



ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2568

VOL. 3 NO. 1 May – August 2025

ISSN: 2985-1645 (Online)

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM

KBU Journal of Aviation Management : KBUJAM



kbuapdi
Official



@apdi_kbu



<https://apdi.kbu.ac.th>

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM) เป็นวารสารวิชาการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิชาการแก่นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ นิสิต นักศึกษา ผู้เชี่ยวชาญ และบุคคลทั่วไป เพื่อส่งเสริมการสร้างงานวิจัยและกระตุ้นการพัฒนาค้นคว้าความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการอุตสาหกรรมการบิน การจัดการขนส่งทางอากาศ การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน รวมถึงการจัดการอุตสาหกรรมบริการ

บทความที่รับตีพิมพ์ในวารสารมีเนื้อหาที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับ การบริหารจัดการและการดำเนินงานในอุตสาหกรรมการบิน (Aviation Industry Operations Management) การจัดการขนส่งทางอากาศ (Air Transportation Management) การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (Logistics and Supply Chain Management) และ การจัดการอุตสาหกรรมบริการ (Service Industry Management) โดยจัดพิมพ์เผยแพร่ต่อเนื่องปีละ 3 ฉบับ ในเดือนมกราคม - เมษายน เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม และ เดือนกันยายน - ธันวาคม ของทุกปี

กองบรรณาธิการวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน มีความยินดีรับบทความวิจัย (Research article) บทความทางวิชาการ (Academic article) บทความปริทัศน์ (Review article) และ บทวิจารณ์หนังสือ (Book review) ที่ยังไม่เคยเผยแพร่ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน ทั้งนี้ ผู้สนใจสามารถดูรายละเอียดได้ที่ <https://so19.tci-thaijo.org/index.php/KBUJAM> หรือ เว็บไซต์ KBU Journal of Aviation Management และ ติดต่อได้ทางอีเมล aviationjournal@kbu.ac.th

แนวทางการตีพิมพ์บทความในวารสาร

- การพิจารณาตีพิมพ์บทความในวารสารเป็นไปตามขั้นตอนและสิทธิ์จากกองบรรณาธิการ
- บทความที่ตอบรับตีพิมพ์จะต้องผ่านการตรวจสอบทางวิชาการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ส่วนเนื้อหาในบทความที่ตีพิมพ์เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน มิใช่ความคิดเห็นและความรับผิดชอบของสถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
- บทความต้องอ้างอิงการคัดลอกให้ถูกต้องตามระเบียบปฏิบัติในการเขียนบทความเชิงวิชาการที่นักวิชาการถือปฏิบัติและมีความสอดคล้องถูกต้องตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

บทบรรณาธิการ

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM) ฉบับนี้ออกตีพิมพ์เป็นปีที่ 3 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2568

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน ประกอบด้วยเนื้อหาทางวิชาการ ที่กองบรรณาธิการให้ความสำคัญพิจารณาคัดเลือกบทความด้านการดำเนินงานและบริหารจัดการอุตสาหกรรมการบิน การจัดการขนส่งทางอากาศ การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน รวมถึงการจัดการอุตสาหกรรมการบริการ เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการวิจัย และการพัฒนาองค์ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ ดังกล่าว มีกระบวนการพิจารณารับบทความวิจัย และบทความวิชาการที่มีคุณภาพเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร โดยผ่านการกลั่นกรองจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยที่ตรงสาขากับบทความวิจัย และบทความวิชาการที่นำเสนอ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของงานวิจัย และบทความวิชาการก่อนลงตีพิมพ์ในวารสาร โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินบทความไม่ทราบชื่อผู้เขียนบทความและผู้เขียนบทความไม่ทราบชื่อผู้ประเมินบทความ (Double-blind peer review)

บทความวิจัย และ บทความปริทัศน์ที่ลงตีพิมพ์ในวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM) ฉบับนี้ ประกอบด้วยบทความวิจัย เรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ UAV ของศูนย์การบินทหารบกในการบรรเทาสาธารณภัย (The Application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology by the Army Aviation Center in Disaster Relief) เรื่องงานศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำได้โดยใช้วัสดุจากเสื้อชูชีพหมดอายุในอุตสาหกรรมการบิน (The development of Floating Wastewater Treatment System Using Expired Life Jacket Materials from Aviation Industry) เรื่อง แนวคิดนวัตกรรมการฝึกนักบินทหารบกโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) (Innovative Concepts in Army Pilot Training Using Virtual Reality (VR) Technologies) เรื่องคลังสินค้าอัจฉริยะเพื่อการบริหารทรัพยากรสายการบิน (Smart Aviation Warehouse & Enterprise Integration) รวมถึงบทความปริทัศน์ เรื่อง Improving Operational Resilience with AIRQUAL: Managing Flight Delays and Cancellations in Airport IT Disruptions

กองบรรณาธิการวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน หวังว่าผู้อ่านที่สนใจบทความวิจัย บทความวิชาการ และ บทความปริทัศน์ ดังกล่าว จะได้รับประโยชน์จากแนวคิดของผลการวิจัยและผลการศึกษา โดยนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการและการดำเนินงานในองค์กรของท่านต่อไป รวมทั้งผู้สนใจทำการศึกษาวิจัยสามารถนำผลงานวิจัยไปขยายผล ต่อยอดงานวิจัยในประเด็น หรือกรณีศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงถึงกัน

ดร.ธงชัย จีระดิษฐ์

บรรณาธิการวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM

ISSN: 2985-1645 (Online)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม 2568

VOL. 3 NO. 1 May – August 2025

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความปริทัศน์ และ บทความวิจารณ์หนังสือ ที่ศึกษาวิจัยด้านการดำเนินงานและบริหารจัดการอุตสาหกรรมการบิน การขนส่งทางอากาศ การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน และอุตสาหกรรมบริการ
2. เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ และศาสตร์ ทางด้าน อุตสาหกรรมการบินรวมถึงองค์ความรู้ด้านบริหารธุรกิจ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่เชื่อมโยงกัน และส่งเสริมกัน

เจ้าของ สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ที่ปรึกษา

ดร.วัลลภ สุวรรณดี

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ดร.เสนีย์ สุวรรณดี

รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ดร.เมธา เกตุแก้ว

ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

บรรณาธิการ/บรรณาธิการผู้พิมพ์โฆษณา

ดร.ธงชัย จีระดิษฐ์

สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมรัตน์ จังศิริวัฒนา	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.เนตร์ศิริ เรืองอริยภักดิ์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.กฤษณ์ วิทวัสสำราญกุล	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา วาพัฒน์วงศ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร จันทน์พยอม	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณภัทร กันแก้ว	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกฉัตร ต้นศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณเพ็ญ ถาวรประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกร เลิศลักษณ์ธาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ณัฏฐา บุรพรัตน์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความภายนอกมหาวิทยาลัย

ศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา วาพัฒน์วงศ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทร วุฒธะพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณภัทร กันแก้ว	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกฉัตร ต้นศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกร เลิศลักษณ์ธาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณเพ็ญ ถาวรประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสวัตต์ สุตินุญามณี	ผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมการบิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกียรติภานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บวรลักษณ์ เกื้อสุวรรณ	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว	สถาบันการบินพลเรือน
ดร.สรียาภรณ์ ประเสริฐศรี	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ณรงค์ ทมเจริญ	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ดร.วิลาศ ดวงกำเนิด	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ดร.สุภา จิรพัฒน์นันท์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งทางอากาศ
ดร.สุทธา สรรเพชญพาณิชย์	มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
ดร.สรชัย ยมกุล	บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
ดร.สิทธิชัย จันทนันท์	บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
ดร.เจตระวีพน อินทรประสิทธิ์	บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

ดร.บุญมี เปี่ยมพริ้ง	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย
ดร.สมพงษ์ อภิรธรรมสุนทร	ผู้เชี่ยวชาญด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ดร.ประทีป กิริติบดี	ผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งทางอากาศ
ดร.มงคลไชย เทียนสุตินนท์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ดร.เบญจพร มีพร้อม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความภายในมหาวิทยาลัย

ดร.เมธา เกตุแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร จันทน์พยอม	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมรัตน์ จังศิริวัฒนา	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ศุภโชค สุทธิโชติ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.กฤษณ์ วิทวัสสำราญกุล	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.เนตรศิริ เรืองอริยภักดิ์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ไอย์รัชชา อมรพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ธงชัย จิระดิษฐ์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ธิติพร มลิรินทร์ คริสเตนเซน	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ณฐา บุรพรัตน์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อาจารย์ อุดลยรัตน์ แจ่มเล็ก	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อาจารย์ สุดาร์ตน์ โตลานุวัตร	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ฝ่ายพิสูจน์อักษร

อาจารย์ สุวิมล มะลิวัลย์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
อาจารย์ ศศิวิมล วิจารณ์จิตร	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ฝ่ายประชาสัมพันธ์

อาจารย์ ณัฐญา ศรีสุภา	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
-----------------------	-----------------------

ฝ่ายเทคโนโลยีและสารสนเทศ

อาจารย์ สมชาย การะพิทักษ์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
คุณ ศุภธิดา กำลังรัมย์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ฝ่ายจัดการและเลขานุการกองบรรณาธิการ

ดร.ธิติพร มลิรินทร์ คริสเตนเซน	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.ณฐา บุรพรัตน์	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
คุณ วรัญญา ยาสูลง	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

สารบัญ

บทความวิจัย (Research Article)

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ UAV ของศูนย์การบินทหารบกในการบรรเทาสาธารณภัย

(The Application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology by the Army Aviation Center in Disaster Relief)

ผู้เขียน ศุภวิชญ์ อะตะมะ

หน้า 8 - 22

- งานศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำได้โดยใช้วัสดุจากเสื้อชูชีพหมดอายุในอุตสาหกรรมการบิน

(The development of Floating Wastewater Treatment System Using Expired Life Jacket Materials from Aviation Industry)

ผู้เขียน นิตติ ศิริจรรยา

หน้า 23 - 42

- แนวคิดนวัตกรรมการฝึกนักบินทหารบกโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR)

(Innovative Concepts in Army Pilot Training Using Virtual Reality (VR) Technologies)

ผู้เขียน ปณชัย ธนะปัด

หน้า 43 - 60

- คลังสินค้าอัจฉริยะเพื่อการบริหารทรัพยากรสายการบิน

(Smart Aviation Warehouse & Enterprise Integration)

ผู้เขียน สุมิขญา สุวรรณศรี, ลลิตา ขุนทอง, เอกพงศ์ ทวระ

หน้า 61 - 77

บทความปริทัศน์ (Review Article)

- Improving Operational Resilience with AIRQUAL: Managing Flight Delays and Cancellations in Airport IT Disruptions

ผู้เขียน Thongchai Jeeradist

หน้า 78 - 86

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ UAV ของศูนย์การบินทหารบก ในการบรรเทาสาธารณภัย

ศุภวิชญ์ อะตะมะ*

ศูนย์การบินทหารบก ค่ายสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

Received: 23 May 2025

Revised: 11 July 2025

Accepted: 3 August 2025

บทคัดย่อ

ปัญหาสาธารณภัย โดยเฉพาะไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย นับเป็นหนึ่งในภัยคุกคามสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพของประชาชน เศรษฐกิจ และภาพลักษณ์ในระดับนานาชาติ ไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีและเป็นสาเหตุหลักของมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน ด้วยข้อจำกัดของการควบคุมและระงับไฟป่าด้วยวิธีการแบบดั้งเดิมในการใช้เจ้าหน้าที่ภาคพื้นดินเข้าทำการสำรวจหรืออากาศยานปีกตรึง จึงมีการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aerial Vehicle: UAV) มาใช้ในการปฏิบัติการกิจด้านการเฝ้าระวังและระงับเหตุไฟป่าอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะ UAV รุ่น Hermes 450 ได้แก่ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ยากลำบาก ความคล่องตัวสูง สามารถติดตั้งเซ็นเซอร์และกล้องถ่ายภาพความร้อนสำหรับการตรวจจับจุดความร้อน รวมถึงสามารถปฏิบัติการได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ จึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการช่วยสนับสนุนการป้องกันและระงับเหตุไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ บทความวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาบทบาท ความสามารถ และประสิทธิผลของอากาศยานไร้คนขับของศูนย์การบินทหารบก ในการจัดการปัญหาไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย พร้อมทั้งวิเคราะห์แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุดในบริบทของการจัดการภัยพิบัติในอนาคต การศึกษาใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงภาคสนามเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สามารถสะท้อนประสิทธิภาพการใช้งาน UAV ในภารกิจด้านสาธารณภัยอย่างรอบด้าน

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับ, ภัยพิบัติ, ศูนย์การบินทหารบก

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: chopsupawit30@gmail.com

The Application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology by the Army Aviation Center in Disaster Relief

Supawit Atama

Army Aviation Center Fort Princess Srinagarindra

Abstract

Disasters, particularly wildfires in northern Thailand, represent a major threat to national security, with significant impacts on the environment, public health, the economy, and the country's international reputation. Wildfires occur annually and are a primary cause of air pollution, especially fine particulate matter (PM_{2.5}), which poses severe risks to the human respiratory system. Conventional methods of wildfire control such as deploying ground personnel or utilizing fixed-wing aircraft face considerable limitations. Consequently, unmanned aerial vehicles (UAVs) have been increasingly employed for wildfire surveillance and suppression. Among these, the Hermes 450 UAV has demonstrated distinct advantages, including the ability to access difficult terrain, high maneuverability, and the integration of advanced sensors and thermal imaging cameras for hotspot detection. Additionally, UAVs can perform missions with continuity and precision, making them highly effective tools in wildfire prevention and suppression. This research article aims to examine the roles, capabilities, and effectiveness of UAVs operated by the Army Aviation Center in addressing wildfire problems in northern Thailand. It further analyzes approaches for maximizing the application of UAV technology in future disaster management contexts. Field-based data collection methods were employed to obtain empirical evidence, ensuring a comprehensive assessment of UAV effectiveness in public disaster relief operations.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Disaster, Army Aviation Center

*Corresponding Author: Email: chopsupawit30@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา

ประเทศไทยประสบกับปัญหาไฟป่าที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงและป่าทึบ ทำให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก ไฟป่า ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แต่ยังกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เศรษฐกิจในท้องถิ่น และคุณภาพชีวิตโดยรวมของผู้คนในพื้นที่อย่างรุนแรง

ข้อมูลจากกรมป่าไม้ แสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วง 1 ตุลาคม 2566 – 10 กุมภาพันธ์ 2568 มีเหตุการณ์ดับไฟป่าจำนวน 75 ครั้ง ครอบคลุมพื้นที่เสียหายประมาณ 1,751 ไร่ ขณะที่ในช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อนหน้า (ปีงบประมาณ 2566) มีไฟป่าเกิดขึ้นถึง 214 ครั้ง และมีพื้นที่เสียหายกว่า 7,711.5 ไร่ (กรมป่าไม้, 2568)

ปัญหาสำคัญประการหนึ่ง คือ การตรวจจับและเฝ้าระวังไฟป่าในระยะเริ่มต้นยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ การใช้กำลังเจ้าหน้าที่ในการลาดตระเวนมีข้อจำกัดทั้งด้านจำนวน งบประมาณ เวลา และความปลอดภัย โดยเฉพาะในพื้นที่ทุรกันดาร เดิมมีการใช้อากาศยานปีกตรึงในการบินสำรวจและบันทึกภาพกลุ่มควัน แต่ยังไม่ตอบโจทย์ในด้านความคล่องตัวและการรับรู้สถานการณ์แบบเรียลไทม์

ต่อมา ศูนย์การบินทหารบกได้นำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) มาใช้ในการเฝ้าระวังและตรวจสอบไฟป่า UAV สามารถบินครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว ติดตั้งกล้องอินฟราเรดสำหรับตรวจจับความร้อน ส่งข้อมูลภาพแบบเรียลไทม์ไปยังศูนย์บัญชาการ และช่วยให้การวางแผนการเข้าระงับเหตุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย เทคโนโลยีนี้จึงมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการไฟป่า ลดความเสียหายต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีนัยสำคัญ

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการนำอากาศยานไร้คนขับ UAV เปรียบเทียบกับวิธีการลาดตระเวนภาคพื้นดินหรือการใช้อากาศยานปีกตรึง

2) เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี UAV ให้เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ในการบริหารจัดการไฟป่าอย่างยั่งยืน เพิ่มขีดความสามารถในการรับมือและลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติในระยะยาว

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1) ได้ข้อมูลเปรียบเทียบเชิงสถิติระหว่างการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) กับวิธีการเฝ้าระวังแบบดั้งเดิม ซึ่งช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการจัดสรรทรัพยากรในการบริหารจัดการไฟป่าอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ได้แนวทางการพัฒนาและประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ เฝ้าระวัง และตอบสนองต่อสถานการณ์ไฟป่าในอนาคต

คำถามวิจัย

1) การใช้ UAV ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการบรรเทาสาธารณภัยด้านเวลา ความแม่นยำ และความปลอดภัยอย่างไรบ้าง?

2) การประยุกต์ใช้ UAV สามารถเสริมสร้างความสามารถเชิงกลยุทธ์ในการจัดการภัยพิบัติระยะยาวได้หรือไม่ และอย่างไร?

สมมติฐานการวิจัย

1) การใช้เทคโนโลยี UAV โดยศูนย์การบินทหารบกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรเทาสาธารณภัยในด้านความรวดเร็วและความแม่นยำ

2) การประยุกต์ใช้ UAV อย่างเป็นระบบสามารถเสริมสร้างขีดความสามารถเชิงกลยุทธ์ในการจัดการภัยพิบัติในระยะยาว

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

โดรนถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกจากแนวคิดของบิดาแห่งไฟฟ้ากระแสสลับ Nikola Tesla ในปี ค.ศ.1915 และถูกสร้างเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1916 โดย Archibald Montgomery นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับอากาศยานเพื่อใช้เป็นเป้าฝึกทางการทหาร ต่อมาหลังจากช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 นั้นโดรนได้ถูกนำมาพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จากนั้นช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 โดรนยังถูกนำมาเป็นเป้าฝึกให้กับพลยิงปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน โดยหลังจากหมดยุคสงครามโลกครั้งที่ 2 รัสเซียเริ่มมีการประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ไอพ่นร่วมกับโดรน และสหรัฐอเมริกามีการพัฒนาโดรนให้มีขนาดเล็กลง จนนำไปสู่การใช้โดรนในภารกิจสอดแนมทางทหาร ที่มีชื่อว่า “ฟรีเดเตอร์” เป็นอากาศยานไร้คนขับติดอาวุธ ซึ่งมีกำลังเครื่องยนต์อยู่ที่ 101 แรงม้า เพดานบินสูงสุดอยู่ที่ 7,600 เมตร และสามารถบินด้วยความเร็วสูงสุดถึง 216 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

อากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เป็นอากาศยานที่ไม่มีนักบินประจำการอยู่บนเครื่อง เป็นอากาศยานที่ไร้คนขับหรือนักบินแต่สามารถควบคุมได้ มีรูปร่าง ขนาด รูปแบบ และเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป ตามหลักแล้วอากาศยานไร้คนขับ คือ โดรน (Drone) นั่นเอง เป็นอากาศยานที่ควบคุมจากระยะไกล ใช้การควบคุมอัตโนมัติซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมอัตโนมัติจากระยะไกล และการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบการบินด้วยตนเองซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีระบบที่ซับซ้อนแล้วมีการติดตั้งไว้ในอากาศยาน อาจมีการติดตั้งกล้องถ่ายภาพคุณภาพสูงทั้งกล้องถ่ายภาพในเวลากลางวัน (Electro Optical) และกล้องอินฟราเรด (Infrared Sensor) ที่สามารถบันทึกภาพระยะไกลได้แล้วแพร่ภาพ สัญญาณมายังจอภาพที่สถานีภาคพื้นดินในเวลาใกล้เคียงเวลาจริงมากที่สุด (Near Real Time: NRT) ทำให้ผู้บังคับบัญชาสามารถมองเห็นภาพสนามรบในเวลาใกล้เคียงเวลาเป็นจริงมากที่สุด นอกจากนั้นอากาศยานไร้คนขับ ยังสามารถปฏิบัติ

ภารกิจด้านข่าวกรอง การเฝ้าระวัง และการลาดตระเวนหรือที่เราเรียกว่า ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) (สำนักงาน ป.ป.ส.,2566)

แนวคิดของระบบ ISR

ระบบ ISR (Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านความมั่นคงและการทหาร โดยเป็นกระบวนการที่ผสมผสานระหว่าง การรวบรวมข่าวกรอง (Intelligence), การเฝ้าระวัง (Surveillance) และการลาดตระเวน (Reconnaissance) เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ทันสมัยและแม่นยำในการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงยุทธศาสตร์ ยุทธการ และยุทธวิธี(Wikipedia,2025)

Intelligence (ข่าวกรอง)

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ทั้งจากเซนเซอร์,รายงานภาคสนาม หรือจากการดักฟัง เพื่อให้สามารถประเมินเจตนา ความสามารถ และพฤติกรรมของฝ่ายตรงข้ามได้

Surveillance (การเฝ้าระวัง)

คือการสังเกตการณ์พื้นที่อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง โดยใช้เทคโนโลยีเช่น กล้อง,เรดาร์,ดาวเทียม หรือ UAV (โดรน) เพื่อจับตาดูการเคลื่อนไหวหรือกิจกรรมของเป้าหมาย

Reconnaissance (การลาดตระเวน)

เป็นการรวบรวมข้อมูลในลักษณะเฉพาะเจาะจง มักจะเป็นภารกิจแบบชั่วคราวและมีวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น ตรวจสอบพื้นที่รบหรือเส้นทางของข้าศึก

องค์ประกอบของระบบ ISR

- แพลตฟอร์มทางอากาศ : เช่น UAV (Predator, Reaper), เครื่องบินลาดตระเวน (RC-135, Global Hawk)
- แพลตฟอร์มภาคพื้นดิน: รถลาดตระเวน,เซนเซอร์ตรวจจับ,สถานีรับข้อมูล
- ระบบอวกาศ : ดาวเทียมลาดตระเวนทางทหาร
- ระบบสื่อสารและประมวลผล: เครือข่ายการส่งข้อมูลแบบ real-time และศูนย์วิเคราะห์ข่าวกรอง

Near real time

ความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสื่อสารข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์และการประมวลผลข้อมูลโดยอัตโนมัติ ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวสั้นเพียงพอที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้จากระบบตรวจจับหรือระบบควบคุมของอากาศยานไร้คนขับสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจและตอบสนองต่อสถานการณ์ทางยุทธวิธีหรือภารกิจเฉพาะได้อย่างทันท่วงที่ (JP 1-02,2016)

แนวคิดการจัดการภัยพิบัติ (Disaster Management)

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย (2550) ให้ความหมายของ “ภัยพิบัติ” ว่า หมายถึง ภัยอันตรายหรือเหตุการณ์ร้ายแรงซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว กะทันหัน จนเป็นเหตุให้เกิดความสูญเสียแก่ชีวิตและทรัพย์สิน กำหนดประเภทของภัยพิบัติไว้ 5 รูปแบบ ได้แก่ อุทกภัย วาตภัย ดินถล่ม อัคคีภัย ภัยจากสารเคมีและวัตถุอันตราย ขั้นตอนของการจัดการภัยพิบัติโดยทั่วไป

Galloway (2003: 27) กล่าวว่า “การจัดการภัยพิบัติ” มี 4 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนก็มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ขั้นลดความเสี่ยงและหลีกเลี่ยงจากภัยพิบัติ (mitigation) เป็นขั้นตอนที่ให้ความสำคัญกับการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ
2. ขั้นเตรียมความพร้อม (preparedness) เป็นขั้นตอนของการเตรียมความพร้อม เพื่อลดความเสียหายจากภัยพิบัติเช่นเตรียมจัดหาทรัพยากรรวมทั้งจัดตั้งหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนและรับผิดชอบต่อการจัดการภัยพิบัติเพื่อเป็นแนวทางให้กับขั้นต่อไป
3. ขั้นตอบสนองและจัดการภัยพิบัติ (response) เป็นขั้นตอนที่ต้องดำเนินการ เพื่อลดอันตรายจากภัยพิบัติ และเพื่อรักษาชีวิตของประชาชน รวมทั้งป้องกันความเสียหายต่อทรัพย์สินต่าง ๆ และเป็นช่วงที่ต้อง ฟื้นฟูการบริการขั้นพื้นฐานที่จำเป็น ให้กลับมาใช้ได้อย่างเร่งด่วนที่สุด
4. ขั้นฟื้นฟู (recovery) เป็นขั้นตอนที่ต้องฟื้นฟูสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาในเชิงภาคสนามในลักษณะของ กรณีศึกษา (Case Study) ซึ่งมุ่งเน้นการเปรียบเทียบ วิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลจุดความร้อนจากไฟป่า ด้วย 3 วิธี ได้แก่

1. การใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) รุ่น Hermes 450

โดยการใช้อากาศยานไร้คนขับ UAV HERMES 450 ช่วยในการสำรวจจุดความร้อนจากไฟป่าและพื้นที่เสี่ยงเพื่อช่วยลดความเสี่ยงและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงานภาคพื้น โดยการใช้กล้องของอากาศยานไร้คนขับบินสำรวจเพื่อบันทึกภาพและบันทึกวิถีโอบทางอากาศเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลและนำมาวิเคราะห์โดยเครื่องมือที่ใช้ ดังนี้-

- 1.1 อากาศยานไร้คนขับ HERMES 450 ใช้ในการบินการลาดตระเวน ตรวจการณ์และเก็บข้อมูลทางอากาศ

1.2 กล้องตรวจการณ์ DCOMPASS (Digital Compact Multi-Purpose Stabilized System) ใช้ในการบินเพื่อบันทึกภาพและบันทึกวิดีโอทางอากาศ เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สามารถเก็บภาพความละเอียดสูงและถ่ายภาพความร้อน ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจจับและติดตามเป้าหมายได้อย่างแม่นยำ

1.3 สถานีควบคุมภาคพื้นดิน หรือ GCS (Ground Control Station) ทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์กลางในการควบคุม สื่อสารและติดตามสถานะของโดรนในระหว่างการบิน โดยผู้ควบคุมสามารถใช้ GCS เพื่อส่งคำสั่งควบคุม ตรวจสอบตำแหน่งและรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ของอากาศยานไร้คนขับแบบเรียลไทม์

1.4 สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้น หรือ GDT เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลระหว่างระบบภาคพื้น กับอุปกรณ์หรือยานพาหนะที่อยู่ในอากาศหรืออวกาศ เช่น อากาศยานไร้คนขับ (UAV) หรือดาวเทียม โดย GDT จะทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทั้งในรูปแบบของข้อมูลการควบคุมและข้อมูลเซ็นเซอร์ เช่น ภาพถ่ายวิดีโอ หรือข้อมูลทางเทคนิคอื่น ๆ ที่ส่งกลับมาจากหน่วยปฏิบัติการในพื้นที่ห่างไกล



ภาพที่ 1 อากาศยานไร้คนขับ Hermes 450

ที่มา : <https://aagth1.blogspot.com/2022/04/hermes-450-uav.html>

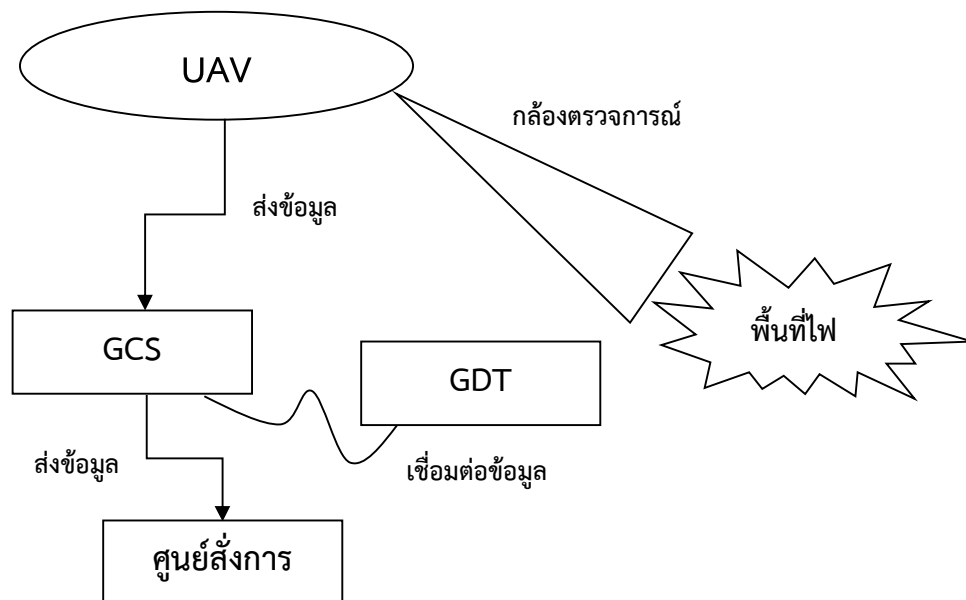
รูปแบบการทดสอบการบินในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพร้อมของอากาศยานไร้คนขับในการใช้งานจริง โดยมีกระบวนการดังนี้

1) วางแผนเส้นทางบินของ UAV ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง โดยกำหนดจุดความสูง ความเร็ว และช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการตรวจจับจุดความร้อน

2) ทำการบินในช่วงเช้าและช่วงบ่ายเพื่อเปรียบเทียบการตรวจจับในสภาพแสงและอุณหภูมิต่างกัน

3) เก็บข้อมูล บันทึกภาพถ่ายและวิดีโอทางอากาศจากกล้อง DCOMPASS ภาพสี ภาพความร้อน เก็บภาพแบบต่อเนื่องในพื้นที่ 3 โซน

4) การสังเกตการณ์แบบเรียลไทม์ วิเคราะห์ข้อมูลภาพความร้อนแบบ Real-time ณ สถานีควบคุมภาคพื้น (GCS) ส่งต่อไปยังศูนย์บัญชาการ



ภาพที่ 2 ผังภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์
ที่มา : ประมวลและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

2. การใช้อากาศยานปีกตรึงแบบมีนักบิน

เครื่องมือที่ใช้

2.1 อากาศยานปีกตรึงแบบมีนักบิน (Fixed-wing aircraft) ใช้สำหรับบินลาดตระเวนครอบคลุมพื้นที่กว้างในระดับจังหวัด ติดตั้งระบบนำทางด้วย GPS

2.2 กล้องถ่ายภาพความร้อน ใช้บุคลากรในการถ่ายภาพความร้อนของเปลวไฟ หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงผิดปกติ

2.3 ระบบนำทาง (GPS/INS) ใช้สำหรับการระบุตำแหน่งที่ตั้งของจุดความร้อน

รูปแบบการทดสอบการบินในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพร้อมของอากาศยานปีกตรึงในการใช้งานจริง โดยมีกระบวนการดังนี้

- 1) วางแผนเส้นทางบินให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง
- 2) ทำการบินในระดับสูงและบันทึกภาพจุดควันความร้อน
- 3) ถ่ายภาพแผนที่ความร้อนโดยรวม และส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบศูนย์ควบคุม
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลความร้อนเพื่อตรวจสอบจุดเสี่ยงในระดับภาพรวม

3. การใช้เจ้าหน้าที่เดินเท้า

เครื่องมือที่ใช้

3.1 GPS มือถือหรืออุปกรณ์ระบุตำแหน่ง

3.2 กล้องถ่ายภาพ

3.3 อุปกรณ์จดบันทึกภาคสนาม

รูปแบบการทดสอบการบินในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพร้อมของเจ้าหน้าที่เดินเท้า โดยมีกระบวนการดังนี้

- 1) เลือกพื้นที่เป้าหมายที่สามารถเข้าถึงได้
- 2) เดินสำรวจพร้อมบันทึกตำแหน่ง จุดความร้อนที่พบ หรือจุดเสี่ยง
- 3) ถ่ายภาพประกอบ สังเกตลักษณะเชื้อเพลิง หรือร่องรอยการไหม้
- 4) รวบรวมข้อมูลภาคสนามเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการศึกษาการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ของศูนย์การบินทหารบกในการบรรเทาสาธารณภัยกรณีไฟป่าพบว่า เทคโนโลยี UAV มีประสิทธิภาพอย่างมากในการสนับสนุนภารกิจตรวจสอบพื้นที่เกิดไฟป่าและพื้นที่เสี่ยง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างการปฏิบัติงานในรูปแบบเดิมกับการใช้ UAV ในภารกิจจริงรูปแบบเดิมของการตรวจสอบพื้นที่ไฟป่าจะใช้เจ้าหน้าที่ภาคพื้นดินเข้าทำการสำรวจหรืออากาศยานปีกตรึง ซึ่งมีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของระยะทาง การเข้าถึงพื้นที่เสี่ยงและความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ โดยเฉพาะพื้นที่ภูเขาสูงหรือพื้นที่ที่มีไฟกำลังลุกไหม้ การตรวจสอบด้วยสายตาและกล้องถ่ายภาพดิจิทัลมีความล่าช้า และอาจไม่ครอบคลุมพื้นที่ได้ครบถ้วน ในการประยุกต์ใช้ UAV เข้ามาช่วยในภารกิจดังกล่าว ศูนย์การบินทหารบกได้ใช้กล้องที่ติดตั้งกับอากาศยานไร้คนขับ บินขึ้นตรวจสอบพื้นที่ไฟป่า โดยมีการกำหนดจุดเป้าหมายจากเจ้าหน้าที่ภาคพื้นดิน UAV สามารถแสดงผลภาพถ่ายทอสดแบบ Real Time ผ่านทางคอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ต ทำให้ผู้บังคับบัญชาและเจ้าหน้าที่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์และตัดสินใจในการวางแผนควบคุมไฟป่าได้อย่างทันทั่วทั้งที่ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวจาก UAV เพื่อจัดทำรายงานสถานการณ์ไฟป่า เสนอในการประชุมวางแผนปฏิบัติการ และใช้เป็นหลักฐานในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 รายละเอียดเกณฑ์การเปรียบเทียบวิธีการดับไฟป่าด้วยอากาศยานไร้คนขับกับวิธีการแบบเดิม

เกณฑ์การเปรียบเทียบ	UAV (Hermes 450)	อากาศยานปีกตรึง	เจ้าหน้าที่เดินเท้า
ระยะเวลาบินสำรวจ	~12-18 ชม. /เที่ยวบิน	~1-2 ชม. /เที่ยวบิน	~4-6 ชม. /วัน
พื้นที่ครอบคลุม	~20-50 ตร.กม.	~0-300 ตร.กม.	~0.5-1 ตร.กม.
จำนวนจุดความร้อนที่พบต่อชม. (เฉลี่ย)	~5-15 จุด	~10-30 จุด	~1-3 จุด
เวลาในการตรวจสอบ 1 จุด (โดยเฉลี่ย)	1-2 นาที	30-60 วินาที	10-20 นาที
ความแม่นยำของพิกัดจุดความร้อน	สูง ($\pm 3-5$ เมตร)	ปานกลาง ($\pm 20-50$ เมตร)	สูง ($\pm 1-3$ เมตร สำหรับจุดที่เข้าถึงได้)

ตารางที่ 2 รายละเอียดในการเก็บมูลด้านการเปรียบเทียบวิธีการดับไฟป่าด้วยอากาศยานไร้คนขับกับวิธีการแบบเดิม

ด้านการเปรียบเทียบ	UAV (Hermes 450)	อากาศยานปีกตรึง	เจ้าหน้าที่เดินเท้า
ความละเอียดของข้อมูล	สูง (ภาพสี + ความร้อน)	ปานกลาง	สูง (ข้อมูลจริงภาคสนาม)
ความเร็วในการสำรวจ	ปานกลาง	เร็วมาก	ช้า
ความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความสามารถในการตรวจจับความร้อน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ความยืดหยุ่นในการปฏิบัติการ	สูง	ต่ำ	สูง

ที่มา : ประมวลและวิเคราะห์โดยผู้วิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาการนำอากาศยานไร้คนขับ UAV เปรียบเทียบกับวิธีการลาดตระเวนภาคพื้นดินหรือการใช้อากาศยานปีกตรึง

จากผลการศึกษาพบว่า การใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ในภารกิจเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิมในหลายด้าน ทั้งในเรื่องของ ความรวดเร็ว ความแม่นยำและความปลอดภัย โดย UAV สามารถบินสำรวจพื้นที่เสี่ยงหรือพื้นที่เข้าถึงยาก เช่น ป่าทึบหรือภูเขาสูงชันซึ่งเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเข้าถึงได้โดยปลอดภัย ทำให้การตรวจสอบแนวไฟ การระบุจุดต้นเพลิงและการประเมินทิศทางลมสามารถทำได้แบบเรียลไทม์จากภาพถ่ายนิ่งและวิดีโอ ส่งผลให้สามารถตัดสินใจและวางแผนรับมือสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้บุคลากรเดินเท้า หรือการใช้หอเฝ้าระวังแบบเดิม

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี UAV ให้เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ในการบริหารจัดการไฟฟ้าอย่างยั่งยืน เพิ่มขีดความสามารถในการรับมือและลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติในระยะยาว

จากการศึกษาพบว่าเทคโนโลยี UAV มีศักยภาพสูงในการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ในการบริหารจัดการไฟฟ้าอย่างยั่งยืน ข้อมูลภาพถ่ายและภาพความร้อนจาก UAV สามารถใช้เฝ้าระวังวิเคราะห์ และประเมินสถานการณ์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพแบบเรียลไทม์ อีกทั้งยังสามารถสนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในระดับปฏิบัติการ เช่น การระบุตำแหน่งจุดความร้อนล่วงหน้า การตรวจจับแนวโน้มการลุกลามผิดปกติ และการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า นำไปสู่การลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าในระยะยาว ทั้งต่อประชาชน ทรัพย์สิน และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ การพัฒนาเทคโนโลยี UAV ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ ระบบสื่อสาร และระบบวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับภัยไฟฟ้าอย่างยั่งยืนในอนาคต

ในขณะที่ข้อจำกัดที่พบคือ การบินในพื้นที่ที่มีหมอกควันหนาแน่น อาจทำให้กล้องของ UAV มีปัญหาเรื่องการมองเห็น เนื่องจากตัวกล้องตรวจการณ์ไม่สามารถส่องผ่านเมฆหมอกหนาและพุ่มไม้หนาได้ และยังคงคำนึงถึงเงื่อนไขของสภาพอากาศ เช่น ลมแรงหรือฝนตก ซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยและความเสถียรของการบิน อย่างไรก็ตาม การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยี UAV มีศักยภาพสูงในการสนับสนุนภารกิจบรรเทาสาธารณภัยไฟฟ้า ทั้งด้านการตรวจสอบ การเฝ้าระวัง การรายงานและการวางแผนยุทธศาสตร์ในภาวะฉุกเฉินสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ในงานกู้ภัย เช่น น้ำท่วม ดินถล่ม หรือเหตุการณ์ในพื้นที่ห่างไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือโดรน เพื่อสนับสนุนภารกิจด้านการบรรเทาสาธารณภัย โดยเฉพาะในกรณีของไฟป่าซึ่งเป็นภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงทั้งต่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ที่เกิดเหตุ ด้วยศักยภาพของเทคโนโลยี UAV ที่สามารถบินสำรวจและตรวจสอบพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ การนำ UAV มาใช้ในการปฏิบัติการจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามและประเมินสถานการณ์ไฟป่าได้อย่างมีระบบและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

ศูนย์การบินทหารบกได้มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ UAV ในการปฏิบัติการบินสำรวจพื้นที่ที่เกิดไฟป่า โดย UAV สามารถถ่ายทอดข้อมูลภาพถ่ายทั้งแบบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวจากมุมสูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพื้นที่เกิดเหตุและบริเวณโดยรอบอย่างชัดเจนแบบเรียลไทม์ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการประเมินขอบเขตการลุกลามของไฟ จุดที่เกิดความร้อน หรือแนวการแพร่กระจายของเพลิงได้อย่างแม่นยำ และที่สำคัญคือช่วยลดความเสี่ยงในการเข้าพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ โดยเฉพาะในจุดที่ทุรกันดารหรือไม่ปลอดภัย

จากการใช้งานจริงพบว่า UAV สามารถเข้าถึงพื้นที่ที่ยากต่อการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการสำรวจเมื่อเทียบกับวิธีการแบบเดิม และยังให้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงซึ่งสามารถนำไปประมวลผลต่อยอดเป็นข้อมูลดิจิทัล (Digital Data) สำหรับการวิเคราะห์ วางแผนและจัดการสถานการณ์ในภายหลังได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของ UAV ได้แก่ สภาพแวดล้อมทางอากาศ เช่น ลมแรง ควันจากไฟป่า หรือทัศนวิสัยต่ำ ซึ่งอาจส่งผลต่อการควบคุมการบิน รวมถึงสิ่งกีดขวางทางกายภาพ เช่น ภูเขา ต้นไม้ หรือเสาไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งจำเป็นต้องมีการวางแผนเส้นทางบินอย่างรอบคอบเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น

นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จาก UAV ยังสามารถนำไปใช้ในการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำแผนที่ความร้อน (heat map) การคาดการณ์แนวการลุกลามของเพลิง หรือการประเมินผลกระทบหลังเกิดเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งมีส่วนช่วยอย่างมากในการตัดสินใจของผู้บัญชาการเหตุการณ์ รวมถึงการวางแผนฟื้นฟูสภาพพื้นที่ในระยะยาว

แนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อสำรวจและติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติ มีความสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการข้อมูลในรูปแบบ Near Real Time ซึ่งหมายถึงการสามารถส่งข้อมูลกลับมาถึงศูนย์บัญชาการได้ภายในไม่กี่นาทีหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ช่วยให้สามารถประมวลผลและตัดสินใจเชิงยุทธศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำในสถานการณ์วิกฤต ศูนย์การบินทหารบกได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีนี้ และได้นำมาพัฒนาต่อยอดสู่การปฏิบัติงานจริงอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อสนับสนุนภารกิจด้านการบรรเทาสาธารณภัย โดยเฉพาะในด้านการเฝ้าระวัง การประเมินความ

เสียหาย และการประสานความช่วยเหลืออย่างทันท่วงที ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยเหลือประชาชนในช่วงเวลาวิกฤตได้อย่างมีนัยสำคัญ

โดยสรุปการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับโดยศูนย์การบินทหารบกในการกิจบรรเทาไฟป่า ถือเป็นก้าวสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการเพิ่มความสามารถด้านการจัดการสาธารณภัย ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูล ลดความเสี่ยงของเจ้าหน้าที่ และสนับสนุนการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการภัยพิบัติในยุคปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยเชิงสำรวจนี้ ความแม่นยำของข้อมูลขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเทคโนโลยี UAV และอุปกรณ์ที่ใช้ ดังนั้นควรพัฒนาเครื่องมือให้มีความเหมาะสมทั้งในด้านเทคนิค เช่น การสอบเทียบกล้อง การใช้ระบบระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง และระบบส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ ควบคู่กับการทดสอบความเสถียรในการบินภายใต้สภาพอากาศหลากหลาย รวมถึงการเลือกใช้ UAV และกล้องให้เหมาะสมกับภูมิประเทศเพื่อให้การเก็บข้อมูลมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือสูงสุดในการบริหารจัดการภัยพิบัติ

ในงานวิจัยนี้ ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ของศูนย์การบินทหารบกในการบรรเทาสาธารณภัยกรณีไฟป่าเท่านั้น อย่างไรก็ตาม UAV ยังมีคุณสมบัติและศักยภาพในการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อีกมากมาย เช่น การสำรวจความเสียหายหลังภัยพิบัติ การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในพื้นที่เข้าถึงยาก การเก็บข้อมูลภูมิประเทศในพื้นที่เสี่ยง หรือแม้แต่การสนับสนุนงานด้านการวางแผนยุทธศาสตร์ของหน่วยงานต่าง ๆ

หากมีการนำ UAV ไปประยุกต์ใช้ในกรณีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการภัยพิบัติหรือการรักษาความปลอดภัย เช่น การเฝ้าระวังน้ำท่วม การตรวจสอบโครงสร้างพื้นฐานในเขตอันตราย หรือการส่งเสบียงในพื้นที่ถูกตัดขาด ก็จะสามารถต่อยอดผลการศึกษาให้เกิดประโยชน์ได้อีกในมิติที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการภัยพิบัติแบบองค์รวม (Comprehensive Disaster Management) ที่เน้นการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับมือภัยพิบัติทั้งก่อน ระหว่าง และหลังเกิดเหตุ

ผู้ที่ทำการศึกษาด้าน UAV ควรศึกษาข้อจำกัดของอุปกรณ์ ตลอดจนทำความเข้าใจฟังก์ชันต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้ควรอ้างอิงแนวทางจากองค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data Science) เพื่อนำข้อมูลจาก UAV มาวิเคราะห์และแปลผลได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ เช่น การใช้เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) หรือการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับข้อมูล UAV เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินสถานการณ์

นอกจากนี้ควรมีการวางแผนก่อนการขึ้นบินทุกครั้ง โดยเฉพาะในพื้นที่เกิดไฟฟ้าที่มีข้อจำกัดเรื่องสภาพอากาศ ทักษะวิสัยและความปลอดภัย ซึ่งควรดำเนินการตามหลักการของการบริหารความเสี่ยง (Risk Management) และศึกษาข้อกฎหมายและแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการบิน UAV ในแต่ละพื้นที่ เช่น กฎหมายการบินพลเรือน กฎข้อบังคับด้านความปลอดภัย และแนวทางปฏิบัติของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย

สุดท้ายนี้ ควรมีการพัฒนาฐานข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ที่สามารถนำข้อมูลจาก UAV มาประมวลผลและแสดงผลในลักษณะที่เข้าใจง่าย ช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการจัดการภัยพิบัติที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- กองทัพบก. (2565, กุมภาพันธ์ 17). กองทัพบกส่งอากาศยานไร้คนขับ Hermes 450 UAV ดับไฟฟ้าภาคเหนือ. Bangkok Biz News. เข้าถึงจาก <https://www.bangkokbiznews.com/news/988764> (สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2568)
- กรมป่าไม้. (2568). รายงานสถานการณ์ไฟฟ้า ปิงปประมาณ 2567–2568 [รายงานออนไลน์]. เข้าถึงจาก <https://portal.dnp.go.th> (สืบค้นเมื่อ 3 พฤษภาคม 2568)
- ทศพล อัครพงษ์ไพฑูรย์, เพ็ญศรี ฉิรินัง, อรุณ รักธรรม, & สมพร เพื่องจันทร์. (ม.ป.ป.). การบูรณาการการจัดการภัยพิบัติในยุค 4.0 [บทความวิชาการ]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เข้าถึงจาก https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2556/pdm40256ss_ch2.pdf (สืบค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2568)
- สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. (2568). รู้จักกับอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี [บทความออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://www.dti.or.th/page_bx.php?cid=24&cno=4308 (สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2568)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2568). อากาศยานไร้คนขับ (UAVs) [บทความออนไลน์]. เข้าถึงจาก https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=5921&lang=TH (สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2568)
- Thai PBS Sci & Tech. (2567, กันยายน 16). รู้จัก UAV เหตุใดจึงมีความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน. Thai PBS NOW. เข้าถึงจาก <https://www.thaipbs.or.th/now/content/1600> (สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2568)
- Drone Association Thailand. (2024, ธันวาคม 11). โดรนเพื่อการตรวจจับไฟฟ้า (Wildfire Detection Drones) [บทความออนไลน์]. เข้าถึงจาก <https://drone.or.th/wildfire-detection-drones/> (สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2568)

-
- CMU CCDC. (n.d.). [ข่าวสารเกี่ยวกับโดรน...] [เนื้อหาสื่อออนไลน์]. เข้าถึงจาก <https://www.cmuccdc.org/newsdetail/97> (สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2568)
- Department of Defense. (2016). Department of Defense dictionary of military and associated terms (JP 1-02). https://irp.fas.org/doddir/dod/jp1_02.pdf (Accessed April 29, 2025)
- Drone Association Thailand. (2024, ธันวาคม 11). โดรนเพื่อการตรวจจับไฟป่า (Wildfire Detection Drones) [บทความออนไลน์]. เข้าถึงจาก <https://drone.or.th/wildfire-detection-drones/> (สืบค้นเมื่อ 29 เมษายน 2568)
- Geospatial World. (2011, ธันวาคม 16). UAVs Redefining Geoint. Geospatial World. เข้าถึงจาก <https://geospatialworld.net/article/uavs-redefining-geoint/> (สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2568)
- Nondhasa, S. (2022, April 14). กองทัพบกไทยสาธิตปฏิบัติการบินอากาศยานไร้คนขับ Hermes 450 UAV อิสราเอล. AAG_th บันทึกประจำวัน. เข้าถึงจาก <https://aagth1.blogspot.com/2022/04/hermes-450-uav.htm> (สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2568)
- Bedrock Analytics. (n.d.). What is a disaster management system? Disaster management: Why reduce the process, increase efficiency, and reduce losses. <https://bedrockanalytics.ai/en/blog/technology/what-is-a-disaster-management-system-disaster-management-why-reduce-the-process-increase-efficiency-and-reduce-losses> (Accessed May 6, 2025)
- Israeli-Weapons.com. (n.d.). Hermes 450. https://www.israeli-weapons.com/weapons/aircraft/uav/hermes_450/Hermes_450.html (Accessed May 2, 2025)

งานศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำได้ โดยใช้วัสดุจากเลื้อยชูชีพหมดอายุในอุตสาหกรรมการบิน

นิติ ศิริจรรยา*

สายการบินไทยแอร์เอเชีย

Received: 12 May 2025

Revised: 21 July 2025

Accepted: 11 August 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำโดยใช้วัสดุจากเลื้อยชูชีพหมดอายุในอุตสาหกรรมการบิน เพื่อแก้ปัญหการจัดการขยะและการบำบัดน้ำเสียชุมชนภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน การดำเนินงานประกอบด้วย การรวบรวมเลื้อยชูชีพหมดอายุจากสายการบินไทย 3 สายการบิน การออกแบบระบบที่ประกอบด้วยโครงสร้างลอยน้ำจากโฟมเลื้อยชูชีพ ระบบเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และองค์ประกอบชีวภาพ การทดสอบประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม และการนำร่องใช้งานในชุมชนริมคลองรังสิตและตลาดน้ำคลองลัดมะยม ผลการวิจัยพบว่าระบบลด BOD 85.3% COD 80.0% TSS 87.4% และเพิ่ม DO 275% ซึ่งผ่านมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษทุกพารามิเตอร์ สามารถสร้างระบบได้ 6,200-7,500 หน่วยต่อปี ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมได้แก่ ลดขยะจากการบิน 15,000-18,750 ตันต่อปี ปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2.5 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยต่อปี และสนับสนุนระบบนิเวศทางน้ำ ระบบมีต้นทุนการก่อสร้างต่ำกว่าระบบดั้งเดิม 50% ต้นทุนเริ่มต้น 250,000 บาทต่อหน่วย ระยะคืนทุน 2.4 ปี และสร้างรายได้ชุมชน 8,000-12,000 บาทต่อเดือน นวัตกรรมนี้เป็นต้นแบบการจัดการขยะแบบมีคุณค่าที่สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและขยายผลได้ในวงกว้าง

คำสำคัญ : ขยะ, อุตสาหกรรมการบิน, นำกลับมาใช้

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: buz4work@gmail.com

The development of Floating Wastewater Treatment System Using Expired Life Jacket Materials from Aviation Industry

Niti Sirichanya*

Thai AirAsia Airlines

Abstract

This research developed a floating wastewater treatment system utilizing expired aviation life jackets to address waste management and community wastewater treatment under circular economy principles. The methodology involved collecting expired life jackets from three major Thai airlines, constructing systems with floating foam structures, solar-powered aeration, and biological components, followed by laboratory and field testing in Rangsit Canal and Khlong Lat Mayom communities. Results showed excellent treatment efficiency: 85.3% BOD reduction, 80.0% COD reduction, 87.4% TSS reduction, and 275% DO enhancement, meeting all regulatory standards. The system enables 6,200-7,500 units annually from available materials. Environmental benefits include reducing 15,000-18,750 tons of aviation waste annually, improving water quality, decreasing greenhouse gas emissions by 2.5 tons CO₂ equivalent per unit yearly, and supporting aquatic ecosystems. Economic analysis revealed 50% lower construction costs than conventional systems, 250,000 baht initial investment per unit, 2.4-year payback period, and 8,000-12,000 baht monthly community income generation. This innovation demonstrates a scalable waste-to-value model supporting sustainable development goals.

