถึงการตลาดและการขนส่งโดยใช้เทคโนโลยี 5G เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการเชื่อมโยงข้อมูลเกษตรกรเพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงลึกและเข้าถึงตลาดได้โดยตรงส่งผลให้ลดการพึ่งพาพ่อค้าคนกลาง

7.6 การสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับและความปลอดภัยอาหาร เทคโนโลยี 5G จะช่วยยกระดับระบบตรวจสอบย้อนกลับผลผลิตทางการเกษตรโดยผู้บริโภคสามารถตรวจสอบแหล่งที่มาวิธีการผลิตและการขนส่งของอาหารได้อย่างละเอียด ส่งผลต่อการสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยและคุณภาพ รวมทั้งเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตรไทยในตลาดสากล

7.7 การสร้างเครือข่ายเกษตรกรอัจฉริยะ การพัฒนาเครือข่ายเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยี 5G ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความรู้ระหว่างกันของเกษตรกรในพื้นที่ต่าง ๆ สามารถแบ่งปันประสบการณ์ เทคนิคการเพาะปลูก และแนวทางการแก้ไขปัญหาผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลจะช่วยส่งผลให้การถ่ายทอดความรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วและทั่วถึง

7.8 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ชนบท การขยายเครือข่าย 5G ให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมในชนบทจะเป็นจุดเน้นสำคัญโดยภาครัฐและเอกชนจะร่วมมือกันลงทุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี สร้างโอกาสให้เกษตรกรในทุกพื้นที่เพื่อสามารถยกระดับการผลิตสู่มาตรฐานเกษตรอัจฉริยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.9 การศึกษาและพัฒนาทักษะดิจิทัล การสร้างหลักสูตรฝึกอบรมและพัฒนาทักษะดิจิทัลสำหรับเกษตรกรโดยเฉพาะเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงการสร้างผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการเกษตรรุ่นใหม่ที่จะเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนภาคเกษตรไทยในอนาคต

ทิศทางการพัฒนาเหล่านี้จะช่วยเปลี่ยนภาคเกษตรกรรมไทยให้เข้าสู่ยุคดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกและสร้างความยั่งยืนให้กับอาชีพเกษตรกรซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของเศรษฐกิจไทย

8. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับการนำเทคโนโลยี 5G ในภาคการเกษตรไทย ควรมุ่งเน้นไปที่

8.1 การพัฒนาแพลตฟอร์มข้อมูลกลางเพื่อให้มีการพัฒนาระบบข้อมูลที่เชื่อมโยงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ภาคสนาม ข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสร้าง “Thailand Agriculture Data Lake” ที่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้

8.2 การสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมเกษตรระดับชุมชนเพื่อส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์นวัตกรรมเกษตรในระดับตำบลหรืออำเภอ เพื่อเป็นพื้นที่ทดลองเทคโนโลยีและถ่ายทอดความรู้

8.3 นโยบายสินเชื่อเพื่อการลงทุนในเกษตรอัจฉริยะเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สินเชื่อเฉพาะสำหรับเกษตรกรที่ต้องการลงทุนในอุปกรณ์และระบบเกษตรอัจฉริยะ โดยอาจมีการค้ำประกันโดยรัฐบาลหรืออัตราดอกเบี้ยพิเศษ

แนวทางและนโยบายดังกล่าวอาจส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี 5G ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในภาคเกษตรไทย ทั้งในระดับฟาร์มรายย่อยและเชิงพาณิชย์โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกษตรกรไทยสามารถปรับตัวสู่การเกษตรยุคใหม่ที่ยั่งยืน มีศักยภาพในการแข่งขันระดับโลก และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ

สรุป

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อสนับสนุนการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย ท่ามกลางความท้าทายที่ภาคเกษตรกรรมต้องเผชิญ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง ต้นทุนการผลิตที่สูง การขาดแคลนแรงงาน และการแข่งขันในตลาดโลกที่สูง เทคโนโลยี 5G ซึ่งมีคุณสมบัติโดดเด่นด้านความเร็วสูง ความหน่วงต่ำ และสามารถรองรับอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการปรับเปลี่ยนเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมไปสู่ระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพผลผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม การใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคเกษตรยังรวมถึงการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ การใช้โดรนและเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม และการวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน AI เพื่อการตัดสินใจเชิงรุก ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถรับมือกับความเสี่ยงต่าง ๆ ได้ดีขึ้น กรณีศึกษาที่ผ่านมการนำเทคโนโลยี 5G ไปใช้ในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในจังหวัดชลบุรี แปลงสาธิตย่อยในกาญจนบุรี ระบบจัดการสวนผลไม้ในนิคมภาคใต้ และกรณีศึกษาอื่น ๆ ที่ได้นำเสนอ ล้วนแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์เชิงบวกอย่างชัดเจน

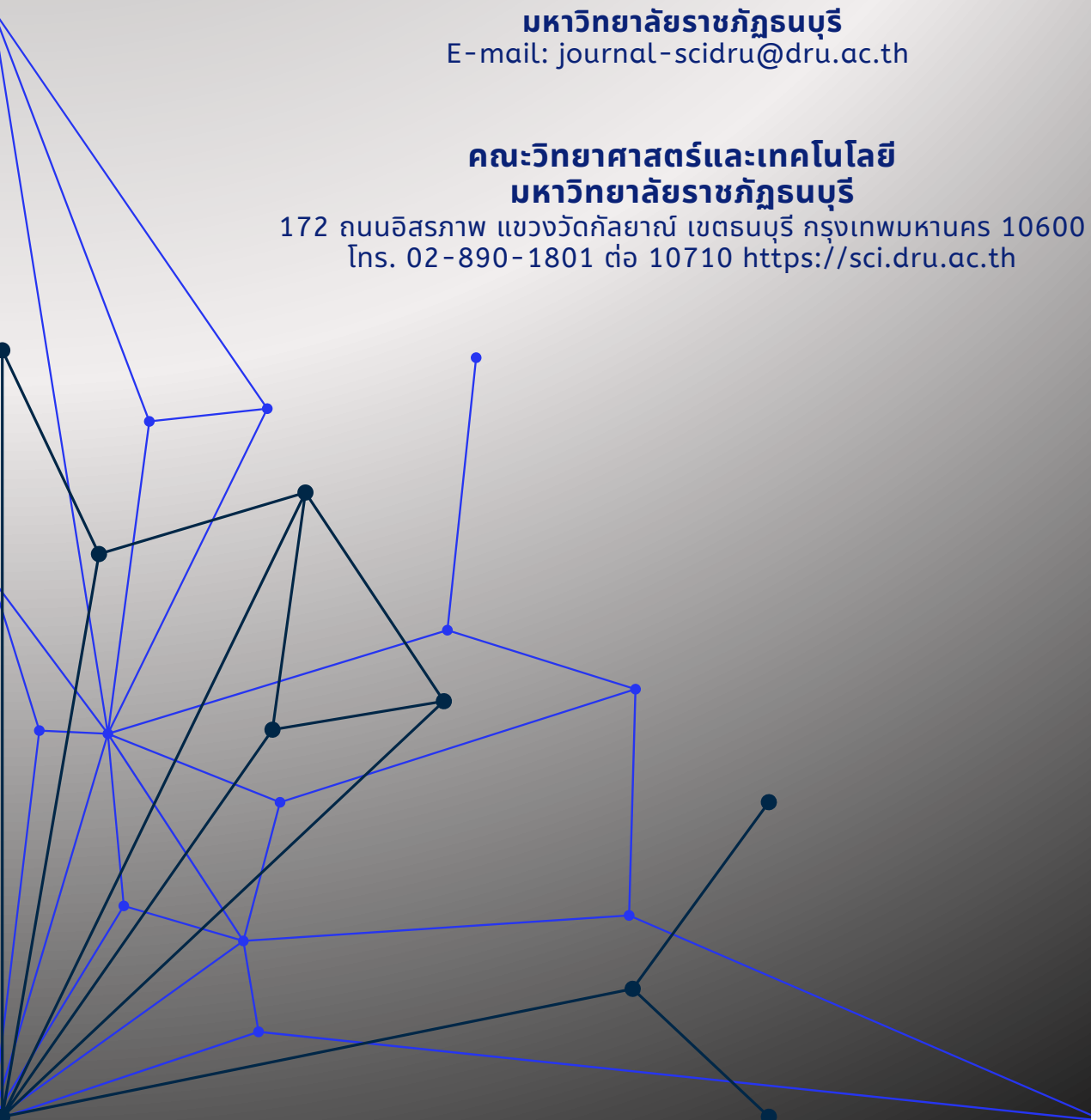
อย่างไรก็ตาม การขยายการใช้เทคโนโลยียังคงเผชิญกับอุปสรรคหลายด้าน เช่น ต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ชนบท ความรู้ทางดิจิทัลของเกษตรกรรายย่อย ความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยี และปัญหาด้านความมั่นคงของข้อมูล จึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากภาครัฐ เอกชน รวมทั้งภาคประชาสังคม เพื่อออกแบบนโยบายและโครงการที่ตอบโจทย์ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ [กสทช.]. (2566). แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในระยะที่ 2 พ.ศ. 2566 –2570. ค้นเมื่อ 6 เมษายน 2568, จาก <https://drive.onde.go.th/index.php/s/emYbMTSHAcBdBcn>.

- ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก. (2568). สถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มปลูกพืชอัจฉริยะในประเทศไทย. **วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม**, 24(1), C1-C10.
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย [TDRI]. (2565). **ผลกระทบของ Disruptive Technology ต่อภาคเกษตรไทยและการเตรียมความพร้อม**. ค้นเมื่อ 6 เมษายน 2568, จาก <https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2022/09/wb189.pdf>.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [ศสช.]. (2564). **SDG Vocab | 06 – Sustainable Agriculture – เกษตรกรรมยั่งยืน**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2567, จาก <https://www.sdgmovement.com/2021/05/15/sdg-vocab-06-sustainable-agriculture/>.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ [สวทช.]. (2565). **แผนปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไทยด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG พ.ศ. 2564–2570**. ค้นเมื่อ 6 เมษายน 2568, จาก <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/bcg/BCG-Action-Plan-2564-2570-256502-02.pdf>.
- Deichmann, U., Goyal, A., & Mishra, D. (2021). Will digital technologies transform agriculture in developing countries **Agricultural Economics**, 47(S1), 21–33. <https://doi.org/10.1111/agec.1230>.
- Ericsson. (2024). **The 5G agriculture market outlook 2024–2030**. Retrieved April 24, 2024 , from <https://www.ericsson.com/en/about-us/new-world-of-possibilities/imagine-possible-perspectives/smart-farming>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2023). Climate change impacts on agriculture in Southeast Asia. Bangkok: **FAO Regional Office for Asia and the Pacific**.
- Green, T., Wilkinson, S., & Johnson, P. (2023). Environmental impacts of IoT and 5G implementation in agricultural settings: A lifecycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, 375, 134211.
- Huawei. (2023). **5G use cases and applications in agriculture**. Shenzhen: Huawei Technologies.
- International Telecommunication Union [ITU]. (2023). **IMT vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond**. Geneva: ITU.

- Kumar, R., Singh, V., & Sharma, A. (2022). Energy concerns in IoT-enabled smart agriculture: Challenges and solutions for developing regions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 156, 111963.
- McKinsey Global Institute. (2023). **Agriculture's connected future: How technology can yield new growth**. New York: McKinsey & Company.
- Nokia. (2023). **5G for smart agriculture: Transforming the farming industry with connectivity**. Espoo: Nokia Corporation.
- Qualcomm. (2024). **5G ultra-low latency: Enabling the tactile internet**. San Diego: Qualcomm Technologies.
- Rudgard, S., & Mangstl, A. (2022). **Digital agriculture transformation: Bridging the rural digital divide**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. **Agronomy**, 10(2), 207.
- Smith, J. (2023). Data privacy and security challenges in precision agriculture: Protecting farmers' digital assets. **Journal of Agricultural Informatics**, 14(2), 67–82.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2022). **Sustainability in agriculture: Concepts, principles, and evidence**. Washington, D.C.: USDA.
- World Bank. (2023). **Digital agriculture: Opportunities and challenges in developing countries**. Washington, D.C.: World Bank.



**กองบรรณาธิการ
วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**
E-mail: journal-scidru@dru.ac.th

**คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี**
172 ถนนอิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600
โทร. 02-890-1801 ต่อ 10710 <https://sci.dru.ac.th>