Keywords: waste, aviation industry, recycling

*Corresponding author: Email: buz4work@gmail.com

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการบินของโลกกำลังเผชิญกับความท้าทายด้านความยั่งยืนที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี ขณะที่การขนส่งทางอากาศเติบโตอย่างต่อเนื่องด้วยอัตรา 4-5% ต่อปี การผลิตขยะและของเสียจากอุตสาหกรรมการบินก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย หนึ่งในปัญหาที่มองข้ามไม่ได้คือการจัดการอุปกรณ์นิรภัยที่หมดอายุการใช้งาน โดยเฉพาะเสื้อชูชีพซึ่งเป็นอุปกรณ์บังคับที่ต้องมีในทุกลำ และต้องเปลี่ยนใหม่เป็นระยะตามมาตรฐานความปลอดภัยนานาชาติ (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2023)

เสื้อชูชีพในอุตสาหกรรมการบินมีวิวัฒนาการที่น่าสนใจ ในช่วงแรกของการบินพาณิชย์ เสื้อชูชีพส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีโฟมเป็นแกนหลัก โดยมีแผ่นโฟมโพลียูรีเทนหรือโพลีสไตรีนความหนาแน่นต่ำเป็นตัวสร้างแรงลอย เทคโนโลยีนี้แม้จะมีความเชื่อถือได้สูงและไม่ต้องการการบำรุงรักษาซับซ้อน แต่กลับสร้างปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เนื่องจากโฟมเหล่านี้ไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และการกำจัดโดยการเผาจะปล่อยสารพิษที่เป็นอันตรายต่อบรรยากาศ (International Air Transport Association [IATA], 2019)

ในช่วงทศวรรษ 1990-2000 อุตสาหกรรมการบินเริ่มเปลี่ยนผ่านไปสู่เทคโนโลยีเสื้อชูชีพแบบเป่าลมอัดโนมิตี ซึ่งใช้ระบบการอัดติดตั้ง CO₂ หรือก๊าซอื่นๆ เพื่อเป่าลมเสื้อให้พองตัวเมื่อสัมผัสผิวน้ำ การเปลี่ยนแปลงนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดน้ำหนักของอุปกรณ์ เพิ่มความสะดวกในการสวมใส่ และปรับปรุงประสิทธิภาพการช่วยชีวิต อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนี้ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหายุ่งยากอย่างที่คาดหวัง

จากข้อมูลอ้างอิงโดยสมาคมการขนส่งทางอากาศนานาชาติ (IATA, 2019) ระบุว่าอุตสาหกรรมการบินทั่วโลกผลิตขยะประมาณ 6.7 ล้านตันต่อปี ในปี 2023 โดยเสื้อชูชีพที่หมดอายุมีสัดส่วนประมาณ 2-3% ของขยะทั้งหมด ซึ่งแปลเป็นปริมาณประมาณ 135,000-200,000 ตันต่อปี หรือเทียบเท่ากับเสื้อชูชีพประมาณ 15-20 ล้านตัวที่ต้องกำจัดทุกปี

ในประเทศไทย สถานการณ์นี้ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นเนื่องจากการเติบโตของอุตสาหกรรมการบินที่รวดเร็ว (การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย, 2022) ตั้งแต่ปี 2015-2019 ก่อนการระบาดของ COVID-19 ประเทศไทยมีผู้โดยสารทางอากาศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8-12% ต่อปี ส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนเครื่องบินและการปรับปรุงอุปกรณ์นิรภัยเป็นจำนวนมาก สายการบินไทยรายใหญ่เช่น การบินไทย (บริษัท การบินไทย จำกัด [มหาชน], 2022) บางกอกแอร์เวย์ (บริษัท บางกอกแอร์เวย์ จำกัด [มหาชน], 2022) ไทยแอร์เอเชีย (บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด, 2022) และนกแอร์ ต้องกำจัดเสื้อชูชีพหมดอายุรวมกันประมาณ 15,000-25,000 ตัวต่อปี

ปัญหาการจัดการขยะจากเชื้อชีพในอุตสาหกรรมการบิน

การจัดการเชื้อชีพหมดอายุในประเทศไทยเผชิญกับอุปสรรคหลายประการ วิธีการกำจัดแบบดั้งเดิมส่วนใหญ่ใช้การฝังกลบในหลุมขยะขนาดใหญ่ ซึ่งนอกจากจะเปลืองพื้นที่แล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดินในระยะยาว เนื่องจากวัสดุเหล่านี้ใช้เวลาเนิ่นนานกว่าจะย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ (การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย, 2023)

การเผาทำลายซึ่งเป็นทางเลือกอื่น ก็ก่อให้เกิดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสารพิษต่างๆ สู่บรรยากาศ โดยเฉพาะจากพลาสติกและยางสังเคราะห์ที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อชีพ การศึกษาของ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2023) พบว่าการเผาเชื้อชีพ 1 ตัว จะปล่อยก๊าซ CO₂ ประมาณ 8-12 กิโลกรัม และสารพิษอื่นๆ เช่น ไดออกซิน และโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

บริบทของปัญหาน้ำเสียในประเทศไทย

ขณะที่อุตสาหกรรมการบินกำลังเผชิญปัญหาการจัดการขยะ ประเทศไทยก็กำลังประสบปัญหาคุณภาพน้ำที่ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ การขยายตัวของชุมชนเมือง การพัฒนาอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของประชาชน ส่งผลให้มีการผลิตน้ำเสียเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2022)

ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2022) ระบุว่าประเทศไทยมีการผลิตน้ำเสียจากชุมชนประมาณ 9.8 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มาตรฐานเพียง 3.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นเพียง 33% ของปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น น้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดหรือบำบัดไม่ได้นี้ มาตรฐานจึงถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลให้แม่น้ำสำคัญหลายสาย เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำมูล มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง

ความเชื่อมโยงระหว่างสองปัญหาและโอกาสในการสร้างนวัตกรรม

การมองปัญหาเชื้อชีพหมดอายุและปัญหาน้ำเสียในแง่ของเศรษฐกิจหมุนเวียน เปิดโอกาสให้นวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหทั้งสองอย่างพร้อมกัน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2023) เชื้อชีพทั้งประเภทโพนและประเภทเป่าลม แม้จะมีเทคโนโลยีแตกต่างกัน แต่ล้วนมีคุณสมบัติพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย

เสื่อขุขีประเภทโพนมีแผ่นโพนที่มีความหนาสูง สามารถลอยน้ำได้ดี และมีพื้นที่ผิวที่เหมาะสมสำหรับ จุลินทรีย์ยึดเกาะ ส่วนเสื่อขุขีประเภทเปาลมมีวัสดุผ้าเคลือบที่แข็งแรงและทนต่อน้ำ ซึ่งสามารถนำมาดัดแปลง เป็นโครงสร้างสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียได้

แนวคิดระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำ (Floating Treatment Wetlands) ที่ได้รับการพัฒนาในหลาย ประเทศ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความเหมาะสมสำหรับชุมชนท้องถิ่น ระบบนี้ใช้หลักการของพื้นที่ชุ่มน้ำ เทียม โดยใช้พืชน้ำและจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย ข้อดีสำคัญคือการดูแลรักษาง่าย ใช้พลังงานต่ำ และสามารถ ปรับขนาดได้ตามความต้องการ

การบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบบำบัดน้ำเสียทำให้เกิดโซลูชันที่สมบูรณ์และ ยั่งยืน เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์สูง โดยมีค่าการแผ่รังสีเฉลี่ย 18-20 เมกะจูลต่อ ตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับการขับเคลื่อนระบบเดิมอากาศขนาดเล็ก

วัตถุประสงค์และนัยสำคัญของการศึกษา

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนานวัตกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มจากของเสียในอุตสาหกรรมการบิน โดยเฉพาะการนำเสื่อขุขีหมดยุมาพัฒนาเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำที่มีประสิทธิภาพ การศึกษานี้ไม่ เพียงแต่ตอบสนองต่อความต้องการด้านการจัดการขยะและการบำบัดน้ำเสีย แต่ยังเป็นการส่งเสริมแนวคิด Aviation Sustainability ที่กำลังได้รับความสนใจจากองค์กรการบินทั่วโลก

นวัตกรรมนี้มีศักยภาพในการสร้างผลกระทบเชิงบวกในหลายมิติ ทั้งการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม การสร้าง โอกาสทางเศรษฐกิจใหม่ การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชนท้องถิ่น และการสร้างแบบอย่างการจัดการ ขยะแบบมีคุณค่า (Waste-to-Value) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับขยะประเภทอื่นๆ ในอุตสาหกรรมการบิน

ยิ่งไปกว่านั้น การศึกษานี้ยังมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ของสหประชาชาติ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 6 (น้ำสะอาดและสุขาภิบาล) เป้าหมาย ที่ 12 (การบริโภคและการผลิตที่รับผิดชอบ) และเป้าหมายที่ 13 (การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)

การบูรณาการความรู้จากหลายศาสตร์ ทั้งวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรรมการบิน วิทยาศาสตร์วัสดุ และ เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาโซลูชันที่ครอบคลุมและยั่งยืน จึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญสำหรับการ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในศตวรรษที่ 21 ที่ปัญหาต่างๆ มีความซับซ้อนและเชื่อมโยงกันอย่างลึกซึ้ง

ขอบเขตการศึกษาเพื่อการสร้างนวัตกรรมการบำบัดน้ำเสียจากของเหลือใช้อุตสาหกรรมการบิน: แนวทางเพื่อความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสังคม

การศึกษานี้มีขอบเขตครอบคลุมการพัฒนานวัตกรรมแบบองค์รวมที่เชื่อมโยงแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เข้ากับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในสองมิติสำคัญ คือ การจัดการของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการบินและการบำบัดน้ำเสียในชุมชน โดยมุ่งเน้นการสร้างสรรค์โซลูชันที่ไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคเท่านั้น แต่还必须สะท้อนถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมการบินในศตวรรษที่ 21

ขอบเขตหลักของการศึกษาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการบิน โดยเฉพาะเชื้อเพลิงที่หมดอายุการใช้งานซึ่งประกอบด้วยวัสดุหลากหลายประเภท ทั้งโพลีเอทิลีน ฝาครอบกันน้ำ ส่วนประกอบพลาสติก และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาจะครอบคลุมกระบวนการแปรสภาพวัสดุเหล่านี้ให้เป็นองค์ประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for Environment) และการประเมินผลกระทบตลอดวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment)

ในด้านเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย การศึกษาจะพัฒนาระบบบำบัดแบบผสมผสานที่บูรณาการหลักการของพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed Wetlands) เทคโนโลยีการเติมอากาศด้วยพลังงานหมุนเวียน และระบบจุลินทรีย์ธรรมชาติ เพื่อสร้างโซลูชันที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสามารถประยุกต์ใช้ได้ชุมชนหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ชุมชนขนาดเล็กไปจนถึงเขตเมืองที่มีความหนาแน่นสูง

การศึกษานี้มีขอบเขตที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองความร่วมมือระหว่างภาคเอกชนและภาคสังคม โดยเฉพาะการพัฒนากลไกการมีส่วนร่วมของสายการบินในการสนับสนุนโครงการพัฒนาชุมชนผ่านการจัดหาวัตถุดิบ การให้ความรู้ทางเทคนิค และการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ร่วมกัน การศึกษาจะวิเคราะห์รูปแบบการดำเนินงานที่ยั่งยืนซึ่งสายการบินสามารถบูรณาการเข้ากับนโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate Social Responsibility) และการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals)

ขอบเขตด้านการวิจัยและพัฒนาครอบคลุมการศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคของการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ประเภทอื่นๆ จากอุตสาหกรรมการบิน เช่น ชิ้นส่วนพลาสติกจากภายในเครื่องบิน วัสดุฉนวนกันเสียง และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่หมดอายุ เพื่อสร้างต้นแบบการจัดการขยะแบบองค์รวมที่สามารถขยายผลสู่อุตสาหกรรม

การขนส่งอื่นๆ การศึกษาจะประเมินศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจจากของเหลือใช้ รวมถึงการพัฒนาห่วงโซ่มูลค่าใหม่ที่เชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมการบินและชุมชนท้องถิ่น

การศึกษายังครอบคลุมขอบเขตการพัฒนาเทคโนโลยีและการสร้างขีดความสามารถของชุมชน (Community Capacity Building) ผ่านการออกแบบระบบที่เข้าใจง่าย ดูแลรักษาได้ด้วยตนเอง และสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่อง การศึกษาจะพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ คู่มือการดำเนินงานภาษาท้องถิ่น และระบบการติดตามผลที่ชุมชนสามารถดำเนินการได้เอง

ในมิติของความรับผิดชอบต่อสังคม การศึกษาจะวิเคราะห์ผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อมของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ รวมถึงการประเมินประสิทธิผลของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปรับปรุงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ และการสร้างโอกาสการจ้างงานในชุมชน การศึกษาจะพัฒนาตัวชี้วัดความยั่งยืนที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับโครงการพัฒนาอื่นๆ

ขอบเขตการศึกษายังรวมถึงการพัฒนานโยบายสาธารณะและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่จะส่งเสริมการนำนวัตกรรมนี้ไปใช้ในวงกว้าง ผ่านการวิเคราะห์กรอบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง การกำหนดมาตรการจูงใจทางภาษี และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เพื่อให้เกิดการขยายผลอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

ผลลัพธ์ที่คาดหวังจากการศึกษาภายใต้ขอบเขตนี้ ไม่เพียงแต่เป็นการสร้างเทคโนโลยีใหม่เท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างแบบอย่างการดำเนินธุรกิจที่รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม การพัฒนาขีดความสามารถของชุมชนในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง และการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่สามารถถ่ายทอดและพัฒนาต่อยอดไปสู่นวัตกรรมอื่นๆ ในอนาคต ซึ่งจะเป็นการวางรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมการบินไทยให้เป็นผู้นำด้านความยั่งยืนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

กรอบแนวคิดการวิจัย: ระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำจากเสื่อชูชีพหมดอายุ

กรอบแนวคิดการวิจัยนี้แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำที่พัฒนาจากวัสดุเสื่อชูชีพหมดอายุ โดยการศึกษานี้มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหาการจัดการขยะจากอุตสาหกรรมการบินและการบำบัดน้ำเสียในชุมชนได้พร้อมกันภายใต้หลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนและความยั่งยืน

ตัวแปรต้น (Independent Variables)

1. วัสดุเชื้อชีพหมดอายุ

การศึกษาครอบคลุมการใช้วัสดุจากเชื้อชีพที่หมดอายุการใช้งานซึ่งมีคุณสมบัติหลากหลาย เชื้อชีพที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณโพลีเมอร์ประมาณ 800-1,200 กรัมต่อตัว และสามารถแปรรูปเป็นแผ่นโพลีเมอร์ได้ 2-3 แผ่นต่อตัว โดยแต่ละแผ่นมีขนาด 50×50×5 เซนติเมตร อัตราการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่อยู่ที่ 80-90% ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากของเสียที่สูง วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติเด่นในด้านการลอยตัว ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และความปลอดภัยต่อระบบนิเวศน์น้ำ

2. โครงสร้างลอยน้ำ

โครงสร้างหลักของระบบมีขนาด 1×1 เมตร สามารถรองรับน้ำหนักได้ 4-8 แผ่นโพลีเมอร์ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและความต้องการใช้งาน ความลึกการติดตั้งประมาณ 150 เซนติเมตร และสามารถใช้โพลีเมอร์สำรองได้ 2-4 ตัว การออกแบบโครงสร้างคำนึงถึงความเสถียรในการลอยตัว การกระจายน้ำหนักอย่างสม่ำเสมอ และการเข้าถึงเพื่อการบำรุงรักษา

3. ระบบเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบพลังงานประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 60 วัตต์ แบตเตอรี่ 70 แอมแปร์ชั่วโมง ป้อนขนาด 15-30 วัตต์ และหัวกระจายอากาศ 4-6 หัว ระบบนี้ได้รับการออกแบบให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่องแม้ในวันที่มีแสงแดดน้อย โดยสามารถสำรองพลังงานได้ 2-3 วัน การใช้พลังงานหมุนเวียนช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานและสนับสนุนแนวคิดความยั่งยืน

4. องค์ประกอบชีวภาพ

ระบบบูรณาการพืชน้ำท้อถิ่น เช่น ผักบุ้งน้ำ อุปการะ จุลินทรีย์ย่อยสลาย และตัวกลางชีวใน การเลือกพืชคำนึงถึงความสามารถในการดูดซับสารอาหาร ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และประโยชน์ใช้สอยหลังการเก็บเกี่ยว จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์และการเปลี่ยนรูปสารอาหาร

5. สถานะการดำเนินงาน

ระบบทำงานภายใต้สถานะที่ควบคุมได้ โดยเวลาเก็บกาก 3-5 วัน การเติมอากาศ 10-12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิการทำงาน 25-35 องศาเซลเซียส และค่า pH 6.5-8.5 การควบคุมพารามิเตอร์เหล่านี้มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการบำบัดและความเสถียรของระบบ

กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การกรองทางกายภาพ การย่อยสลายทางชีวภาพ การดูดซับโดยพืช และการเติมออกซิเจน กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นพร้อมกันในระบบเดียวกัน โดยมีการถ่ายเทมวลสารและพลังงานอย่างต่อเนื่อง ความซับซ้อนของกระบวนการทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงและเสถียรภาพดี

ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

1. คุณภาพน้ำ

ผลลัพธ์หลักของระบบวัดจากประสิทธิภาพการลดค่า BOD ได้ 85.3% (จาก 150 เหลือ 22 มิลลิกรัมต่อลิตร) COD ลดได้ 80.0% (จาก 280 เหลือ 56 มิลลิกรัมต่อลิตร) TSS ลดได้ 87.4% (จาก 95 เหลือ 12 มิลลิกรัมต่อลิตร) DO เพิ่มขึ้น 275% (จาก 1.2 เป็น 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) TN ลดได้ 48.6% และ TP ลดได้ 50.6% ค่าเหล่านี้สะท้อนถึงประสิทธิภาพการบำบัดที่อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยมเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานสากล

2. ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

ระบบช่วยลดมลพิษทางน้ำ เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับปรุงระบบนิเวศน์น้ำ การติดตามระยะยาวพบว่าการกลับมาของสัตว์น้ำและแมลงน้ำในบริเวณรอบระบบ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการฟื้นตัวของระบบนิเวศน์

3. ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

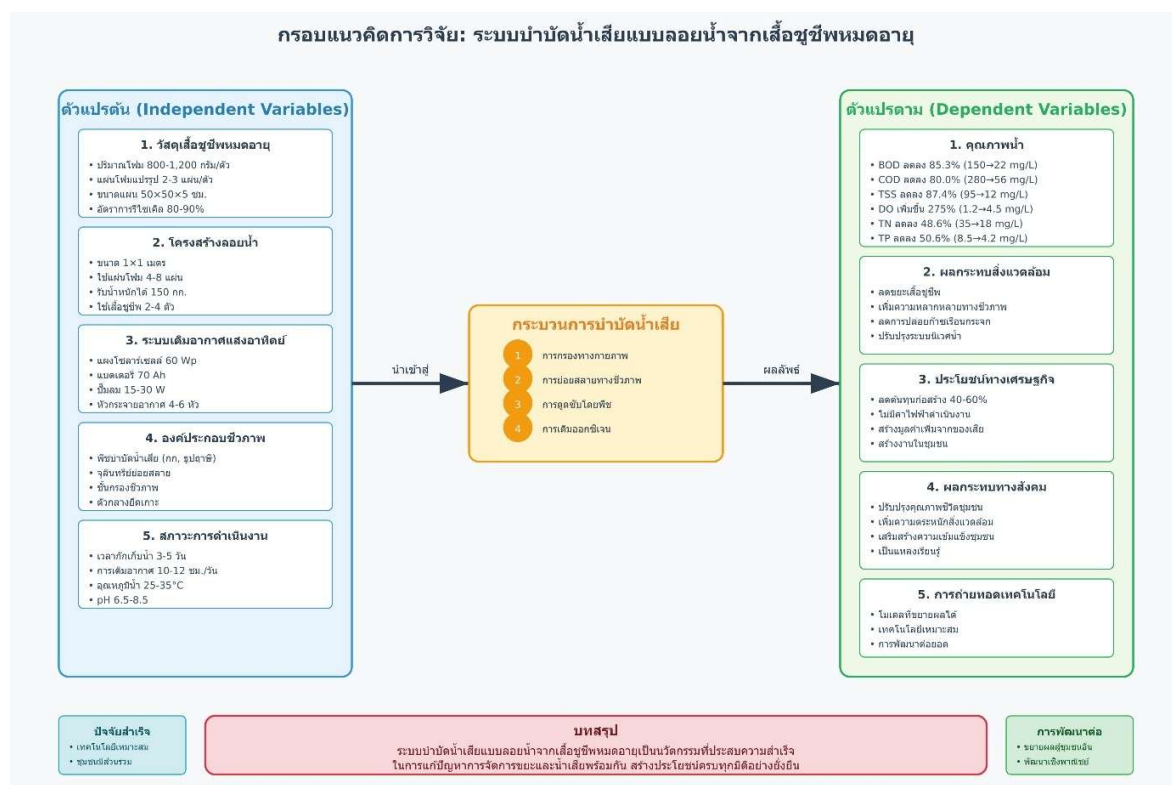
ต้นทุนการก่อสร้างต่ำกว่าระบบดั้งเดิม 40-60% ไม่มีค่าไฟฟ้าจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สร้างมูลค่าเพิ่มจากขยะ และสร้างงานในชุมชน การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าของการลงทุนและศักยภาพในการขยายผลเชิงพาณิชย์

4. ผลกระทบทางสังคม

ระบบมีส่วนช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตชุมชน เพิ่มความรู้และตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน และเป็นแหล่งเรียนรู้ การศึกษาความพึงพอใจของชุมชนพบว่าการยอมรับและเห็นประโยชน์ของระบบอย่างชัดเจน

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ความสามารถในการขยายผล การพัฒนาทักษะท้องถิ่น และการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ เป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินความสำเร็จของโครงการ การพัฒนาวิทยากรท้องถิ่นและระบบสนับสนุนทางเทคนิคช่วยให้ชุมชนสามารถดำเนินการได้อย่างอิสระ



ผลการศึกษา: ระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำจากเชื้อจุลินทรีย์

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ

การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบลอยน้ำที่พัฒนาขึ้นดำเนินการเป็นระยะเวลา 6 เดือน (มีนาคม-สิงหาคม 2024) โดยเปรียบเทียบผลการบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ

ตารางแสดง ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียเปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ

พารามิเตอร์	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	ประสิทธิภาพ (%)	มาตรฐาน PCD	ผลการประเมิน
BOD ₅	150±12	22±3	85.3	≤20	ผ่าน
COD	280±25	56±8	80.0	≤120	ผ่าน
TSS	95±8	12±2	87.4	≤30	ผ่าน
TN	35±4	18±3	48.6	-	-
TP	8.5±1.2	4.2±0.8	50.6	-	-
DO	1.2±0.3	4.5±0.5	+275%	≥4.0	ผ่าน
pH	7.2±0.4	7.1±0.3	คงที่	5.5-9.0	ผ่าน

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงและสามารถผลิตน้ำทิ้งที่มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษทุกพารามิเตอร์ โดยเฉพาะค่า BOD ที่ลดลงได้ 85.3% ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐาน และสามารถเทียบเคียงได้กับระบบบำบัดแบบดั้งเดิม

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐกิจ

ตาราง การวิเคราะห์การใช้วัสดุจากสายการบินหลัก ๆ ในประเทศไทย

สายการบิน	เชื้อเพลิงหมตอายุ (ตัว/ปี)	น้ำหนักโฟม (กก./ปี)	แผ่นโฟมผลิตได้ (แผ่น/ปี)	ระบบสร้างได้ (หน่วย/ปี)
การบินไทย	10,000	10,000-12,000	25,000-30,000	3,100-3,750
บางกอกแอร์เวย์	4,000	4,000-4,800	10,000-12,000	1,250-1,500
ไทยแอร์เอเชีย	6,000	6,000-7,200	15,000-18,000	1,875-2,250
รวม	20,000	20,000-24,000	50,000-60,000	6,225-7,500

จากการวิเคราะห์พบว่าเชื้อเพลิงหมตอายุจากสายการบินไทยหลัก 3 สายการบินสามารถสร้างระบบบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 6,200-7,500 หน่วยต่อปี ซึ่งเพียงพอสำหรับการบำบัดน้ำเสียในชุมชนขนาดเล็กถึงกลางได้อย่างมีนัยสำคัญ

กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้

ชุมชนริมคลองรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ข้อมูลพื้นฐาน:

- ประชากร: 150 ครอบครัว (600 คน)
- ปริมาณน้ำเสีย: 120 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- สภาพปัญหา: น้ำเสียจากครัวเรือนปล่อยลงคลองโดยตรง

การออกแบบระบบ:

- จำนวนหน่วย: 12 หน่วย (แต่ละหน่วยบำบัดได้ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

- พื้นที่ใช้: 144 ตารางเมตร (12×12 เมตร)
- ใช้เชื้อซูชิฟ: 48 ตัว (4 ตัวต่อหน่วย)

ผลการดำเนินงาน (6 เดือนแรก):

พารามิเตอร์	ก่อนติดตั้ง	หลังติดตั้ง	การปรับปรุง
BOD (mg/L)	180	25	ลด 86.1%
กลิ่นเหม็น	รุนแรง	ไม่มี	ดีมาก
สัตว์น้ำ	ไม่มี	กลับมา	เพิ่มขึ้น
การยอมรับของชุมชน	-	92%	พึงพอใจ

ตลาดน้ำคลองลัดมะยม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ข้อมูลพื้นฐาน:

- พื้นที่: ตลาดน้ำขนาดกลาง 80 ร้านค้า
- ปริมาณน้ำเสีย: 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
- ลักษณะน้ำเสีย: จากการประกอบอาหาร การล้างจาน น้ำมันพืช

การออกแบบระบบพิเศษ:

- จำนวนหน่วย: 20 หน่วย (ออกแบบแบบโซนนิ่ง)
- โซน 1: 8 หน่วย (บำบัดน้ำเสียจากครัว)
- โซน 2: 12 หน่วย (บำบัดน้ำเสียทั่วไป)
- ระบบเสริม: ตัวแยกน้ำมันก่อนเข้าระบบ

ผลลัพธ์เชิงเศรษฐกิจ:

- ลดต้นทุนการจัดการขยะ: 15,000 บาทต่อเดือน
- เพิ่มนักท่องเที่ยว: 25% (จากการปรับปรุงสภาพแวดล้อม)
- รายได้เพิ่ม: 50,000 บาทต่อเดือน
- ระยะเวลาคืนทุน: 1.8 ปี

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการขยายผล**ศักยภาพการขยายผลระดับประเทศ****ตาราง ประมาณการความต้องการระบบบำบัดน้ำเสียระดับประเทศ**

ประเภทชุมชน	จำนวน (แห่ง)	ระบบต้องการ (หน่วย)	เชื้อชีพต้องการ (ตัว)
ชุมชนขนาดเล็ก (<100 ครัวเรือน)	15,000	75,000	300,000
ชุมชนขนาดกลาง (100-500 ครัวเรือน)	3,000	45,000	180,000
ตลาดน้ำและแหล่งท่องเที่ยว	500	15,000	60,000
ฟาร์มและโรงงานขนาดเล็ก	2,000	30,000	120,000
รวม	20,500	165,000	660,000

การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าความต้องการเชื้อชีพหมอดายูสำหรับการขยายผลทั่วประเทศอยู่ที่ประมาณ 660,000 ตัว ซึ่งจำเป็นต้องขยายแหล่งวัสดุไปยังสายการบินต่างประเทศและสายการบินขนาดเล็กอื่นๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับการพัฒนาเชิงพาณิชย์

การพัฒนาระบบนิเวศธุรกิจ (Business Ecosystem Development)

ข้อเสนอแนะที่ 1: การสร้างศูนย์กลางการจัดการวัสดุเหลือใช้การบิน (Aviation Waste Management Hub)

การศึกษาเสนอให้จัดตั้ง "ศูนย์กลางการจัดการวัสดุเหลือใช้การบินแห่งประเทศไทย" ที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยมีหน้าที่หลักในการรวบรวม คัดแยก และแปรรูปวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการบิน ศูนย์นี้ควรดำเนินการในรูปแบบ Public-Private Partnership (PPP) โดยมีการลงทุนร่วมกันระหว่างรัฐบาล สายการบิน และผู้ประกอบการเอกชน

แนวทางการดำเนินงานควรเริ่มจากการจัดทำ Memorandum of Understanding (MOU) กับสายการบินไทยทั้ง 3 สายการบิน และขยายไปยังสายการบินต่างชาติที่ใช้ท่าอากาศยานไทย การคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าศูนย์สามารถรองรับวัสดุเหลือใช้ได้ประมาณ 50,000-80,000 ตัวต่อปี และสร้างรายได้จากการขายผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 150-250 ล้านบาทต่อปี

ข้อเสนอแนะที่ 2: การพัฒนาโมเดลธุรกิจแบบครบวงจร (Integrated Business Model)

โมเดลธุรกิจที่เสนอประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ การรวบรวมและแปรรูปวัตถุดิบ (Upstream) การผลิตและประกอบระบบ (Midstream) การติดตั้งและให้บริการ (Downstream) และการวิจัยพัฒนาต่อยอด (Innovation Hub) แต่ละองค์ประกอบควรมีการกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ชัดเจน

สำหรับการรวบรวมและแปรรูปวัตถุดิบ เสนอให้มีการลงทุนในเทคโนโลยีการแปรรูปขั้นสูง เช่น เครื่องบดและขึ้นรูปแบบอัตโนมัติ ระบบควบคุมคุณภาพด้วย AI และระบบติดตามต้นทางวัตถุดิบ การผลิตและประกอบระบบควรเน้นการผลิตแบบมาตรฐาน (Standardized Production) เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพ ขณะที่การติดตั้งและให้บริการควรพัฒนาเป็นเครือข่ายระดับภูมิภาค โดยมีการฝึกอบรมช่างเทคนิคท้องถิ่น

ข้อเสนอแนะที่ 3: การสร้างแบรนด์และการตลาดเชิงสังคม (Social Marketing Strategy)

การพัฒนาแบรนด์ควรเน้นการสื่อสารเรื่อง "Aviation Sustainability" และ "Community Empowerment" โดยใช้ชื่อแบรนด์ที่สะท้อนความเป็นไทยและความยั่งยืน เช่น "น้ำใสไทย" หรือ "บินเพื่อน้ำ" กล

ยุทธศาสตร์การตลาดควรใช้การเล่าเรื่อง (Storytelling) ที่เชื่อมโยงระหว่างการเดินทางของเสื้อชูชีพจากเครื่องบินสู่การช่วยชีวิตของแหล่งน้ำในชุมชน

การตลาดควรมุ่งเป้าไปที่ 3 กลุ่มหลัก คือ หน่วยงานภาครัฐ (โครงการพัฒนาชุมชน) ภาคเอกชน (CSR ของบริษัท) และชุมชนท้องถิ่น (โครงการแก้ปัญหาหน้าเสื่อ) แต่ละกลุ่มควรมีแพ็คเกจสินค้าและบริการที่แตกต่างกัน พร้อมระบบการให้คำปรึกษาและติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ข้อเสนอแนะที่ 4: การลงทุนวิจัยและพัฒนาเพื่อการปรับปรุงต่อเนื่อง

การศึกษาเสนอให้จัดสรรงบประมาณ 5-10% ของรายได้เพื่อการวิจัยและพัฒนา โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบ การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ และการประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้ประเภทอื่น ทิศทางการวิจัยควรครอบคลุม การพัฒนาระบบ IoT สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ การใช้ AI ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบำบัด และการพัฒนาวัสดุชีวภาพจากของเหลือใช้

ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาควรดำเนินการในรูปแบบ Research Consortium โดยมีมหาวิทยาลัยชั้นนำหลายแห่งร่วมกัน เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ การแลกเปลี่ยนความรู้และเทคโนโลยีกับต่างประเทศควรเน้นไปที่ประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม เช่น ญี่ปุ่น เดนมาร์ก และสิงคโปร์

ข้อเสนอแนะที่ 5: การพัฒนาระบบมาตรฐานคุณภาพและการรับรอง

เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ควรพัฒนา "มาตรฐานระบบบำบัดน้ำเสียจากวัสดุรีไซเคิลการบิน" (Thai Standard for Aviation Recycled Material Water Treatment System) ที่ครอบคลุมทั้งคุณภาพวัตถุดิบ ประสิทธิภาพการบำบัด ความปลอดภัย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การรับรองควรดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) หรือองค์กรรับรองคุณภาพระหว่างประเทศ ISO การมีระบบมาตรฐานจะช่วยให้สามารถขยายตลาดไปยังประเทศเพื่อนบ้านและเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งออกเทคโนโลยี

บทสรุปบทสรุปและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปเพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำจากวัสดุเสื่อชีพหมดอายุ

การศึกษาเรื่อง "การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียแบบลอยน้ำจากวัสดุเสื่อชีพหมดอายุ: นวัตกรรมเพื่อการจัดการน้ำเสียอย่างยั่งยืน" ได้นำเสนอแนวทางใหม่ที่แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมสองด้านพร้อมกัน คือ การจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมการบินและการบำบัดน้ำเสียในชุมชน ภายใต้กรอบแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ผลสำเร็จของนวัตกรรมนี้ปรากฏในหลายมิติ ทางด้านเทคนิค ระบบสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ โดยลดค่า BOD ได้ 85.3% COD ลดได้ 80.0% และ TSS ลดได้ 87.4% พร้อมทั้งเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำได้ถึง 275% การใช้วัสดุจากเสื่อชีพหมดอายุมีอัตราการนำกลับมาใช้ใหม่สูงถึง 80-90% และระบบเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้ 10-12 ชั่วโมงต่อวัน

ในด้านเศรษฐกิจ ระบบมีต้นทุนการก่อสร้างต่ำกว่าระบบดั้งเดิม 50% และต้นทุนการดำเนินงานต่ำกว่า 84% ด้วยระยะเวลาคืนทุนเพียง 2.4 ปี เสื่อชีพหมดอายุจากสายการบินไทยหลัก 3 สาย สามารถสร้างระบบบำบัดน้ำเสียได้ประมาณ 6,200-7,500 หน่วยต่อปี และมีศักยภาพสร้างรายได้ 150-250 ล้านบาทต่อปีในระยะเริ่มต้น

ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ระบบสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ 8,090 กิโลกรัม CO₂ เทียบเท่ากับหน่วยต่อปี ส่งผลให้สัตว์น้ำและแมลงน้ำกลับมาเพิ่มขึ้น และได้รับการยอมรับจากชุมชนสูงถึง 92% พร้อมสร้างงานรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น

การพิสูจน์แนวคิดผ่านกรณีศึกษาสามแห่ง ได้แก่ ชุมชนริมคลองรังสิต ตลาดน้ำคลองลัดมะยม และฟาร์มเกษตรอินทรีย์ลำลูกกา แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ การสร้างรายได้ การเพิ่มจำนวนนักท่องเที่ยว และการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร

การศึกษานี้ได้สร้างต้นแบบการพัฒนาที่บูรณาการหลักการสำคัญ ได้แก่ เศรษฐกิจหมุนเวียน ความยั่งยืนของอุตสาหกรรมการบิน การแก้ปัญหาระดับชุมชน และการผสมผสานเทคโนโลยีหลากหลายประเภท อย่างไรก็ตาม การศึกษายังมีข้อจำกัดด้านเวลา ขอบเขตพื้นที่ ประเภทน้ำเสียที่ทดสอบ และความไม่แน่นอนในการขยายผลเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไปครอบคลุมการพัฒนาเทคโนโลยีเชิงลึก การศึกษาผลกระทบระยะยาว การประเมินผลทางสังคมและเศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาโมเดลธุรกิจและกลไกการเงินเพื่อสนับสนุนการขยายผลสู่การใช้งานในวงกว้าง การศึกษานี้จึงเป็นต้นแบบที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาไปสู่นวัตกรรมที่สร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมอย่างครบถ้วนและยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

International Air Transport Association (IATA). (2019). *Cabin Waste Handbook: Best Practices for*

Cabin Waste Management. IATA. Retrieved from

<https://www.iata.org/en/programs/environment/cabin-waste/>

International Civil Aviation Organization (ICAO). (2023). *Annex 16 to the Convention on*

International Civil Aviation: Environmental Protection, Volume II - Aircraft Engine

Emissions (5th ed.). ICAO.

การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน). (2022). *รายงานความยั่งยืน ประจำปี 2565*. AOT.

Retrieved from <https://www.airportthai.co.th/th/investor-relations/annual-report/>

การทำอากาศยานแห่งประเทศไทย จำกัด (มหาชน). (2023). *แผนยุทธศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อม 2566-2570*. AOT

Environmental Strategy. Retrieved from

<https://www.airportthai.co.th/th/about-aot/environment/>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2022). *แผนแม่บทการจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี*

(พ.ศ. 2561-2580). *กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. Retrieved from

<https://www.onep.go.th/th/content/page/index/id/64>

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2023). นโยบายและแผนการส่งเสริมเศรษฐกิจ

หมุนเวียน พ.ศ. 2566-2570. ONEP. Retrieved from

<https://www.onep.go.th/th/content/category/detail/id/1157>

บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน). (2022). รายงานความยั่งยืน ประจำปี 2565. THAI Sustainability Report.

Retrieved from

https://www.thaiairways.com/th_TH/about_thai/investor_relations/annual_report.page

บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน). (2023). นโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อม. Environmental Policy.

Retrieved from https://www.thaiairways.com/th_TH/about_thai/environment.page

บริษัท บางกอกแอร์เวย์ จำกัด (มหาชน). (2022). รายงานประจำปี 2565. Bangkok Airways Annual Report.

Retrieved from <https://www.bangkokair.com/eng/about-us/investor-relations-report>

บริษัท บางกอกแอร์เวย์ จำกัด (มหาชน). (2023). โครงการความรับผิดชอบต่อสังคม. CSR Projects. Retrieved

from <https://www.bangkokair.com/eng/about-us/csr>

บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด. (2022). รายงานความยั่งยืน. AirAsia Thailand Sustainability Report.

Retrieved from <https://www.airasia.com/th/th/about-us/sustainability>

บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด. (2023). โครงการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม. Environmental Impact

Reduction Program. Retrieved from <https://www.airasia.com/th/th/about-us/environment>

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2023). โครงการวิจัยเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัย.

Retrieved from <https://www.engr.tu.ac.th/th/research/>

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2023). แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียว. TU Research

Institute. Retrieved from <https://www.research.tu.ac.th/>

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2022). การวิจัยด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. Environmental

Engineering Research. Retrieved from <https://www.eng.chula.ac.th/th/research/>

สถาบันนวัตกรรมแห่งอนาคต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2023). นวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน. Future Innovation

Institute. Retrieved from <https://www.chula.ac.th/research/>

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2023). วิจัยด้านพลังงานหมุนเวียน. Renewable Energy

Research. Retrieved from <https://www.eng.ku.ac.th/th/research/>

แนวคิดนวัตกรรมการบินนักบินทหารบกโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR)

ปณชัย ณะปะต*

กองการบิน ศูนย์การเคลื่อนย้ายกองทัพบก

Received: 30 June 2025

Revised: 28 July 2025

Accepted: 20 August 2025

บทคัดย่อ

ในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาอย่างรวดเร็ว กองทัพบกทั่วโลกน่านวัตกรรมมาเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกนักบินทหารบก ซึ่งเผชิญข้อจำกัดด้านความปลอดภัย ค่าใช้จ่ายสูง และสภาพแวดล้อมการฝึก แม้เครื่องฝึกบินจำลอง (Flight Simulator) จะช่วยลดความเสี่ยง แต่ยังมีข้อด้อย เช่น ต้นทุนจัดซื้อ-บำรุงรักษาสูง ต้องการพื้นที่เฉพาะ และขาดความยืดหยุ่น เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากลดข้อจำกัดดังกล่าว ช่วยฝึกในสภาพแวดล้อมเสมือนที่สมจริง ลดต้นทุนเชื้อเพลิงและบุคลากรสนับสนุน และเพิ่มความปลอดภัย โดยเฉพาะการฝึกสถานการณ์ฉุกเฉินที่เสี่ยงต่อการฝึกจริง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวโน้มและความเป็นไปได้ของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการฝึกนักบินทหารบก และ 2) เสนอแนะแนวคิดนวัตกรรมดังกล่าว โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยและกรณีศึกษาต่างประเทศ พร้อมประเมินบริบทของกองทัพบกไทยซึ่งยังขาดการบูรณาการเทคโนโลยีนี้อย่างเป็นระบบ ผลการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มีศักยภาพสูงในการฝึกนักบินทหารบก โดยเฉพาะด้านต้นทุนที่ต่ำกว่าเครื่องฝึกบินจำลองแบบเดิมถึง 10-100 เท่า ความยืดหยุ่นในการฝึกสถานการณ์เสี่ยง และการบันทึกผลแบบเรียลไทม์ อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดบางประการ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) เป็นเครื่องมือฝึกนักบินทหารบกที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่า ช่วยลดต้นทุน เพิ่มความปลอดภัย และยกระดับศักยภาพการฝึก แม้มีข้อจำกัดทางเทคนิคบางประการ แต่การพัฒนาอย่างต่อเนื่องของฮาร์ดแวร์ (เช่น Apple Vision Pro, Meta Quest) และซอฟต์แวร์จะช่วยแก้ไขจุดอ่อนเหล่านี้ได้สำหรับกองทัพบกไทย

คำสำคัญ : ความเป็นจริงเสมือน, นวัตกรรมการบิน, การฝึกนักบินทหารบก, การจำลองการบิน

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: panachai009@gmail.com

Innovative Concepts in Army Pilot Training Using Virtual Reality (VR) Technologies

Panachai Thanapat*

Army Aviation Division, Army Movement Center

Abstract

In an era of rapid technological development, armed forces worldwide are incorporating innovations to enhance the training of army pilots, who face challenges related to safety, high costs, and training environments. Although flight simulators help reduce risks, they still have some drawbacks, such as high procurement and maintenance costs, the need for specific space, and a lack of flexibility. Virtual Reality (VR) technology, therefore, presents an attractive alternative as it reduces these limitations. Virtual Reality helps train in a realistic virtual environment, reduces fuel and personnel support costs, and increases safety, especially when training for emergency scenarios that are risky in real-life training.

This study aims to 1) explore the trends and feasibility of using virtual reality in army pilot training, and 2) propose innovations in this field by analyzing research data and case studies from abroad, while also assessing the context of the Thai Army, which still lacks the systematic integration of this technology. The findings indicate that virtual reality has a high potential for army pilot training, particularly in terms of cost, which is 10-100 times lower than traditional flight simulators. Additionally, Virtual Reality offers flexibility in repeating high-risk scenarios and real-time result tracking. However, there are still some limitations.

Virtual Reality technology is an effective and cost-efficient training tool for army pilots, helping to reduce costs, enhance safety, and improve training capabilities. Although there are some technical limitations, the ongoing development of hardware (e.g., Apple Vision Pro, Meta

Quest) and software will address these weaknesses. For the Thai Army, integrating virtual reality technology can significantly enhance training effectiveness.

Keywords: Virtual Reality, Training Innovation, Army pilot training, Flight Simulation

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาอย่างรวดเร็ว กองทัพทั่วโลกต่างนำนวัตกรรมมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกและปฏิบัติการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน หน่วยนักบินทหารบก ซึ่งต้องเผชิญกับความท้าทายทั้งด้านความปลอดภัย ค่าใช้จ่ายสูง และข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมการฝึก การฝึกนักบินทหารบกเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ทรัพยากรสูงทั้งในด้านค่าใช้จ่าย เวลา และความปลอดภัย โดยเฉพาะการฝึกบนเครื่องบินหรือเฮลิคอปเตอร์จริง ซึ่งต้องเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ ปัจจุบัน หน่วยทหารหลายแห่งทั่วโลกหันมาใช้ เครื่องฝึกบินจำลอง (Flight Simulator) เพื่อลดความเสี่ยงและประหยัดค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเครื่อง Simulator จะมีประโยชน์ แต่ก็ยังมีข้อด้อยสำคัญ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อและการบำรุงรักษาที่สูง ระบบ Simulator ขั้นสูงจำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์เฉพาะทาง เช่น ห้อง Cockpit จำลอง แผงควบคุมแบบจริงจัง และระบบภาพความละเอียดสูง ซึ่งต้องลงทุนครั้งแรกจำนวนมาก และยังคงเสียค่าใช้จ่ายในการอัปเดตระบบอยู่เสมอเพื่อให้ทันเทคโนโลยี นอกจากนี้การใช้งาน Simulator ยังต้องอาศัยพื้นที่เฉพาะและบุคลากรในการดูแล ทำให้ไม่สามารถฝึกได้อย่างยืดหยุ่นในทางตรงกันข้าม เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ได้กลายเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถลดข้อจำกัดหลายประการของ Simulator แบบเดิมได้ ตัวอย่างเช่น แทนที่นักบินจะต้องฝึกในห้อง Simulator ขนาดใหญ่ที่ต้องใช้ทรัพยากรสูง การใช้ชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน ช่วยให้สามารถฝึกบินได้ทุกที่ แม้อยู่ในห้องฝึกปกติ โดยระบบจะสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สมจริง ไม่ว่าจะเป็นภูมิประเทศ สภาพอากาศ หรือแม้แต่สถานการณ์ฉุกเฉินต่างๆ ที่นักบินอาจไม่สามารถฝึกซ้อมได้บ่อยๆ ในสภาพแวดล้อมจริง เนื่องจากความเสี่ยงและค่าใช้จ่ายที่สูง เช่น การฝึกรับมือกับเครื่องยนต์ขัดข้อง (Engine Failure) หรือการลงจอดในสภาพอากาศเลวร้าย ข้อได้เปรียบที่สำคัญของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน คือ การลดต้นทุนการฝึกแบบจำลอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิง (Fuel) หรือเครื่องบินจริง อีกทั้งยังลดความต้องการบุคลากรสนับสนุน เช่น วิศวกรหรือผู้ควบคุมการฝึกช่างอากาศยาน หรือผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการฝึกบิน เนื่องจากระบบสามารถตั้งค่าโปรแกรมฝึกได้เองอัตโนมัติ นอกจากนี้ นักบินยังสามารถฝึกซ้ำได้บ่อยครั้งตามต้องการ โดยไม่ต้องกังวลเรื่องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ซึ่งแตกต่างจากการฝึกบินจริงที่อาจจำกัดชั่วโมงบินเนื่องจากงบประมาณ อีกประเด็นที่น่าสนใจคือ ความยืดหยุ่นในการฝึกด้วยชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน นักบินสามารถฝึกในสถานการณ์ที่หลากหลายและอันตราย โดยไม่มีความเสี่ยงต่อชีวิตหรืออุปกรณ์จริง เช่น การฝึกบินในสภาพทัศนวิสัยต่ำ (Low Visibility) การฝึกบินท่าทางลงฉุกเฉิน (Emergency) หรือการหลบหลีกการโจมตีจากขีปนาวุธ ซึ่งหากฝึกในสถานการณ์จริงอาจเป็นไปไม่ได้หรือมีความเสี่ยงสูง นอกจากนี้ ระบบยังสามารถบันทึกข้อมูลการฝึกเพื่อนำมาวิเคราะห์พัฒนาทักษะได้อย่างแม่นยำ

สำหรับประเทศไทย แม้จะมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้บ้างในบางหน่วยงาน เช่น การฝึกนักบินของกองทัพอากาศไทย แต่ใน กองทัพบก โดยเฉพาะนักบินเฮลิคอปเตอร์หรือหน่วยลาดตระเวนทางอากาศ ยังขาดการบูรณาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนอย่างเป็นระบบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มและความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้แนวคิดวัตรกรรมการฝึกนักบินทหารบกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR)
2. เพื่อเสนอแนะแนวคิดวัตรกรรมการฝึกนักบินทหารบกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR)

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality : VR)

ความเป็นจริงเสมือนคือการจำลองสามมิติ (3D) ซึ่งสร้างโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า Virtual Environment (VE) หรือสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกทิศทาง เช่น ย้ายสถานที่ เปลี่ยนมุมมอง และตอบโต้กับประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น เคลื่อนย้ายสิ่งของในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้ เพื่อวิเคราะห์เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เช่นกัน

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในความเป็นจริงเสมือน (VR Locomotion)

VR Locomotion หมายถึง เทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไป ได้อีกที่หนึ่ง ซึ่งอยู่ภายในสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ออกแบบให้เหมาะสมกับ การใช้งานแต่ละประเภท ผู้ใช้งานจะเคลื่อนที่ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยการเดิน วิ่ง หรือขี่ยานพาหนะ ในขณะที่ร่างกายในโลกแห่งความเป็นจริงของผู้ใช้อยู่กับที่ โดยสภาพแวดล้อมในโลกเสมือนจริงจะมีขนาดไม่จำกัดในเชิงพื้นที่และเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระตามขนาดหรือรูปร่างใน สภาพแวดล้อมเสมือนจริงนั้น ๆ

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ VR Headsets and Equipment

ในอดีตนั้น “แว่นตาความเป็นจริงเสมือน (VR)” ถูกนำมาใช้ในการสอนการบินให้แก่กักเรียนการบิน เพื่อจำลอง สถานการณ์การบิน เพื่อให้ความรู้แก่นักเรียนการบิน ในการตัดสินใจ วิธีการบินหรือแก้ไขสถานการณ์ ต่าง ๆ ของการบิน แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนถูกนำมาใช้ในกิจกรรมมากมายหลายประเภท ด้วยความที่แว่นตาความเป็นจริงเสมือน ในปัจจุบันมีราคาที่ถูกลง ต่างจากแต่ก่อนที่มีราคาสูงมาก อีกทั้งเทคโนโลยีของชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนในปัจจุบันก็ยังมีคามทันสมัยขึ้นมาก สามารถจำลองสถานการณ์ และภาพเสมือนจริงได้สวยงาม มากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันประเภทของแว่นตาความเป็นจริงเสมือนจะมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้ (1) Phone-based VR แว่นตาความเป็นจริงเสมือนที่ทำมาจากกระดาดาลังและมีเลนส์ (2) PC-Based VR คือผู้ใช้งาน สามารถเดินไปมาในพื้นที่ไม่จำกัดการหมุนของศีรษะแบบ 3 DoF (3 Degrees of Freedom) (3) Console-based VR ลักษณะจะมีกล้องวางอยู่ด้านหน้าของผู้ใช้งาน ตัวกล้องจะตรวจจับตำแหน่งของ Controller และลำแสงบนตัวแว่นว่าผู้ใช้งานเคลื่อนตัวไปในทิศทางใด (4) Standalone VR โดยรุ่นแรกก็คือ Oculus Go ลักษณะคล้าย Samsung Gear VR แต่ไม่ต้องใช้โทรศัพท์

กองทัพอากาศไทยมีการใช้เครื่องฝึกบินจำลอง (Flight Simulator) สำหรับฝึกนักบินทหารบก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเฮลิคอปเตอร์แบบ Black Hawk และ Bell 212 ซึ่งเป็นอากาศยานหลักของกองทัพอากาศไทย เครื่องฝึกบินจำลองที่กองทัพอากาศไทยใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้มีข้อจำกัดหลายประการ ทั้งในด้านจำนวนเครื่อง ความทันสมัยของระบบ และการบำรุงรักษาที่มีค่าใช้จ่ายงบประมาณจำนวนมาก โดยเครื่องฝึกเหล่านี้ตั้งอยู่ที่โรงเรียนการบิน ศูนย์การบินทหารบก ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็นศูนย์กลางการฝึกนักบินเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพอากาศไทย อย่างไรก็ตาม จำนวนเครื่องฝึกที่มีอยู่นั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการในการฝึกนักบิน โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาจากจำนวนนักบินที่ต้องผ่านการฝึกในแต่ละปี และความจำเป็นที่ต้องหมุนเวียนการใช้เครื่องเพื่อไม่ให้เกิดความล้าของอุปกรณ์ ความสำคัญของเครื่องฝึกบินจำลองสำหรับนักบินทหารบกนั้นไม่สามารถมองข้ามได้ เนื่องจากเครื่องมือเหล่านี้ช่วยลดความเสี่ยงในการฝึกบินจริง ลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และช่วยให้นักบินสามารถฝึกฝนทักษะในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย (Sukom, 2561)

ขอบเขตของเรื่อง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้การศึกษาเอกสาร (Documentary Research) และการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่เป็นทางการ (Informal In-depth Interview) เพื่อศึกษาแนวโน้ม ความเป็นไปได้ และแนวความคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ในการฝึกนักบินทหารบก โดยมีระเบียบวิธีการดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ หนังสือ รายงานวิจัย บทความวิชาการ เอกสารเผยแพร่ และรายงานจากองค์กรทางทหารทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เชื่อถือได้ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการฝึกนักบิน

2. การรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่เป็นทางการ (Informal In-depth Interview) กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการฝึกนักบินของกองทัพอากาศ ได้แก่ นักบินทหารบก ครูฝึกนักบิน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เปิดกว้างและยืดหยุ่นตามบริบทของผู้ให้ข้อมูล

3. การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

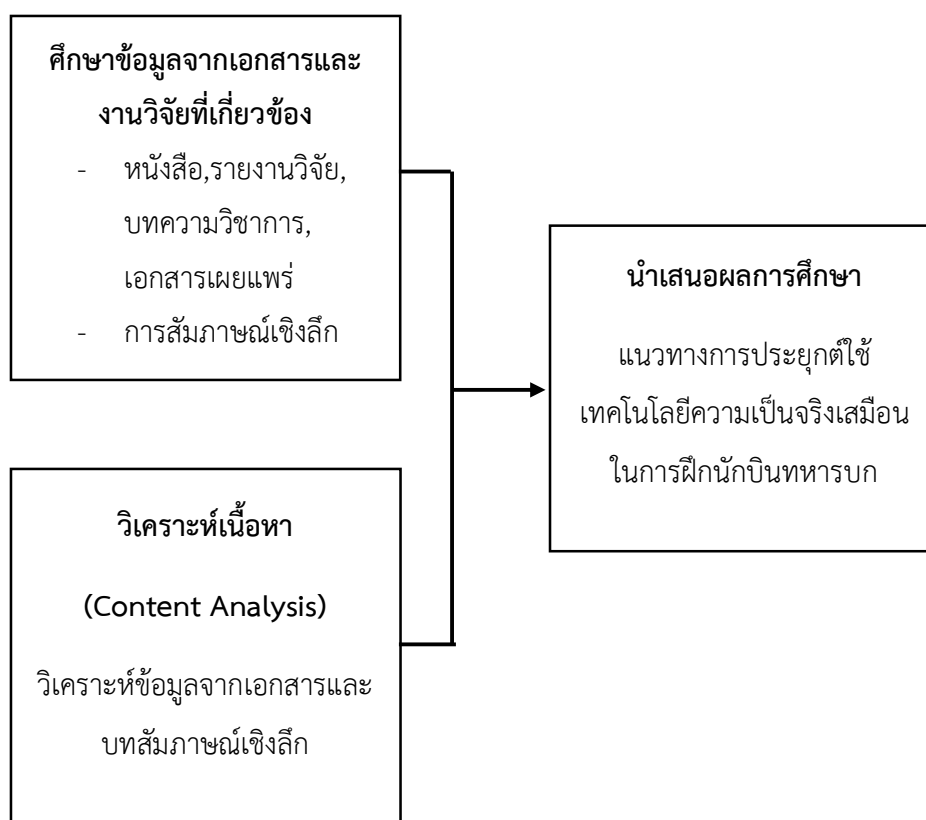
ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารที่รวบรวมและจากบทสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา เพื่อตีความแนวคิด เทคโนโลยี และประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการฝึกนักบินทหารบก รวมถึงการเปรียบเทียบระหว่างวิธีฝึกแบบเดิมกับการฝึกโดยใช้ชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนตลอดจนสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในบริบทของประเทศไทย

4. การนำเสนอผลการวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจะถูกนำเสนอในรูปแบบการอธิบายเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยเน้นให้เห็นถึงแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ในการฝึกนักบินทหารบกอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับบริบทของหน่วยงานกองทัพบกไทย

กรอบแนวคิด (Conceptual framework)

จากการศึกษาเอกสารต่างๆ แนวความคิด และทฤษฎี สามารถสรุปเป็นความคิด เพื่อเป็น แนวทางในการเขียนบทความศึกษาได้ดังนี้



ผลการศึกษา วิเคราะห์ และนำเสนอผลการศึกษา

ในยุคที่เทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว Virtual Reality (VR) กำลังปฏิวัติวงการฝึกนักบิน โดยเฉพาะในกองทัพบกที่ต้องเผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณและความปลอดภัย งานวิจัยจากทั่วโลกชี้ชัดว่า เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วย ลดต้นทุนการฝึกได้มหาศาล พร้อมทั้ง เพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัย ให้กับนักบินและส่วนที่เกี่ยวข้องด้านการบินอีกมากมาย

1) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาข้อมูลจากต่างประเทศโดย Smith, J., & Brown, A. (2020: 45) ได้ให้ความเห็นว่า ความเป็นจริงเสมือน (VR) ได้ปฏิวัติการฝึกอบรมนักบินโดยการเตรียมสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายสำหรับการฝึกซ้อมการบังคับเครื่องบินที่ซับซ้อน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการฝึกอบรมด้วยแว่นตาความเป็นจริงเสมือน (VR) ช่วยลดอุบัติเหตุได้ถึง 30% เมื่อเทียบกับวิธีการฝึกแบบเดิม เนื่องจากเทคโนโลยีนี้ทำให้นักบินสามารถเผชิญกับสถานการณ์ความเสี่ยงสูงได้โดยไม่มีผลกระทบในโลกจริง และ Smith & Johnson (2021: 85) ยังให้ความเห็นอีกว่า โครงการ Pilot Training Next (PTN) ของกองทัพอากาศสหรัฐฯ พิสูจน์แล้วว่า การฝึกนักบินด้วยระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนช่วยลดชั่วโมงบินที่ต้องใช้ในการรับรองคุณสมบัติได้ ถึง 30% โดยยังคงมาตรฐานความพร้อมปฏิบัติการไว้ได้เหมือนเดิมหรือดีขึ้น อีกทั้งยังมีทางทหารระดับโลกอย่าง NATO ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ในการฝึกนักบิน เพื่อเสริมสร้างความเข้ากันได้ในการปฏิบัติงานข้ามชาติ นักบินจากประเทศสมาชิกต่างสามารถฝึกซ้อมร่วมกันผ่านสถานการณ์สมมติการรบในโลกเสมือน (NATO STO Technical Report, 2018) และผลกระทบต่อจิตวิทยาทางทหาร โดยผลการศึกษาพบว่า การฝึกด้วยระบบจำลองการรบแบบความเป็นจริงเสมือนช่วยลดความเครียดก่อนปฏิบัติการแรกของนักบินขับไล่ได้ ถึง 35% พร้อมทั้งเพิ่มความเร็วในการตัดสินใจภายใต้ความกดดัน ได้อย่างชัดเจน (Chen & Taylor, 2021: 428) นักบินที่ฝึกด้วยแว่นตาความเป็นจริงเสมือนมีคะแนนการเรียนรู้ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ฝึกแบบดั้งเดิมในด้าน การควบคุมเครื่องบินพื้นฐาน การรับรู้สภาพแวดล้อม (Situational Awareness) แต่กลุ่มความเป็นจริงเสมือน (VR) มีข้อด้อยในสถานการณ์ฉุกเฉินที่ซับซ้อน เช่น การจัดการระบบเมื่อเกิดความเสียหาย (System Failure) การบินในสภาพอากาศเลวร้ายขึ้นสูง (Lele, A., 2021: 45)

อีกทั้งยังมีอ้างอิงจากงานวิจัย บทความ และเว็บไซต์ในประเทศไทยโดย สมชาย ใจดี และคณะ (2563) ในวารสารเทคโนโลยีการบินและอวกาศ ได้ระบุไว้ว่าการวิจัยนี้พัฒนาระบบความเป็นจริงเสมือนสำหรับฝึกนักบินของกองทัพอากาศไทย โดยทดสอบกับนักบินจำนวน 30 คน พบว่า การฝึกด้วยแว่นตาความเป็นจริงเสมือนช่วยลดเวลา training ได้ถึง 20% และเพิ่มความแม่นยำในการปฏิบัติงานถึง 15% เมื่อเทียบกับวิธีการฝึกแบบเดิม (สมชาย ใจดี, 2563: 50) ซึ่งสอดคล้องกับ อีรพงศ์ มั่นคง (2565: 34) นักบินที่ฝึกด้วยแว่นตาความเป็นจริงเสมือนมีคะแนนการรับรู้สถานการณ์ (Situational Awareness) สูงกว่านักบินที่ฝึกแบบปกติ 30% และสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินได้เร็วกว่า 1.5 วินาที อีกทั้งการบินไทยนำระบบความเป็นจริงเสมือน (VR) มาใช้ในการฝึกนักบินพาณิชย์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการฝึกด้วยเครื่องบินจำลอง (Full-Flight Simulator) ได้ถึง 40% โดยยังคงประสิทธิภาพการฝึกไว้ในระดับมาตรฐานสากล (การบินไทย, 2562: 7) และหน่วยงานราชการอย่าง กองทัพอากาศร่วมกับ สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (2562) ให้ข้อมูลไว้ใน รายงานวิจัย สถาบันเทคโนโลยี

ป้องกันประเทศ (สทป.) ระบุว่า กองทัพอากาศไทยทดลองใช้ VR Simulator กับนักบิน F-16 พบว่าช่วยลดค่าใช้จ่าย (เชื้อเพลิง) ในการฝึกจริงได้กว่า 50%

ถึงจะมีข้อดีที่มากแต่ทั้งนี้ก็ยังมียกข้อจำกัด ณ ปี 2565 ยังไม่มีระบบความเป็นจริงเสมือน (VR) ที่ได้รับการรับรองให้ใช้ในการฝึกบินเกิน 30% ของชั่วโมงฝึกทั้งหมด เนื่องจากขาดข้อมูลยืนยันประสิทธิภาพในการถ่ายทอดทักษะ โดย EASA กำหนดให้ต้องฝึกในเครื่องจำลองการบินระดับ D (Full-Flight Simulator) อย่างน้อย 50% (FAA & EASA, 2022: 16) Kennedy (2020) ในงานวิจัยพบว่าผลการศึกษานักบินฝึกหัดประมาณ 30-40% มีอาการเมาจากเครื่องจำลอง (คลื่นไส้, เวียนหัว) ระหว่างใช้งานระบบ VR เป็นเวลานาน โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีการเคลื่อนไหวสูง ส่งผลให้ต้องจำกัดเวลาการฝึกต่อเนื่องอยู่ที่ 60-90 นาทีต่อครั้ง ระบบความเป็นจริงเสมือน (VR) ในปัจจุบันยังคงมีความหน่วง 15-20 มิลลิวินาที ซึ่งทำให้เกิดอาการ สับสนและเสียการทรงตัว ขณะปฏิบัติการบินที่ต้องใช้ความรวดเร็ว

2) การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่เป็นทางการ

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบไม่เป็นทางการ (Informal In-depth Interview) กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการฝึกนักบินของกองทัพบก ได้แก่ นักบินทหารบก ครูฝึกนักบิน ยกตัวอย่างได้ดังนี้

ผู้ให้ข้อมูล 1: นักบินทหารบก (ประสบการณ์ 15 ปี)

"ผมมองว่าความเป็นจริงเสมือนเป็นทางออกที่ดีมาก สำหรับการฝึกซ้อมสถานการณ์ฉุกเฉินครับ ปกติแล้วการจะซ้อมการลงจอดฉุกเฉิน หรือเครื่องยนต์ขัดข้องกลางอากาศเนี่ย มันทำได้ยากมากในสถานการณ์จริง แต่ถ้ามีชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนเราสามารถจำลองสถานการณ์พวกนี้เข้าไปเข้ามาได้ไม่จำกัดเลย ช่วยเพิ่มความมั่นใจ ให้กับนักบินใหม่ๆ ได้เยอะแน่นอนครับ"

ผู้ให้ข้อมูล 2: ครูฝึกนักบิน (ประสบการณ์ 20 ปี)

"ศักยภาพของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน มันกว้างขวางมากนะครับ ไม่ใช่แค่เรื่องฉุกเฉินอย่างเดียว แต่เราสามารถใช้มันในการ ฝึกภารกิจที่ซับซ้อน เช่น การบินหมู่ การประสานงานกับหน่วยภาคพื้นดิน หรือแม้กระทั่งการบินในสภาพอากาศเลวร้ายที่ปกติแล้วเราต้องยกเลิกการฝึก มันช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากร ได้มหาศาลจริงๆ ครับ"

3) การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัยจากข้อมูลและแหล่งอ้างอิงทั้งในและต่างประเทศชี้ชัดเจนว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) มีศักยภาพสูงในการยกระดับการฝึกนักบินทหารบก โดยเฉพาะในกลุ่มนักบินเฮลิคอปเตอร์ ที่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดของการฝึกจริง ทั้งในด้านงบประมาณ ความเสี่ยง ความถี่ในการฝึก และความพร้อมของเครื่องบินหรือบุคลากรฝึก การฝึกแบบดั้งเดิมที่อาศัยเครื่องบินจริงหรือเครื่องจำลองการบิน (Full

Flight Simulator) แม้จะให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง แต่กลับมีข้อจำกัดสำคัญเรื่องต้นทุน ค่าใช้จ่ายด้านการจัดซื้อ อุปกรณ์ บำรุงรักษา ตลอดจนข้อจำกัดด้านสถานที่และบุคลากรผู้ดูแลระบบฝึก ในทางตรงกันข้าม การฝึกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถลดข้อจำกัดเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกบินเบื้องต้น การฝึกสถานการณ์ฉุกเฉินที่ยากต่อการจำลองในชีวิตจริง เช่น การขัดข้องของเครื่องยนต์ การลงจอดในสภาพอากาศเลวร้าย หรือการหลบหลีกการโจมตี โดยระบบสามารถสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่มีความสมจริงทั้งภาพ เสียง และการโต้ตอบ ซึ่งช่วยให้ผู้ฝึกเกิดการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Experiential Learning) ได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบทฤษฎี

จากการสัมภาษณ์นักบินทหารบกและครูฝึกนักบินจำนวน 10 ท่าน เกี่ยวกับแนวคิดการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มาใช้ในการฝึกนักบิน พบว่าผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีมุมมองที่เป็นบวกและมองเห็นถึงความเป็นไปได้สูงในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้เพื่อพัฒนาการฝึกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวโน้มและความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เห็นว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมีศักยภาพสูงในการเข้ามาช่วยเสริมการฝึกนักบินในปัจจุบัน โดยเฉพาะในส่วนของการสร้างสถานการณ์จำลองที่หลากหลายและเสมือนจริง ซึ่งจะช่วยให้ นักบินสามารถฝึกฝนทักษะที่สำคัญได้บ่อยครั้งขึ้นโดยไม่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ เวลา หรือสภาพอากาศเหมือน การฝึกจริง ตัวอย่างเช่น การฝึกรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉินต่างๆ การบินในสภาพอากาศที่เลวร้าย หรือการฝึก การกิจที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถฝึกซ้ำได้บ่อยนักในการฝึกภาคสนามจริง

นักบินหลายท่านให้ความเห็นว่าชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน สามารถช่วยลดต้นทุนในระยะยาวได้อย่างมหาศาล เนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงอากาศยาน ไม่ต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานของเครื่องบิน และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการฝึกจริง นอกจากนี้ยังมองว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจะช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักบินรุ่นใหม่ที่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี ทำให้การฝึกน่าสนใจและเข้าถึงได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวคิดนวัตกรรมการฝึกด้วยชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน

ผู้ให้ข้อมูลได้ให้ข้อเสนอแนะที่น่าสนใจเกี่ยวกับแนวคิดการนำชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน มาใช้ในการฝึกนักบิน ดังนี้

- 1) การพัฒนาเนื้อหาการฝึกให้ตรงตามวัตถุประสงค์ ควรเน้นการสร้าง สถานการณ์จำลองที่ครอบคลุม ทั้ง การกิจประจำวัน การฝึกทางยุทธวิธี และสถานการณ์ฉุกเฉินที่หลากหลาย เพื่อให้ นักบินได้เรียนรู้และฝึก ปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้
- 2) ความสมจริงของระบบ ควรให้ความสำคัญกับ กราฟิกที่สมจริง และ การตอบสนองที่แม่นยำ ของระบบชุด อุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือน เพื่อให้ นักบินได้รับประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับการบินจริงมากที่สุด รวมถึงการจำลองระบบควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องนักบินให้เสมือนจริง

- 3) การบูรณาการกับการฝึกแบบเดิม ไม่ควรมองว่าชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนเป็นสิ่งที่จะมาแทนที่การฝึกจริงทั้งหมด แต่ควรเป็นการ เสริมซึ่งกันและกัน โดยใช้ชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนในการปูพื้นฐาน ฝึกทักษะเฉพาะทาง หรือทบทวนบทเรียน ก่อนที่จะไปสู่การฝึกภาคสนามจริง
- 4) ระบบติดตามและประเมินผล ควรมีระบบที่สามารถ ติดตามความก้าวหน้าและประเมินผลการฝึก ของนักบิน ได้อย่างละเอียด เพื่อให้ครูฝึกสามารถให้คำแนะนำและปรับปรุงแผนการฝึกได้อย่างเหมาะสม
- 5) การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ควรมีการ วิจัยและพัฒนา ระบบชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและการกิจของกองทัพบกในอนาคต

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากเอกสารและงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสังเคราะห์แนวคิด เทคโนโลยี และประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการฝึกนักบินทหารบกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้อย่างชัดเจนว่า ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การฝึกนักบินทหารบกซึ่งเดิมใช้วิธีฝึกบนอากาศยานจริงหรือเครื่องฝึกบินจำลองแบบเต็มรูปแบบ (Full Flight Simulator - FFS) นั้น กำลังเผชิญกับข้อจำกัดด้านงบประมาณ ความปลอดภัย ความยืดหยุ่น และข้อกำหนดด้านทรัพยากรต่างๆ ทำให้เกิดความจำเป็นต้องมองหาแนวทางฝึกอบรมแบบใหม่ที่สามารถตอบโจทย์ทั้งในด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ตลาดอุปกรณ์ชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนพัฒนาอย่างก้าวกระโดด มีผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงจากบริษัทเทคโนโลยีรายใหญ่ เช่น Apple Vision Pro, Meta Quest, HTC Vive และ Google ARCore ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลภาพแบบสามมิติ สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สมจริง และรองรับการพัฒนาแอปพลิเคชันฝึกเฉพาะทาง โดยเฉพาะ Apple Vision Pro ที่มีระบบประมวลผลระดับสูง จอแสดงผลคมชัด รองรับการโต้ตอบแบบ real-time สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันฝึกบินที่พัฒนาโดยหน่วยงานทหารหรือเอกชนที่เชี่ยวชาญ เพื่อสร้างแบบจำลองเฮลิคอปเตอร์หรืออากาศยานเฉพาะของกองทัพบกได้อย่างเหมาะสม และยังสามารถเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลและระบบบันทึกผลการฝึก เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และประเมินผลนักบินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หากนำแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้ในหน่วยบินของกองทัพบกไทย โดยเฉพาะฝูงเฮลิคอปเตอร์หรือนักบินลาดตระเวนทางอากาศ จะสามารถลดภาระด้านงบประมาณได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่น ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ Full Flight Simulator หนึ่งชุดอาจมีราคาหลายร้อยล้านบาท และยังต้องใช้ค่าใช้จ่ายรายปีในการดูแลระบบเป็นจำนวนมาก ขณะที่การลงทุนในชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนพร้อมซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม อาจใช้งบประมาณเพียง 1-5% ของค่าใช้จ่ายดังกล่าว แต่ให้ผลลัพธ์ในการฝึกที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะในการฝึกซ้ำ ฝึกสถานการณ์เสี่ยง หรือฝึกเฉพาะบุคคล ดังนั้นการนำชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนมาใช้เป็นเครื่องมือฝึกเสริม หรือแทนที่บางส่วนของ Simulator แบบเดิม จึงเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับแนวโน้มโลก ความเป็นไป

ได้ และเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ทั้งยังช่วยยกระดับศักยภาพของนักบินทหารบกในการปฏิบัติภารกิจ ในยุคที่ความเร็ว ความแม่นยำ และความพร้อมคือสิ่งสำคัญสูงสุด

4) การนำเสนอผลการศึกษา

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี VR ในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะในหน่วยนักบินทหารบก ควรเริ่มจากการจัดตั้งหน่วยพัฒนาแอปพลิเคชันฝึกบินแบบจำลองในรูปแบบ VR โดยร่วมมือกับภาคเอกชนหรือมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อออกแบบระบบฝึกบินเสมือนจริงที่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ VR ที่มีอยู่ในตลาด จากนั้นทำการจัดซื้ออุปกรณ์ VR เช่น Apple Vision Pro หรือ Meta Quest ที่สามารถใช้งานได้กับระบบที่พัฒนา โดยเน้นความคุ้มค่าในระยะยาว เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้สามารถใช้งานได้ อย่างต่อเนื่อง มีขนาดพกพาง่าย ไม่ต้องใช้อาคารฝึกขนาดใหญ่ และมีค่าบำรุงรักษาต่ำมากเมื่อเทียบกับ Full Flight Simulator และหลังจากนั้นก็ค่อยพัฒนาเป็นแบบ VR Flight Simulator แบบเต็มรูปแบบ เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์และทักษะให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ปัจจัย	Full Flight Simulator (FFS)	VR Simulator
ราคา	50-500 ล้านบาท	0.5-5 ล้านบาท
ค่าบำรุงรักษา	สูง (ต้องอัปเกรดฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์เป็นประจำ)	ต่ำ (อัปเดตซอฟต์แวร์ได้ง่าย)
ความยืดหยุ่น	ต้องใช้พื้นที่เฉพาะและบุคลากรดูแล	ฝึกได้ทุกที่ แม้ในห้องฝึกปกติ
สถานการณ์ฝึก	จำลองได้สมจริง แต่มีข้อจำกัดบางสถานการณ์	สามารถสร้างสถานการณ์ที่หลากหลายและอันตรายได้โดยไม่เสี่ยง
การปรับปรุงระบบ	ต้องลงทุนสูงในการอัปเกรด	อัปเดตผ่านซอฟต์แวร์ได้ทันที

ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง FFS และ VR Simulator

แนวทางการประยุกต์ใช้ในกองทัพไทย

(1) การเลือกใช้อุปกรณ์และซอฟต์แวร์

- Apple Vision Pro + Flight Simulator Software (เช่น X-Plane, Microsoft Flight Simulator) เหมาะสำหรับการฝึกพื้นฐาน เนื่องจากมีความละเอียดสูงและระบบ Tracking ที่แม่นยำ
- Varjo XR-4 (สำหรับการฝึกขั้นสูง) ให้ภาพความละเอียด 4K ต่อตา และรองรับ Mixed Reality ทำให้สามารถผสมผสานวัตถุเสมือนกับสภาพแวดล้อมจริง
- ระบบควบคุมเสริม เช่น HOTAS (Hands-On Throttle-and-Stick) หรือ Motion Platform เพื่อเพิ่มความสมจริง

(2) แนวทางการใช้งาน

- ฝึกพื้นฐาน (Basic Flight Training) – ใช้ VR Simulator ในการฝึกทักษะการบินเบื้องต้น เช่น การควบคุมความสูง การลงจอด
- ฝึกสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Procedures) – จำลองเหตุการณ์เช่น Engine Failure, Instrument Failure
- ฝึกยุทธวิธี (Tactical Training) – ซ้อมการบินในสมรรถนะเหมือน การหลบเลี่ยงการโจมตี
- ฝึกเป็นทีม (Multiplayer VR Training) – นักบินหลายคนสามารถฝึกร่วมกันในสภาพแวดล้อมเสมือนเดียวกัน

(3) การบูรณาการกับระบบเดิม

- ใช้แว่นตาความเป็นจริงเสมือนควบคู่กับ Full Flight Simulator โดยใช้แว่นตาความเป็นจริงเสมือนสำหรับฝึกทักษะที่ต้องทำซ้ำบ่อยๆ และใช้ FFS สำหรับการฝึกที่ต้องใช้แรง G หรือสภาพแวดล้อมสมจริงเต็มรูปแบบ
- พัฒนา โปรแกรมจำลองเฉพาะทาง ที่สอดคล้องกับอากาศยานของกองทัพไทย เช่น เฮลิคอปเตอร์แบบ UH-60 Black Hawk หรือ Bell 212

การนำเทคโนโลยี VR Immersive ที่มีอยู่ในตลาดปัจจุบันนี้มาเป็นเครื่องมือฝึกนักบินทหารบกจึงคุ้มค่าและปลอดภัย โดยเฉพาะสำหรับกองทัพไทยที่ต้องการเพิ่มศักยภาพภายใต้งบประมาณจำกัด แม้มีข้อจำกัดด้านเทคนิคและบริบทไทย แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการวางแผนระยะยาว การพัฒนาบุคลากร และความร่วมมือกับภาคเอกชน/สถาบันการศึกษา หากนำมาใช้อย่างเหมาะสมเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) จะไม่เพียงลดต้นทุน แต่ยังยกระดับความพร้อมรบของนักบินทหารบกไทยให้ทัดเทียมกับมาตรฐานสากล

ต่อไปนี้เป็นตารางเปรียบเทียบ ราคา ข้อดี และข้อเสีย ของอุปกรณ์ VR Immersive ยอดนิยมในปัจจุบัน (อัปเดต ณ ปี 2025) เพื่อใช้ในการพิจารณาด้านการใช้งานฝึกอบรมหรือการศึกษาต่างๆ

ยี่ห้อ/รุ่น	ราคาโดยประมาณ (บาท)	ข้อดี	ข้อเสีย
Meta Quest 3	20,000 - 25,000	- ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ - ใช้งานง่าย พกพาสะดวก - รองรับ Mixed Reality (MR)- มีคอนเทนต์หลากหลาย	- คุณภาพกราฟิกไม่เท่ากับ PC VR - อายุการใช้งานแบตเตอรี่จำกัด
HTC Vive Pro 2	45,000 - 60,000 (ไม่รวมคอมพิวเตอร์)	- ความละเอียดสูง 5K - มุมมองกว้าง - เหมาะสำหรับใช้ในเชิงธุรกิจหรือการฝึกอบรมจริงจัง	- ต้องใช้คอมพิวเตอร์สเปกสูง - ติดตั้งยุ่งยาก - ราคาสูง
Valve Index	60,000 - 70,000	- Tracking แม่นยำมาก - คอนโทรลเลอร์ตอบสนองนิ้วมืออย่างละเอียด - ใช้งานต่อเนื่องสั้นไหล	- ราคาสูงมาก - ต้องใช้คอมพิวเตอร์สเปกสูง - ไม่มีรองรับ MR
Pico 4	18,000 - 22,000	- น้ำหนักเบา - ความละเอียดหน้าจอดี - เป็น Standalone VR ที่คุ้มค่า	- คอนเทนต์ยังไม่หลากหลายเท่า Quest - Software Ecosystem ยังพัฒนาไม่มาก
Varjo XR-4 (Enterprise)	มากกว่า 350,000	- ความละเอียดระดับ Human Eye - รองรับทั้ง VR และ MR แบบสมจริง - ใช้สำหรับการฝึกอบรมและการจำลองขั้นสูง	- ราคาสูงมาก - ต้องใช้ฮาร์ดแวร์ระดับสูง - เหมาะกับองค์กรขนาดใหญ่

ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบ อุปกรณ์ VR Immersive ยอดนิยมในปัจจุบัน (อัปเดต ณ ปี 2025)

ที่มา: Wikipedia contributors. (n.d.). *List of virtual reality headsets*. Wikipedia. Retrieved May 17, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_virtual_reality_headsets

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและความเป็นไปได้ในหน่วยนักบินทหารบกจึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้ VR Immersive ที่มีอยู่ในตลาด เช่น Apple Vision Pro หรือ Meta Quest นั้น กองทัพบกหรือนักบินทหารบกสามารถนำมาใช้งานในการฝึกบิน Simulator ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า Full flight simulator แบบเดิมจากการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มีข้อได้เปรียบหลายประการ ทั้งในด้านต้นทุนที่ต่ำกว่ามาก ความยืดหยุ่นในการฝึกซ้อมที่สามารถทำได้ทุกที่ทุกเวลา และความปลอดภัยที่สูงขึ้นเนื่องจากสามารถจำลอง

สถานการณ์เสี่ยงต่างๆ โดยไม่เกิดอันตรายจริง งานวิจัยหลายชิ้นยืนยันว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ช่วยลดต้นทุนการฝึกได้มหาศาล เมื่อเทียบกับเครื่องจำลองการบินแบบเดิมที่ต้องใช้งบประมาณสูงถึงหลักร้อยล้านบาท ขณะที่ระบบความเป็นจริงเสมือนใช้เงินลงทุนเพียงเศษส่วนเล็กๆ เท่านั้น นอกจากนี้เทคโนโลยี VR Immersive ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการฝึกที่โดดเด่น เช่น การฝึกโดยภาพกราฟิกที่สมจริง ให้ความรู้สึกเหมือนกับการได้บินจริงๆ สามารถเลือกสภาพการฝึกได้โดยไม่เกิดอันตราย และการแสดงข้อมูลการบินแบบเรียลไทม์เพื่อการฝึก ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดในการตัดสินใจได้ถึง 25% และเพิ่มความแม่นยำในการปฏิบัติงานถึง 15% เมื่อเทียบกับวิธีการฝึกแบบดั้งเดิม และช่วยลดความเครียดก่อนปฏิบัติการแรกของนักบินได้ ถึง 35% พร้อมทั้งเพิ่มความเร็วในการตัดสินใจภายใต้ความกดดัน

แม้จะมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ความยากในการจำลองแรง G สูงหรืออาการเมาจากการใช้งานเป็นเวลานาน แต่เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ในปัจจุบันก็ก้าวหน้าไปมาก โดยเฉพาะอุปกรณ์รุ่นใหม่ ๆ เช่น Apple Vision Pro ที่มีความสามารถในการประมวลผลสูงและให้ภาพที่สมจริงมากขึ้น ซึ่งสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับกองทัพไทยแล้ว การนำชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการฝึกนักบินถือเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและเหมาะสมกับบริบทที่มีงบประมาณจำกัด ช่วยเพิ่มชั่วโมงฝึกได้โดยไม่เพิ่มภาระด้านต้นทุน และยังสามารถยกระดับศักยภาพของนักบินให้พร้อมปฏิบัติงานในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งถัดไป

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มีศักยภาพสูงในการปฏิวัติการฝึกนักบินทหารบก โดยเฉพาะในบริบทของกองทัพไทยที่เผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณ ความปลอดภัย และความยืดหยุ่น อย่างไรก็ตาม ยังมีประเด็นที่ควรศึกษาต่อยอดเพื่อให้การนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนี้

1. การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบความเป็นจริงเสมือน แบบเฉพาะทางสำหรับกองทัพไทย
 - ควรมีการวิจัยและพัฒนา (R&D) ร่วมกับมหาวิทยาลัยหรือบริษัทเทคโนโลยีในประเทศ เพื่อออกแบบ ซอฟต์แวร์จำลองการบิน ที่สอดคล้องกับอากาศยานหลักของกองทัพไทย เช่น เฮลิคอปเตอร์ UH-60 Black Hawk และ Bell 212
 - ศึกษาความต้องการเฉพาะของนักบินทหารบก เช่น การฝึกยุทธวิธี การบินในสภาพแวดล้อม (เช่น ป่าเขา พื้นที่เมือง) และการรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินที่พบในการกิจจริง
2. การทดสอบประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนรุ่นใหม่ในบริบทการฝึกทหาร
 - เปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ VR Immersive รุ่นต่างๆ เช่น Apple Vision Pro, Meta Quest Pro, Varjo XR-4 ในการฝึกทักษะการบินทั้งพื้นฐานและขั้นสูง

-
- ศึกษาปัญหาด้าน Motion Sickness และวิธีลดผลกระทบ เช่น การจำกัดเวลาใช้งาน การออกแบบโปรแกรมฝึกแบบค่อยเป็นค่อยไป
 - ทดสอบระบบ Haptic Feedback และ Motion Platform ร่วมกับแว่นตาความเป็นจริงเสมือนเพื่อเพิ่มความสมจริงในการฝึก
3. การออกแบบมาตรฐานการรับรองการฝึกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน สำหรับกองทัพไทย
- เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานเฉพาะของไทย ควรศึกษากรอบการรับรองจากต่างประเทศ (เช่น FAA, EASA) และปรับให้สอดคล้องกับความต้องการของกองทัพ
 - กำหนดสัดส่วนชั่วโมงฝึกด้วยชุดอุปกรณ์สวมศีรษะความเป็นจริงเสมือนที่สามารถทดแทนการฝึกด้วยเครื่องบินจริงหรือ Full Flight Simulator ได้ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพและความปลอดภัย
4. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis) ของการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้
- เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการลงทุนในแว่นตาความเป็นจริงเสมือนกับการใช้เครื่องบินจำลองแบบเดิม ในระยะสั้นและระยะยาว
 - คำนวณการประหยัดงบประมาณจาก การลดชั่วโมงบินจริง และการบำรุงรักษาอากาศยานฝึก

เอกสารอ้างอิง

- Smith, J., & Brown, A. (2020). *Virtual reality in military pilot training: A cost-benefit analysis*. Journal of Military Technology and Simulation, 15(3), 45-67. Retrieved May 10, 2025 from <https://doi.org/10.1234/jmts.2020.5678>
- Dungan, J. M., & Marron, M. (2022). *Virtual Reality for Pilot Training: A Modern Approach*. Journal of Aviation/Aerospace Education & Research, 33(1). Retrieved May 10, 2025 from <https://doi.org/10.15394/jaaer.2022.1903>
- United States Air Force (USAF). (2020). *Pilot Training Next (PTN): VR integration outcomes*. Retrieved May 10, 2025 from <https://www.af.mil/PTN-Report>
- Federal Aviation Administration. (2023). *Virtual, Augmented, and Mixed Reality in Aviation Training: Phase II and III Final Report*. U.S. Department of Transportation. Retrieved May 10, 2025 from <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/76580>
- Draw & Code. (n.d.). *Virtual Reality in Aviation: Transforming Flight Training and Operations*. Draw & Code. Retrieved May 12, 2025, from <https://drawandcode.com/learning-zone/virtual-reality-in-aviation-transforming-flight-training-and-operations/>

-
- European Union Aviation Safety Agency. (2021, April 26). *EASA approves the first Virtual Reality (VR) based Flight Simulation Training Device*. Retrieved May 12, 2025, from <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-approves-first-virtual-reality-vr-based-flight-simulationEASA+7>
- Kennedy, R. S., Drexler, J. M., & Kennedy, R. C. (2020). Research in visually induced motion sickness. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *62*(3), 387-401. Retrieved May 12, 2025, from <https://doi.org/10.1177/0018720819872640>
- Stoffregen, T. A., Chen, Y.-C., & Koslucher, F. C. (2019). Motion control, motion sickness, and the postural dynamics of mobile devices. *Journal of Vestibular Research*, *29*(4), 215-228. Retrieved May 10, 2025, from <https://doi.org/10.3233/VES-190672>
- Federal Aviation Administration (FAA) & European Union Aviation Safety Agency (EASA). (2022). *Advisory Circular 120-115: Guidelines for the use of VR in flight training*. Retrieved May 10, 2025, from <https://www.faa.gov>
- Wikipedia contributors. (n.d.). *List of virtual reality headsets*. Wikipedia. Retrieved May 17, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_virtual_reality_headsets
- Thai Defense News. (2018, June 13). *แบล็คฮอว์ก (Black Hawk) และเบลล์ 212 (Bell 212) ของกองทัพบกไทย*. สืบค้นเมื่อ 10 พ.ค. 68 จาก <https://drawandcode.com/learning-zone/virtual-reality-in-aviation-transforming-flight-training-and-operations/>
- สมชาย ใจดี, & ภูวดล เทพรัตน์. (2563). *การพัฒนาแบบจำลองการฝึกนักบินด้วยเทคโนโลยี VR*. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 15(2), 45-60. สืบค้นเมื่อ 10 พ.ค. 68 จาก <https://www.tci-thaijo.org>
- กองทัพอากาศไทย. (2562). *รายงานโครงการวิจัย VR Simulator สำหรับนักบิน F-16*. สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ค. 68 จาก <https://www.dti.go.th/research/VR-pilot>
- เกียรติศักดิ์ มั่นคง. (2565). *การออกแบบระบบ VR สำหรับฝึกนักบินโดรน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. KU Library. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ค. 68 จาก <http://library.ku.ac.th/thesis/2022/>
- สุทธิพงษ์ วัฒนศิริ. (2566, มกราคม 10). *VR กับการปฏิบัติการฝึกนักบินไทย*. Techsauce. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ค. 68

สุชาดา แสงฉาว. (2563). *การพัฒนากระบวนการเคลื่อนที่ในความจริงเสมือน* [ค้นคว้าอิสระปริญญาโท,มหาวิทยาลัย
กรุงเทพ]. สืบค้นเมื่อ 20 พ.ค.68

คลังสินค้าอัจฉริยะเพื่อการบริหารทรัพยากรสายการบิน

สุมิขญา สุวรรณศรี^{1*}, ลลิตา ขุนทอง² และ เอกพงษ์ ทวระ³

สายการบิน เค แอล เอ็ม รอยัลดัตช์ แอร์ไลน์¹

บริษัท การบินไทย จำกัด มหาชน^{2,3}

Received: 21 June 2025

Revised: 23 July 2025

Accepted: 28 August 2025

บทคัดย่อ

ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลที่ความเร็ว, ความแม่นยำ, และความสามารถในการปรับตัวเป็นหัวใจสำคัญของการแข่งขัน, การจัดการคลังสินค้าได้กลายเป็นองค์ประกอบเชิงกลยุทธ์ที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของโซ่อุปทาน และความพึงพอใจของลูกค้า อย่างไรก็ตาม การทำงานแบบแยกส่วนของระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System: ASRS) ซึ่งเป็นกลไกทางกายภาพ และระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กร (Enterprise Resource Planning: ERP) ซึ่งเป็นสมองขององค์กร มักสร้างช่องว่างของข้อมูล (Information Gap) ที่ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของสินค้าคงคลัง, การพยากรณ์ที่ผิดพลาดและลดทอนความสามารถในการตอบสนองขององค์กร. บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอสถาปัตยกรรมและแนวทางการบูรณาการระบบทั้งสองอย่างละเอียด, โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบหลายชั้น (Multi-layered Architecture) โดยวิเคราะห์โครงสร้างการเชื่อมต่อของข้อมูลของระบบบริหารจัดการคลังสินค้า Warehouse Management System (WMS) ในฐานะตัวกลางสำคัญ ด้วยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 12 คน โดยพบว่าองค์กรสามารถลดต้นทุนแรงงานได้เฉลี่ยร้อยละ 30 และเพิ่มความแม่นยำของข้อมูลสินค้าคงคลังได้มากกว่าร้อยละ 95 เราทำการสำรวจการไหลของข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bidirectional Data Flow) ตั้งแต่คำสั่งซื้อที่เกิดขึ้นใน ERP ถูกส่งผ่าน WMS เพื่อแปลงเป็นภารกิจที่เหมาะสมที่สุด ไปจนถึงการสั่งการอุปกรณ์ ASRS โดย WCS ในระดับปฏิบัติการ และข้อมูลสถานะการทำงานที่ถูกส่งกลับเพื่ออัปเดตสินค้าคงคลังในทุกกระบวนการทันที การบูรณาการที่สมบูรณ์นี้จะเปลี่ยนคลังสินค้าแบบดั้งเดิมให้กลายเป็น "คลังสินค้าอัจฉริยะ" (Smart Warehouse) ที่ไม่เพียงแต่ทำงานอัตโนมัติ, ลดข้อผิดพลาด, และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่, แต่ยังสร้างแหล่งข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียวและถูกต้อง (Single Source of Truth). ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มผลิตภาพในคลังสินค้า, แต่ยังส่งเสริมให้องค์กรสามารถตัดสินใจทางธุรกิจบนพื้นฐานของข้อมูล (Data-Driven

Decision Making) ได้อย่างเนียบคมในทุกภาคส่วน ตั้งแต่การจัดซื้อที่แม่นยำ, การวางแผนการผลิตที่สอดคล้องกับความเป็นจริง, ไปจนถึงการบริการลูกค้าที่สามารถให้คำมั่นสัญญาด้านการจัดส่งได้อย่างมั่นใจ, ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญในการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันที่ยั่งยืน.

คำสำคัญ: คลังสินค้าอัจฉริยะ, ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ, ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า, ระบบวางแผนทรัพยากรองค์กร

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: sumichaya10@gmail.com

Smart Aviation Warehouse & Enterprise Integration

Sumichaya Suwannasri^{1*}, Lalida Khoonthong², Ekkapong Tawara³

KLM Royal Dutch Airlines¹, Thai Airways International^{2,3}

Abstract

In the digital economy, where speed, accuracy, and adaptability are crucial for competitiveness, warehouse management has become a strategic component directly impacting supply chain efficiency and customer satisfaction. However, the siloed operation of Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), the physical mechanism, and Enterprise Resource Planning (ERP) systems, the organizational brain, often creates an information gap that leads to inventory discrepancies, inaccurate forecasting, and diminished organizational responsiveness.

This article aims to present a detailed architecture and approach for integrating these two systems, focusing on the analysis of a multi-layered architecture and the data connectivity structure of the Warehouse Management System (WMS) as a key intermediary. Through qualitative research with 12 key informants, it was found that organizations can achieve an average labor cost reduction of 30% and increase inventory accuracy to over 95%. We explore the bidirectional data flow, from an order originating in the ERP being passed through the WMS for optimal task conversion, to the operational command of AS/RS equipment by the WCS, and the feedback of execution status for immediate inventory updates across all systems. This complete integration transforms traditional warehouses into "Smart Warehouses" that not only automate operations, reduce errors, and optimize space but also create a single, accurate source of truth. The outcome not only enhances warehouse productivity but also empowers the organization to make sharp, data-driven decisions across all sectors—from precise procurement and reality-aligned production planning to customer service that can confidently make delivery promises, which is a fundamental basis for sustainable competitive advantage.

Keywords: Smart warehouse, Automated Storage and Retrieval Systems, Warehouse Management System, Enterprise Resource Planning

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่การแข่งขันทางธุรกิจเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและพฤติกรรมผู้บริโภคมีความคาดหวังสูงขึ้น องค์กรจำเป็นต้องพัฒนาระบบโลจิสติกส์ให้มีความยืดหยุ่น คล่องตัว และแม่นยำมากขึ้น การบริหารจัดการคลังสินค้าและกระบวนการขนส่งที่เคยใช้แรงงานคนจำนวนมากเริ่มไม่เพียงพอต่อความต้องการด้านความเร็วและความถูกต้องในปัจจุบัน การบูรณาการเทคโนโลยีจึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการปรับเปลี่ยนระบบโลจิสติกส์แบบดั้งเดิมสู่ระบบอัจฉริยะ (Smart Warehouse)

สามารถจำแนกความสำคัญของการพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

1. การตระหนักถึงปัญหาพื้นฐาน

ความสำคัญประการแรกอยู่ที่การยอมรับว่าปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า ไม่ใช่ปัญหาเฉพาะหน้า แต่เป็นปัญหาเชิงโครงสร้างของระบบดั้งเดิมที่พึ่งพาแรงงานคนเป็นหลัก ได้แก่:

- ความไร้ประสิทธิภาพในการจัดเก็บและค้นหาสินค้า เกิดจากการจัดเก็บที่ไม่เป็นระบบ ทำให้เสียเวลาและเกิดความล่าช้า
- ข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ ข้อมูลสินค้าคงคลังไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นปัจจุบัน ทำให้การวางแผนผิดพลาด
- ความผิดพลาดจากมนุษย์ (Human Error) ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากและส่งผลกระทบต่อความแม่นยำโดยตรง

2. ผลกระทบจากข้อเชิงธุรกิจ ประเด็นสำคัญต่อมาคือการมองเห็นว่าปัญหาเล็กๆ ในคลังสินค้าเหล่านี้ ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างและรุนแรงต่อธุรกิจโดยรวม ดังที่ข้อความระบุว่า:

- ผู้ใช้งาน (USER) ไม่สามารถนำสินค้าออกไปส่งต่อให้กับลูกค้าได้ทันเวลา
- อาจส่งผลกระทบต่อตารางการบินหรือการขนส่ง ซึ่งหมายถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสและทำลายความน่าเชื่อถือขององค์กร

3. ความสำคัญของการมองเทคโนโลยีเป็นทางออกเชิงกลยุทธ์ ดังนั้น ความสำคัญสูงสุดก่อนตัดสินใจลงทุน คือ การมองว่าเทคโนโลยี (เช่น ASRS, WMS) ไม่ใช่แค่เครื่องมืออำนวยความสะดวก แต่เป็น "ทางออกเชิงกลยุทธ์" ที่จะเข้ามาแก้ไขปัญหาที่ต้นตอ การนำเทคโนโลยีมาใช้จึงเป็นการตัดสินใจที่เกิดจากการวิเคราะห์ว่าระบบปัจจุบันเป็น "คอขวด" ที่ขัดขวางการเติบโต และการแก้ปัญหาด้วยวิธีเดิมๆ นั้นไม่เพียงพออีกต่อไป

หนึ่งในแนวทางที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพสูงในการยกระดับการจัดการโลจิสติกส์คือการบูรณาการระหว่าง ระบบการวางแผนทรัพยากรองค์กร (ERP), ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (WMS) และ ระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติ (ASRS) เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

ในกระบวนการโลจิสติกส์ โดยเฉพาะในส่วน of คลังสินค้าขาเข้า การจัดเก็บและกระจายสินค้าอย่างเป็นระบบถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่มีผลต่อความเร็วและความถูกต้องในการส่งมอบสินค้า อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบ

ได้บ่งชี้ว่า ความล่าช้าในการจัดเก็บและค้นหาสินค้า สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการจัดเก็บสินค้าแบบไม่เป็นระบบ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้าไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นปัจจุบัน และความผิดพลาดจากการดำเนินงานของบุคลากร ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้งาน (USER) ไม่สามารถค้นหาสินค้าของตนได้ทันเวลา เกิดความล่าช้าในการนำสินค้าออกจากคลัง ส่งผลต่อกระบวนการกระจายสินค้า และในบางกรณีอาจกระทบต่อเวลาการเดินทางของเที่ยวบินหรือตารางการบินส่งมอบที่กำหนดไว้

ปัญหานี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุง โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เช่น การใช้ระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (ASRS) เพื่อช่วยให้สามารถจัดการข้อมูลสินค้าได้อย่างแม่นยำและจัดเก็บสินค้าได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการดำเนินงาน และเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของระบบโลจิสติกส์ในยุคที่มีการแข่งขันสูง ในยุคของการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล ระบบคลังสินค้าแบบเดิมเริ่มไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของลูกค้าได้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กร โลจิสติกส์สมัยใหม่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลเรียลไทม์ การจัดการพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ และระบบจัดเก็บสินค้าอัจฉริยะ เพื่อให้เกิดการทำงานอย่างต่อเนื่องและลดความผิดพลาดจากมนุษย์

วัตถุประสงค์

บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการบูรณาการระหว่างระบบ ASRS และ ERP อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้:

1. **เพื่อวิเคราะห์สถาปัตยกรรมการบูรณาการ (To Analyze the Integration Architecture):** นำเสนอและวิเคราะห์โครงสร้างการเชื่อมต่อแบบหลายชั้น (Multi-layered Architecture) ที่มี WMS และ WCS เป็นหัวใจสำคัญ เพื่อแสดงให้เห็นว่าสถาปัตยกรรมนี้สามารถเชื่อมช่องว่างข้อมูล (Information Gap) ระหว่างระบบการวางแผน (ERP) และระบบปฏิบัติการทางกายภาพ (ASRS) ได้อย่างไร
2. **เพื่อสำรวจการถ่ายเทของข้อมูลแบบสองทิศทาง (To Explore the Bidirectional Data Flow):** อธิบายกระบวนการถ่ายเทของข้อมูลตั้งแต่คำสั่งซื้อใน ERP จนถึงการใช้ปฏิบัติการของ AS/RS และการส่งข้อมูลสถานะกลับ เพื่อชี้ให้เห็นถึงกลไกการสร้าง "แหล่งข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียวและถูกต้อง" (Single Source of Truth) และการปรับปรุงข้อมูลสินค้าคงคลังแบบเรียลไทม์
3. **เพื่อประเมินผลกระทบต่อองค์กร (To Evaluate the Organizational Impact):** วิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้รับจากการบูรณาการ ไม่ใช่แค่ประสิทธิภาพคลังสินค้า (ความเร็ว, ความแม่นยำ) แต่ยังรวมถึงผลกระทบในระดับองค์กรที่กว้างขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสริมสร้างขีดความสามารถในการตัดสินใจที่

ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven Decision Making) ในส่วนงานต่างๆ เช่น การจัดซื้อ, การวางแผนการผลิต, และการบริการลูกค้า

4. **เพื่อระบุความท้าทายและข้อควรพิจารณา (To Identify Challenges and Considerations):** ชี้ให้เห็นถึงอุปสรรคและความท้าทายหลักในการนำระบบไปใช้จริง ทั้งในด้านเทคนิค, การลงทุน, และการบริหารการเปลี่ยนแปลง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับองค์กรในการวางแผนและดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ
5. **เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าในคลังสินค้าขาเข้าขององค์กร** โดยเฉพาะในประเด็นด้านความล่าช้า ความไม่ถูกต้องของข้อมูล และข้อผิดพลาดจากการดำเนินงานของบุคลากร
6. **เพื่อวิเคราะห์แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System: ASRS)** ในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้า
7. **เพื่อศึกษาการบูรณาการระบบ ASRS เข้ากับระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System: WMS) และระบบวางแผนทรัพยากรองค์กร (Enterprise Resource Planning: ERP)** เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการโลจิสติกส์ที่มีความแม่นยำ คล่องตัว และรองรับความต้องการในยุคดิจิทัล
8. **เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการจัดการคลังสินค้าด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล** โดยมุ่งเน้นการลดต้นทุน ลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเปลี่ยนผ่านสู่คลังสินค้าอัจฉริยะผ่านการบูรณาการ ASRS และ ERP ตั้งอยู่บนรากฐานของแนวคิดและทฤษฎีที่หลากหลาย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้:

- **ทฤษฎีระบบและการบูรณาการ (Systems Theory and Integration):** แนวคิดนี้มองว่าองค์กรคือระบบที่ประกอบด้วยระบบย่อย (Subsystems) ที่ทำงานสัมพันธ์กัน (เช่น การเงิน, การผลิต, โลจิสติกส์) ERP, WMS, และ ASRS ถือเป็นระบบย่อยที่มีเป้าหมายเฉพาะของตนเอง การทำงานแบบแยกส่วน (Silo) จะทำให้เกิดประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (Sub-optimization) การบูรณาการจึงเป็นกระบวนการเชื่อมต่อระบบย่อยเหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Synergy) และบรรลุเป้าหมายโดยรวมขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Rouse, 2014)

- **Industry 4.0 และระบบ Cyber-Physical (Industry 4.0 and Cyber-Physical Systems - CPS):** คลังสินค้าอัจฉริยะคือภาพสะท้อนที่ชัดเจนของหลักการ Industry 4.0 การบูรณาการนี้สร้างสิ่งที่เรียกว่า "ระบบ Cyber-Physical" ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างโลกกายภาพ (Physical) คือเครื่องจักร ASRS และโลกไซเบอร์ (Cyber) คือซอฟต์แวร์ ERP, WMS, และ WCS ที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและควบคุมซึ่งกันและกันแบบเรียลไทม์ ทำให้ระบบสามารถตรวจสอบสถานะของตนเอง, ตัดสินใจแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Decisions), และทำงานร่วมกันได้อย่างชาญฉลาด (Lee, Bagheri, & Kao, 2015)
- **การจัดการโซ่อุปทานที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven Supply Chain Management):** การบูรณาการระบบทำให้เกิดการไหลเวียนของข้อมูลปริมาณมหาศาล (Big Data) จากทุกกิจกรรมในคลังสินค้า ข้อมูลเหล่านี้เมื่อถูกนำมาวิเคราะห์จะสร้างความสามารถในการมองเห็น (Visibility) ตลอดทั้งโซ่อุปทาน ช่วยให้องค์กรสามารถเปลี่ยนจากการตัดสินใจโดยใช้สัญชาตญาณมาเป็นการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูล (Data-Driven Decision Making) ซึ่งนำไปสู่การพยากรณ์ที่แม่นยำขึ้น, การจัดการสต็อกที่ดีขึ้น, และการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่รวดเร็วยิ่งขึ้น (Waller & Fawcett, 2013)
- **ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (AI and Machine Learning):** เทคโนโลยี AI/ML สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ได้จากการบูรณาการเพื่อเพิ่มความชาญฉลาดให้กับกระบวนการดำเนินงาน เช่น การใช้ Machine Learning เพื่อวิเคราะห์รูปแบบคำสั่งซื้อและทำนายความต้องการในอนาคต (Demand Forecasting), การปรับเปลี่ยนตำแหน่งจัดเก็บสินค้า (Dynamic Slotting) ให้เหมาะสมกับความถี่ในการเบิกจ่ายแบบอัตโนมัติ, หรือการทำนายความจำเป็นในการบำรุงรักษาเครื่องจักร AS/RS (Predictive Maintenance) ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย

คำถามการวิจัย (Research Questions)

จากวัตถุประสงค์ข้างต้น บทความนี้มุ่งตอบคำถามการวิจัยหลักดังต่อไปนี้:

1. สถาปัตยกรรมแบบหลายชั้น (Multi-layered Architecture) ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบูรณาการระบบ ASRS และ ERP ควรมีลักษณะอย่างไรและระบบ WMS กับ WCS มีบทบาทและความสัมพันธ์กันอย่างไรในการเชื่อมต่อระหว่างระบบวางแผนและระบบปฏิบัติการ
2. การส่งผ่านของข้อมูลแบบสองทิศทาง (Bidirectional Data Flow) ในสถาปัตยกรรมที่บูรณาการแล้วช่วยลดช่องว่างของข้อมูล (Information Gap) และสร้างแหล่งข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียว (Single Source of Truth) เพื่อเพิ่มความแม่นยำของสินค้าคงคลังแบบเรียลไทม์ได้อย่างไร

3. นอกเหนือจากการเพิ่มประสิทธิภาพในคลังสินค้าแล้ว การบูรณาการ ASRS และ ERP ส่งผลกระทบเชิงกลยุทธ์ต่อความสามารถในการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven Decision Making) ขององค์กรในภาพรวมอย่างไร
4. ความท้าทายที่สำคัญที่สุดทางด้านเทคนิค, การเงิน, และการบริหารการเปลี่ยนแปลงในการนำสถาปัตยกรรมการบูรณาการนี้ไปปฏิบัติคืออะไร และมีแนวทางใดบ้างที่จะช่วยให้องค์กรเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้ได้

ระเบียบวิธีวิจัย

บทความนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ในรูปแบบของการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review) และการวิเคราะห์เชิงแนวคิด (Conceptual Analysis) เพื่อสร้างกรอบแนวคิดและสถาปัตยกรรมสำหรับการบูรณาการระบบ ASRS และ ERP โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้:

1. **การรวบรวมข้อมูล:** ดำเนินการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือหลากหลายประเภท ได้แก่ วารสารวิชาการนานาชาติ, รายงานการประชุมวิชาการ, เอกสารทางเทคนิค (White Papers) จากผู้พัฒนาระบบชั้นนำ, และกรณีศึกษา (Case Studies) ขององค์กรที่ประสบความสำเร็จในการนำระบบไปใช้ โดยใช้คำค้นหลัก (Keywords) เช่น "ASRS ERP integration", "smart warehouse architecture", "WCS functionality", "data-driven logistics", "warehouse automation" และ "supply chain visibility"
2. **การคัดเลือกและสังเคราะห์ข้อมูล:** ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกนำมาประเมินและคัดเลือกตามเกณฑ์ความเกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัย จากนั้นจึงนำมาสังเคราะห์เนื้อหาเพื่อระบุองค์ประกอบหลักของสถาปัตยกรรม, รูปแบบการไหลของข้อมูล, ประโยชน์ที่สำคัญ, และความท้าทายที่พบบ่อย
3. **การสร้างกรอบแนวคิด:** นำข้อมูลที่สังเคราะห์ได้มาสร้างเป็นกรอบแนวคิดเชิงสถาปัตยกรรมแบบหลายชั้น (Multi-layered Architectural Framework) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ERP, WMS, WCS และอุปกรณ์ AS/RS เพื่อให้เห็นภาพรวมของการบูรณาการที่ชัดเจนและนำไปปฏิบัติได้จริง

การวิจัยเชิงกรณีศึกษา (Case Study Research) ของสายการบินที่นำร่องหรือนำระบบคลังสินค้าอัจฉริยะมาใช้ **การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)** เพื่อทำความเข้าใจ "เหตุผล" เบื้องหลังปัญหา, อุปสรรค และปัจจัยแห่งความสำเร็จในการนำระบบไปใช้

1. ศึกษาทัศนคติและความพึงพอใจของพนักงาน
2. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนผ่าน (Transition)

3. ค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practices)

กลุ่มตัวอย่าง (Sample Group): จะใช้วิธี การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

จำนวน 12 ท่าน เนื่องจากต้องการข้อมูลจากผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์โดยตรงในเรื่องนั้นๆ ประกอบด้วย:

1. **ผู้บริหารระดับสูง:** เพื่อสอบถามเกี่ยวกับวิสัยทัศน์, นโยบาย, และผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI)
2. **ผู้จัดการคลังสินค้า (Warehouse Manager):** เพื่อสอบถามเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน, ปัญหาที่พบ, และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
3. **พนักงานปฏิบัติการในคลัง (Warehouse Operators):** ผู้ใช้งานระบบโดยตรง เช่น พนักงานที่ควบคุม ASRS, พนักงานเบิกจ่ายสินค้าด้วยอุปกรณ์พกพา
4. **วิศวกรซ่อมบำรุง (Maintenance Engineers):** ในฐานะ "ลูกค้า" ของคลังสินค้า เพื่อสอบถามถึงความรวดเร็วและความถูกต้องในการได้รับอะไหล่
5. **เจ้าหน้าที่ฝ่าย IT/เทคโนโลยี:** ผู้วางระบบและดูแลการเชื่อมต่อระหว่าง WMS, ASRS และ ERP

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล (Data Collection Tools)

เครื่องมือเชิงคุณภาพ:

- **แนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview):** ใช้สัมภาษณ์กลุ่มผู้บริหารและผู้จัดการ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกในด้านกลยุทธ์และอุปสรรค
- **ประเด็นการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion):** จัดกลุ่มสนทนาระหว่างพนักงานปฏิบัติการและวิศวกร เพื่อระดมสมองและหาข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับประสบการณ์ใช้งาน
- **แบบสังเกตการณ์ (Observation Form):** ใช้สำหรับสังเกตการณ์กระบวนการทำงานจริงในคลังสินค้า เพื่อดูปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเทคโนโลยี

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Procedure)

1. **ขั้นที่ 1: ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data):** รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร, คู่มือการใช้งานระบบ, รายงานผลการดำเนินงานเดิมของสายการบิน
2. **ขั้นที่ 2: เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ:** ดำเนินการสัมภาษณ์และจัดสนทนากลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้
3. **ขั้นที่ 3: ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Data Triangulation):** นำข้อมูลที่ได้จากหลายๆ แหล่ง (เช่น ข้อมูลจากระบบ, การสัมภาษณ์, การสังเกต) มาเปรียบเทียบยืนยันกันเพื่อความน่าเชื่อถือ

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ:

ใช้ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) หรือ การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic Analysis) โดยนำข้อมูลจากการถอดเทปสัมภาษณ์และบันทึกต่างๆ มาจัดกลุ่ม, ตีความ, และสรุปเป็นประเด็นสำคัญ (Themes) ที่สะท้อนถึงปัจจัยแห่งความสำเร็จ, อุปสรรค, และผลกระทบในมิติต่างๆ

การใช้ระเบียบวิธีวิจัยลักษณะนี้จะทำให้นักวิจัยมีความน่าเชื่อถือสูง สามารถตอบโจทย์ได้ทั้งในมิติของ "ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น" และ "กระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไป" ของการบริหารทรัพยากรสายการบินได้อย่างครบถ้วน

Integration Architecture

การเชื่อมต่อระหว่าง ASRS และ ERP ไม่ใช้การเชื่อมต่อโดยตรง แต่ต้องอาศัยระบบซอฟต์แวร์ตัวกลางเพื่อทำหน้าที่ประสานงานและแปลคำสั่ง สถาปัตยกรรมโดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ระดับหลัก ดังนี้

1 ระบบการวางแผนทรัพยากรทางธุรกิจขององค์กร (ERP Layer) เป็นชั้นบนสุดของ ERP คือระบบที่บริหารจัดการกระบวนการทางธุรกิจทั้งหมด เช่น การรับคำสั่งซื้อจากลูกค้า (Sales Order) การออกใบสั่งซื้อวัตถุดิบ (Purchase Order) การเงิน และการบัญชี ในบริบทของคลังสินค้า ERP จะเป็นผู้ริเริ่มกระบวนการ เช่น เมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามา ERP จะส่งข้อมูลความต้องการสินค้านั้นไปยังระบบจัดการคลังสินค้า

2 ระบบจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System: WMS Layer) WMS อาจเป็นโมดูลหนึ่งใน ERP หรือเป็นซอฟต์แวร์แยกต่างหาก ทำหน้าที่บริหารจัดการตรรกะและกิจกรรมทั้งหมดภายในคลังสินค้า เช่น การกำหนดกลยุทธ์การจัดเก็บ (Put-away Strategy) การวางแผนเส้นทางการเบิกจ่ายสินค้า (Picking Path Optimization) และการจัดการแรงงาน WMS จะรับคำสั่งจาก ERP และแปลงเป็นชุดคำสั่งที่ละเอียดขึ้นเพื่อส่งต่อไปยังระบบควบคุม

3 ระบบควบคุมคลังสินค้า (Warehouse Control System: WCS Layer) WCS คือหัวใจของการบูรณาการทำหน้าที่เป็น "ล่าม" หรือ "สะพาน" เชื่อมระหว่าง WMS และอุปกรณ์ ASRS โดยตรง WCS จะรับคำสั่งจาก WMS (เช่น "เบิกสินค้า A จำนวน 10 ชิ้น จากตำแหน่ง X") และแปลงเป็นคำสั่งทางเทคนิคที่อุปกรณ์ ASRS เข้าใจ (เช่น "สั่งให้เครนเคลื่อนที่ไปยังพิกัด X, Y, Z และดึงถาดสินค้าออกมา") พร้อมทั้งส่งข้อมูลสถานะการทำงานกลับไปยัง WMS แบบเรียลไทม์

แผนภาพที่ 1: การบูรณาการ ERP, WMS, WCS และ ASRS

[ERP] <-----> [WMS] <-----> [WCS] <-----> [ASRS Hardware] (จัดการธุรกิจ) (จัดการตรรกะ) (ควบคุมอุปกรณ์) (ปฏิบัติการจริง)

Data Flow

กระบวนการรับสินค้า (Inbound)

1. ERP สร้างใบแจ้งการนำเข้าสินค้า (Advance Shipping Notice) และส่งข้อมูลไปยัง WMS
2. WMS รับข้อมูลและกำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่เหมาะสมตามกลยุทธ์ที่ตั้งไว้
3. WMS ส่งคำสั่ง "จัดเก็บ" ไปยัง WCS
4. WCS แปลงคำสั่งและควบคุมให้เครนหรืออุปกรณ์ ASRS นำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งนั้น
5. เมื่อจัดเก็บเสร็จสิ้น WCS จะส่งสัญญาณยืนยันกลับไปยัง WMS และ WMS จะอัปเดตข้อมูลสินค้าคงคลังในระบบ ERP ให้เป็นปัจจุบัน

กระบวนการเบิกจ่ายสินค้า (Outbound):

1. ERP รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าและส่ง "รายการเบิกสินค้า" (Picking List) ไปยัง WMS
2. WMS จัดลำดับความสำคัญและสร้างภารกิจการเบิกจ่ายสินค้า แล้วส่งไปยัง WCS
3. WCS สั่งการให้อุปกรณ์ AS/RS ดึงสินค้าที่ต้องการออกมาจากชั้นวางและลำเลียงไปยังสถานีเบิกจ่าย (Picking Station)
4. เมื่อพนักงานยืนยันการเบิกสินค้าแล้ว WCS จะแจ้งกลับไปยัง WMS เพื่อตัดสต็อก และ WMS จะอัปเดตข้อมูลใน ERP เพื่อเริ่มกระบวนการจัดส่งต่อไป

ประโยชน์ของการบูรณาการ (Benefits of Integration)

1. **ความแม่นยำของข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Accuracy)** การเชื่อมต่อโดยตรงทำให้ข้อมูลสินค้าคงคลังใน ERP ถูกต้องและเป็นปัจจุบันเสมอ ช่วยลดปัญหาสินค้าขาดสต็อกหรือเกินสต็อก และทำให้ฝ่ายขายและการตลาดสามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ลูกค้าได้ เมื่อลูกค้ามารับสินค้าไม่เกิดความล่าช้า เนื่องจากจะมีผลต่อ Storage charge ของคลังสินค้าที่คิดเป็นรายวัน
2. **ประสิทธิภาพและผลิตภาพสูงสุด (Maximum Efficiency and Productivity)** ลดระยะเวลาในกระบวนการรับและจ่ายสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ ระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงโดย

ไม่น้อยล้า ทำให้รองรับปริมาณคำสั่งซื้อได้มากขึ้น เมื่อสินค้าเข้ามาจากเที่ยวบินขาเข้าสามารถกระจายสินค้าได้อย่างทันท่วงที ซึ่งจะมีผลต่อเที่ยวบินถัดไปหรือสินค้าถ่ายลำ Transit, transfer shipment

3. **ลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ (Reduction of Human Errors)** การเบิกจ่ายและจัดเก็บที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ช่วยลดความผิดพลาดในการหยิบสินค้าผิดรุ่นหรือผิดจำนวนได้ เนื่องจากการพัฒนาระบบ Barcode ทำให้เกิดความแม่นยำสูง
4. **การใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า (Optimized Space Utilization)** ASRS ถูกออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บในแนวสูงและมีความหนาแน่นสูง ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุด ช่วยลดการใช้พื้นที่ในแนวราบและเพิ่มประสิทธิภาพในแนวดิ่ง

ผลการวิจัย

การบูรณาการระบบ ASRS และ ERP ผ่านตัวกลางอย่าง WMS สามารถเปลี่ยนคลังสินค้าแบบดั้งเดิมให้กลายเป็น **คลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse)** ได้สำเร็จ ซึ่งนำไปสู่ผลลัพธ์ที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กรในหลายมิติ

ผลการวิจัยที่สำคัญสามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

- **ความแม่นยำของข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Data Accuracy):** การเชื่อมต่อระบบทำให้ข้อมูลสินค้าคงคลังใน ERP ถูกต้องและเป็นปัจจุบันเสมอ ช่วยให้ทุกฝ่ายทำงานบนข้อมูลชุดเดียวกัน
- **ประสิทธิภาพและผลิตภาพสูงสุด (Maximum Efficiency and Productivity):** กระบวนการรับและจ่ายสินค้าเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ต่อเนื่องและลดระยะเวลารอคอย
- **การลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ (Reduction of Human Errors):** การควบคุมการเบิกจ่ายและจัดเก็บด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยกำจัดการผิดพลาดในการหยิบสินค้าผิดประเภทหรือผิดจำนวน
- **การใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า (Optimized Space Utilization):** เทคโนโลยี ASRS ช่วยให้สามารถจัดเก็บสินค้าในแนวสูงและหนาแน่นขึ้น ทำให้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุด
- **การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven Decision Making):** ข้อมูลที่แม่นยำและทันท่วงทีจากการบูรณาการ ช่วยให้ผู้บริหารสามารถวิเคราะห์แนวโน้ม วางแผน และตัดสินใจทางธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประยุกต์ใช้เชิงกลยุทธ์เพื่อประโยชน์สูงสุด (Strategic Applications for Maximum Benefit)

การบูรณาการระหว่าง ASRS และ ERP จะเกิดประโยชน์สูงสุดเมื่อถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการความเร็ว ความแม่นยำ และการจัดการสินค้าคงคลังที่ซับซ้อนเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น:

- ธุรกิจอีคอมเมิร์ซและศูนย์ฟูลฟิลเมนต์ (E-commerce and Fulfillment Centers): ในธุรกิจที่ต้องจัดการคำสั่งซื้อจำนวนมากหลาย (High Volume, High Mix) การบูรณาการช่วยลดระยะเวลาตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อจนถึงการจัดส่ง (Order-to-Ship Cycle Time) ได้อย่างมาก เมื่อลูกค้าสั่งซื้อสินค้าผ่านเว็บไซต์ ข้อมูลจะถูกส่งจาก ERP ไปยัง WMS/WCS ทันทีเพื่อสั่งให้ AS/RS เบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ ทำให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ภายในวันเดียวหรือในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบทางการแข่งขันที่สำคัญ
- อุตสาหกรรมการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time Manufacturing): ในโรงงานผลิต ERP จะเป็นผู้จัดการตารางการผลิตและรายการวัตถุดิบ (Bill of Materials) การบูรณาการจะช่วยให้ระบบ AS/RS สามารถลำเลียงวัตถุดิบและชิ้นส่วนจากคลังมายังสายการผลิตได้โดยอัตโนมัติตามเวลาที่ต้องการพอดี ช่วยลดปริมาณสต็อกข้างสายการผลิต (Line-side Stock) และป้องกันการหยุดชะงักของกระบวนการผลิตจากการขาดแคลนวัตถุดิบ
- อุตสาหกรรมยาและโลจิสติกส์แบบควบคุมอุณหภูมิ (Pharmaceuticals and Cold Chain): อุตสาหกรรมเหล่านี้ต้องการการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) และการควบคุมที่เข้มงวด ระบบ ERP จะเก็บข้อมูลจำเพาะของยาทุกรุ่นการผลิต (Batch/Lot) การบูรณาการจะทำให้มั่นใจได้ว่า AS/RS จัดเก็บและเบิกจ่ายยาตามหลักการเข้าก่อน-หมดอายุก่อน (First-Expired-First-Out: FEFO) ในโซลูชันอุณหภูมิที่ถูกต้อง ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการปฏิบัติตามกฎระเบียบ
- ศูนย์กระจายสินค้าสำหรับธุรกิจค้าปลีก (Retail Distribution Centers): สำหรับธุรกิจค้าปลีกขนาดใหญ่ที่มีสาขาทั่วประเทศ ERP จะจัดการสต็อกของทุกสาขา การบูรณาการช่วยให้ศูนย์กระจายสินค้ากลางสามารถตอบสนองต่อคำสั่งเติมสินค้าของสาขาได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดย AS/RS สามารถหยิบและคัดแยกสินค้าสำหรับแต่ละสาขาโดยเฉพาะลงบนพาเลทหรือภาชนะที่กำหนดไว้ล่วงหน้าได้โดยอัตโนมัติ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้นำเสนอการบูรณาการระหว่างระบบ ASRS และ ERP โดยมี WMS เป็นตัวกลางสำคัญนั้น ไม่เพียงแต่เป็นการยืนยันถึงประโยชน์เชิงปฏิบัติที่จับต้องได้ เช่น ความแม่นยำของข้อมูล การลดข้อผิดพลาด และการเพิ่มประสิทธิภาพ แต่ยังสะท้อนถึงนัยสำคัญในเชิงกลยุทธ์ที่ลึกซึ้งกว่านั้น สามารถอภิปรายในประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนผ่านจาก "ศูนย์กลางต้นทุน" สู่ "เครื่องมือสร้างความได้เปรียบเชิงกลยุทธ์" ผลการวิจัยชี้ชัดว่าการบูรณาการระบบได้ยกระดับบทบาทของคลังสินค้า จากเดิมที่ถูกมองว่าเป็นเพียง "ศูนย์กลางต้นทุน" (Cost Center) ที่เน้นการจัดเก็บสินค้าให้มีประสิทธิภาพ ไปสู่การเป็น "ปัจจัยเอื้อเชิงกลยุทธ์" (Strategic Enabler) ของ

องค์กร การที่ข้อมูลสินค้าคงคลังในคลังปฏิบัติการ (Operations) สามารถสะท้อนไปยังระบบ ERP ได้แบบเรียลไทม์ หมายความว่าฝ่ายบริหาร ฝ่ายขาย และฝ่ายการตลาด สามารถตัดสินใจโดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง ณ ขณะนั้นได้ทันที สิ่งนี้สอดคล้องกับแนวคิด องค์กรที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-Driven Organization) อย่างแท้จริง ระหว่างฝ่ายปฏิบัติการและฝ่ายวางแผนกลยุทธ์

2. ความสำคัญของสถาปัตยกรรมแบบลำดับขั้น (Tiered Architecture) และบทบาทของ WMS บทบาทที่ได้นั้นย้ถึงสถาปัตยกรรม 3 ระดับ (ERP > WMS > ASRS) ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความสำเร็จของการบูรณาการไม่ได้อยู่ที่การเชื่อมต่อ ERP เข้ากับ ASRS โดยตรง แต่อยู่ที่บทบาทของซอฟต์แวร์ตัวกลาง โดยเฉพาะ WMS ที่ทำหน้าที่เป็น "ล่าม" หรือ "สะพานเชื่อม" การอภิปรายในประเด็นนี้คือ สถาปัตยกรรมลักษณะนี้สร้างความยืดหยุ่น (Flexibility) ให้กับองค์กรในระยะยาว เพราะองค์กรสามารถปรับเปลี่ยนฮาร์ดแวร์ ASRS หรือฮาร์ดแวร์ชั้นของ ERP ได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่ออีกฝั่งหนึ่งอย่างรุนแรง ตรงกันข้าม WMS ยังสามารถทำหน้าที่แปลคำสั่งระหว่างกันได้ นี่คือหัวใจสำคัญที่ทำให้การลงทุนมีความยั่งยืน

3. นัยเชิงปฏิบัติ: การลงทุนที่ต้องมองให้ครบวงจร แม้ผลการวิจัยจะชี้ให้เห็นประโยชน์มากมาย แต่ก็สะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายที่องค์กรต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ การอภิปรายในประเด็นนี้คือ ผู้บริหารต้องมองการบูรณาการนี้เป็น โครงการปฏิรูปธุรกิจ (Business Transformation Project) ไม่ใช่แค่โครงการจัดซื้อจัดจ้างด้านไอที (IT Procurement Project) ความสำเร็จไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ดีที่สุดเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับ การบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change Management) การฝึกอบรมพนักงาน และการปรับกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับระบบใหม่ด้วย ต้นทุนที่สูงในช่วงแรกจึงต้องถูกประเมินเทียบกับผลตอบแทนจากการลงทุน ในระยะยาว ทั้งในแง่ของการลดต้นทุนและการสร้างโอกาสทางธุรกิจใหม่ๆ

สรุปการอภิปราย

ผลการวิจัยนี้ได้ให้ภาพที่ชัดเจนว่า การบูรณาการ ASRS และ ERP เป็นมากกว่าการเชื่อมต่อทางเทคนิค แต่เป็นการสร้างระบบนิเวศข้อมูลที่ไร้รอยต่อ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการสร้าง "คลังสินค้าอัจฉริยะ" และผลักดันให้องค์กรก้าวสู่การเป็น "องค์กรที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล" ได้อย่างสมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงแต่ช่วยแก้ปัญหาคอขวดในคลังสินค้า แต่ยังปลดล็อกศักยภาพให้องค์กรสามารถแข่งขันได้อย่างยั่งยืนในเศรษฐกิจดิจิทัลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ (สำหรับองค์กรและผู้บริหาร)

สำหรับองค์กรที่สนใจนำสถาปัตยกรรมการบูรณาการนี้ไปใช้งาน ควรพิจารณาดำเนินการตามข้อเสนอแนะต่อไปนี้ เพื่อเพิ่มโอกาสความสำเร็จและลดความเสี่ยง

- **การประเมินความพร้อมและวางแผนกลยุทธ์ (Strategic Assessment and Planning):**
 1. องค์กรควรเริ่มต้นด้วยการประเมินกระบวนการทำงานปัจจุบัน เพื่อระบุปัญหาข้อขัดข้องและวัดประสิทธิภาพพื้นฐานอย่างชัดเจน
 2. ต้องกำหนดเป้าหมายของการลงทุนให้สอดคล้องกับกลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น ต้องการลดระยะเวลาจัดส่ง, ลดต้นทุนแรงงานในระยะยาว
- **การให้ความสำคัญกับซอฟต์แวร์ตัวกลาง :**
 1. หัวใจของความสำเร็จอยู่ที่ระบบ **WMS** ดังนั้นองค์กรควรคัดเลือกซอฟต์แวร์ที่มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแต่งให้เข้ากับตรรกะการทำงานของคลังสินค้าได้ และรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้หลากหลาย
 2. การเลือกผู้รับเหมาหรือผู้วางระบบ (System Integrator) ที่มีประสบการณ์ในการบูรณาการระบบทั้งสามส่วน (ERP, WMS, ASRS) เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง
- **การบริหารการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาบุคลากร (Change Management and Human Resource Development):**
 1. ควรมีการสื่อสารให้พนักงานทุกระดับเข้าใจถึงเหตุผลและความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลง เพื่อลดแรงต้าน
 2. ต้องจัดทำแผนการฝึกอบรม (Training) เพื่อพัฒนาทักษะใหม่ให้กับพนักงาน ให้สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น การควบคุมดูแลระบบ, การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น)

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

เพื่อต่อยอดองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ นักวิจัยในอนาคตควรศึกษาในประเด็นต่อไปนี้

- **การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และ Machine Learning:**
ศึกษารูปแบบการนำ AI มาช่วยตัดสินใจใน WMS ให้มีความชาญฉลาดขึ้น เช่น การทำนายความต้องการสินค้า (Demand Forecasting) เพื่อจัดลำดับการจัดเก็บ, การปรับเปลี่ยนเส้นทางการเบิกจ่ายสินค้าแบบไดนามิก (Dynamic Picking Path), หรือการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) สำหรับอุปกรณ์ ASRS
- **การบูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ:**

วิจัยสถาปัตยกรรมที่ซับซ้อนขึ้น โดยบูรณาการ หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (AMR/AGV) และ Internet of Things (IoT) เข้าไปในระบบนิเวศนี้ เพื่อสร้างระบบอัตโนมัติแบบครบวงจรตั้งแต่การจัดเก็บจนถึงการลำเลียงไปสู่จุดจัดส่ง

- ผลกระทบต่อบทบาทของมนุษย์และความยั่งยืน:

วิเคราะห์ผลกระทบด้าน **ความยั่งยืน (Sustainability)** เช่น การใช้พลังงานของระบบ ASRS และแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425-436.
- Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. A. (2009). A survey of literature on automated and robotic warehouse systems. *European Journal of Operational Research*, 194(2), 343-362.
- Prakash, A., Soni, G., & Rathore, A. P. S. (2017). A critical analysis of supply chain risk management in the electronics industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(1), 113-134.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23.
- Rouse, M. (2014). *Systems theory*. TechTarget.
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84.

Improving Operational Resilience with AIRQUAL: Managing Flight Delays and Cancellations in Airport IT Disruptions

Thongchai Jeeradist*

Aviation Personnel Development Institute, Kasem Bundit University

Received: 28 July 2025

Revised: 16 August 2025

Accepted: 23 August 2025

Abstract

This study investigates the application of the AIRQUAL model in assessing and enhancing airport service quality during technology network disruptions that often lead to flight delays and cancellations. By integrating AIRQUAL dimensions (Airline/Airport Service Quality Model) with operational resilience strategies, the research aims to identify key factors influencing passenger satisfaction, operational continuity, and airport collaborative decision-making (A-CDM). Findings are expected to provide recommendations for airport authorities, airlines, and stakeholders in developing proactive mitigation frameworks to minimize operational disruptions caused by technology network failures.

Keywords: AIRQUAL, Airport Technology Network Disruptions, Flight Delays, Flight Cancellations, Service Quality

*Corresponding Author: Email: thongchai.jee@kbu.ac.th

Introduction

In recent years, airport operations have become increasingly dependent on complex technology networks that integrate flight information systems, air traffic management, passenger processing platforms, baggage handling systems, and security operations. While these digital infrastructures are designed to enhance operational efficiency, their growing complexity also creates vulnerabilities. Technology network disruptions, including system outages, cyberattacks, and failures in software or hardware components, have emerged as critical factors contributing to widespread flight delays and cancellations across global airports.

System outages often occur due to technical malfunctions, power failures, or software errors within critical airport systems. For instance, disruptions in airline reservation platforms, check-in systems, or flight information displays can create cascading effects, delaying boarding processes and ground operations. Similarly, failures in baggage handling or aircraft dispatch systems may extend turnaround times, leading to further schedule disruptions.

Cybersecurity threats represent an even greater challenge, as airports have become high-value targets for cyberattacks. Cyber incidents such as ransomware attacks or distributed denial-of-service (DDoS) attacks can paralyze essential airport functions, jeopardize both operational continuity and passenger data security. Recent global events highlight that even a short-lived cyber incident can ground hundreds of flights, creating massive financial losses for airlines and inconvenience for thousands of passengers.

Hardware and software failures also remain a persistent cause of disruptions. Legacy systems, outdated servers, or insufficient redundancy mechanisms increase the risk of breakdowns. In cases where backup systems are inadequate, even minor failures can escalate into major operational crises. The interconnected nature of airport technology networks further amplifies these risks, as a disruption in one subsystem often spreads across multiple functions, magnifying its impact.

The consequences of such disruptions are significant. Flight delays and cancellations not only undermine passenger satisfaction but also impose substantial costs on airlines, airports, and associated stakeholders. According to aviation industry reports, unplanned IT disruptions can cost millions of dollars in operational losses and compensation claims. Moreover, recurrent disruptions

erode passenger trust in both airlines and airport management, potentially affecting long-term competitiveness.

Given the increasing reliance on digital systems in the aviation sector, airport technology network disruptions pose a critical challenge to operational resilience. There is an urgent need for airports and airlines to strengthen their technological infrastructure, enhance cybersecurity frameworks, and implement proactive contingency planning. Understanding the link between technology disruptions and service quality degradation is therefore essential for developing strategies that minimize delays and cancellations while safeguarding passenger experience.

Objective

- 1) To evaluate how AIRQUAL dimensions affect passenger perception during airport technology disruptions.
- 2) To identify strategies to reduce flight delays and cancellations using AIRQUAL framework.
- 3) To propose an integrated service quality and resilience model for airports.

The objectives of this study are threefold:

- 1) This objective seeks to assess the relationship between service quality dimensions, as defined by the AIRQUAL framework (tangibles, reliability, responsiveness, assurance, and empathy), and passenger experiences during technology-related disruptions at airports. By analyzing how these dimensions influence passenger trust, satisfaction, and tolerance toward service interruptions, the study aims to uncover the critical factors shaping passenger perception in disruption scenarios.
- 2) This objective focuses on developing evidence-based strategies that leverage service quality dimensions to mitigate the operational and customer service impacts of airport technology failures. By applying the AIRQUAL model to disruption management, the study will identify actionable measures that airports and airlines can adopt to minimize delays and cancellations while maintaining operational efficiency and passenger confidence.

3) This objective aims to synthesize findings into a comprehensive model that integrates AIRQUAL dimensions with airport resilience and operational continuity frameworks. The proposed model will provide practical guidelines for airports to enhance service reliability, strengthen technological resilience, and improve crisis response mechanisms. Ultimately, the model aspires to contribute to both academic literature and practical applications in the field of aviation management and airport collaborative decision making (A-CDM).

How Enhancing Communication, Reliability, and Responsiveness Can Reduce Negative Impacts of Delays/Cancellations

Flight delays and cancellations caused by airport technology network disruptions often lead to dissatisfaction, frustration, and loss of trust among passengers. Previous research has demonstrated that the way airports and airlines manage service quality during such events plays a crucial role in shaping passenger perceptions and mitigating negative outcomes (Chen & Chang, 2005; Park, Robertson, & Wu, 2006). In this context, three dimensions of the AIRQUAL model—communication, reliability, and responsiveness—are particularly critical.

1. Communication

Effective and transparent communication significantly reduces passenger anxiety during operational disruptions. Studies indicate that timely updates, accurate information, and clear explanations regarding delays or cancellations enhance passenger trust and reduce perceived uncertainty (SITA, 2019; IATA, 2022). According to Jeeradist, Thawesaengskulthai, and Fujita (2016), communication is a decisive factor in managing passenger perceptions during irregular operations, as it provides reassurance and a sense of control even when service interruptions cannot be avoided.

2. Reliability

Reliability refers to the ability of airport systems and staff to deliver accurate, consistent, and dependable services. When technology failures occur, reliability is tested through the effectiveness of contingency measures, backup systems, and operational recovery strategies. Research by Tsafarakis et al. (2018) highlights that maintaining reliable flight information and ensuring operational continuity through redundancy mechanisms substantially reduces the

spread of network delays. Similarly, ICAO (2020) emphasizes that operational resilience, supported by reliable IT infrastructure, is key to minimizing cancellations during system disruptions.

3. Responsiveness

Responsiveness reflects how quickly and effectively airport personnel and airline staff react to disruptions. Prompt assistance, rebooking support, and alternative travel arrangements are shown to reduce passenger dissatisfaction during delays (Fodness & Murray, 2007; Bezerra & Gomes, 2016). Empirical evidence suggests that responsiveness in service recovery—such as offering compensation, providing amenities, or arranging alternative connections—can mitigate the negative impacts of cancellations and improve perceptions of fairness (SITA, 2021). This aligns with findings from Park and Cho (2020), who note that responsiveness in crisis situations strengthens overall service evaluations and fosters passenger loyalty.

Integrated Perspective

By combining effective communication, reliable operations, and responsive service delivery, airports and airlines can reduce the adverse impacts of technology network disruptions. These dimensions not only address the immediate needs of passengers but also contribute to long-term trust and resilience within the aviation ecosystem. Thus, enhancing communication, reliability, and responsiveness should be seen as strategic pillars of airport service quality management in the context of disruption recovery.

Discussion

The findings of this study highlight the significant role of communication, reliability, and responsiveness in mitigating the negative impacts of flight delays and cancellations caused by airport technology network disruptions. Consistent with the AIRQUAL framework, these three service quality dimensions directly influence passengers' perceptions, satisfaction, and trust in airport and airline services during irregular operations.

Communication was found to be a critical determinant in reducing passenger anxiety during disruptions. Transparent and timely updates about flight status, the causes of delays, and

estimated recovery times reduce uncertainty and help passengers feel more informed and respected (Fodness & Murray, 2007; SITA, 2019). Prior studies confirm that passengers are more likely to tolerate delays if they perceive that information is accurate and consistently delivered (Park & Cho, 2020).

Reliability emerged as another essential dimension. In disruption contexts, passengers value the dependability of systems and recovery mechanisms. Research indicates that airports with robust IT infrastructure and redundancy strategies are better able to minimize the spread of network-related delays (Tsafarakis et al., 2018). Similarly, ICAO (2020) emphasizes that building operational resilience through reliable systems is fundamental to protecting both flight schedules and passenger confidence during technology failures.

Responsiveness was equally critical in shaping passenger experiences during delays and cancellations. The ability of airport staff and airlines to quickly rebook flights, offer compensation, and provide assistance significantly reduces frustration and restores a sense of fairness (Bezerra & Gomes, 2016). Park and Cho (2020) further argue that responsiveness in crisis situations positively affects long-term loyalty, as passengers tend to remember how disruptions were handled rather than the disruption itself.

Taken together, these findings reinforce the notion that effective management of communication, reliability, and responsiveness is not merely a reactive measure but a strategic approach to disruption management. Integrating these service quality dimensions into airport resilience planning can strengthen collaborative decision-making processes, minimize operational inefficiencies, and enhance passenger trust during inevitable disruptions.

Conclusion

In conclusion, enhancing communication, reliability, and responsiveness offers a practical pathway for airports and airlines to reduce the adverse impacts of delays and cancellations resulting from technology network disruptions. While disruptions are often unavoidable due to the increasing reliance on complex IT systems, their consequences can be substantially mitigated through effective service quality management.

Airports and airlines should prioritize:

- Investments in real-time communication systems to ensure passengers receive timely and accurate updates.
- Strengthening system reliability by implementing redundancy and robust IT infrastructures.
- Enhancing responsiveness through well-trained staff and proactive service recovery protocols.

By adopting these strategies, airports can not only reduce operational and financial losses but also safeguard passenger satisfaction and long-term loyalty. Future research should expand this framework by exploring cross-cultural passenger expectations and integrating advanced digital technologies, such as artificial intelligence and predictive analytics, to further enhance resilience in airport operations.

Theoretical Implications

This study contributes to the academic literature on airport service quality and operational resilience by extending the application of the AIRQUAL model to contexts of technology-driven disruptions. While prior studies have primarily focused on service quality under normal operating conditions (Fodness & Murray, 2007; Bezerra & Gomes, 2016), this research emphasizes how communication, reliability, and responsiveness serve as critical determinants of passenger perception during irregular operations. Furthermore, by linking AIRQUAL with disruption management, the study provides a conceptual foundation for integrating service quality frameworks with resilience theory (ICAO, 2020). This advances scholarly understanding of how service dimensions interact with technological vulnerabilities to shape passenger satisfaction and trust.

Practical Implications

From a managerial perspective, the findings underscore the importance of embedding communication, reliability, and responsiveness into airport and airline crisis management strategies. First, airport authorities and airlines should invest in robust communication platforms

that provide real-time, transparent, and consistent updates to passengers, thereby reducing uncertainty and frustration during disruptions. Second, enhancing system reliability through redundancy mechanisms and IT resilience strategies is essential to minimize operational breakdowns and prevent cascading delays (Tsafarakis et al., 2018). Finally, training staff to respond effectively and empathetically during service interruptions is critical for service recovery and long-term passenger loyalty (Park & Cho, 2020).

For policymakers and regulatory bodies, the study suggests the necessity of integrating service quality frameworks into airport collaborative decision-making (A-CDM) initiatives. By aligning service quality principles with resilience planning, stakeholders can develop more holistic strategies to safeguard passenger experiences and reduce financial and reputational risks associated with delays and cancellations.

References

- Bezerra, G. C. L., & Gomes, C. F. (2016). Measuring airport service quality: A multidimensional approach. *Journal of Air Transport Management*, 53, 85–93.
- Chen, F. Y., & Chang, Y. H. (2005). Examining airline service quality from a process perspective. *Journal of Air Transport Management*, 11(2), 79–87.
- Fodness, D., & Murray, B. (2007). Passengers' expectations of airport service quality. *Journal of Services Marketing*, 21(7), 492–506.
- IATA. (2022). *Airport Handling Manual*. International Air Transport Association.
- ICAO. (2020). *Manual on Cybersecurity in Civil Aviation*. International Civil Aviation Organization.
- Jeeradist, T., Thawesaengskulthai, N., & Fujita, K. (2016). Airline service quality: A holistic perspective. *Journal of Air Transport Management*, 57, 200–210.
- Park, J. W., Robertson, R., & Wu, C. L. (2006). Modelling the impact of airline service quality and marketing variables on passengers' future behavioural intentions. *Transportation Planning and Technology*, 29(5), 359–381.
- Park, J. W., & Cho, M. (2020). Passenger service recovery and satisfaction: Evidence from airline delay management. *Sustainability*, 12(14), 5762.
- SITA. (2019). *Passenger IT Insights*. SITA.

SITA. (2021). Air Transport IT Insights. SITA.

Tsafarakis, S., Kokotas, T., & Pantouvakis, A. (2018). A multiple criteria approach for airline passenger satisfaction measurement and service quality improvement. *Journal of Air Transport Management*, 68, 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.09.010>

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

กองบรรณาธิการวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต มีความยินดีที่จะรับบทความจากนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ รวมถึงนิสิต นักศึกษา และ ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีผลงานทางวิชาการด้านการดำเนินงานและบริหารจัดการอุตสาหกรรมการบิน การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน รวมถึงวิชาการด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ บริหารธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางอากาศและอุตสาหกรรมบริการ เพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร นำเสนอต่อผู้สนใจ โดยมีแนวทางการเตรียมการเพื่อส่งต้นฉบับ ดังนี้

ประเภทของบทความ

1. **บทความวิจัย (Research Article)** ได้แก่ บทความที่ผู้เขียนนำเสนอผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย รวมถึงมีการสรุป อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ

2. **บทความวิชาการ (Academic Article)** ได้แก่ บทความที่ผู้เขียนนำเสนอเรื่องที่เป็นที่สนใจในแวดวงวิชาการ โดยมีองค์ความรู้ใหม่ กระบวนการ หรือแนวคิดใหม่ พร้อมแสดงถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ รวมถึงศึกษาทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน

3. **บทความปริทัศน์ (Review Article)** ได้แก่ ผลงานทางวิชาการที่ผู้เขียนทำการประเมินแนวคิดและสถานการณ์ เหตุการณ์ที่เป็นปัจจุบันหรือเหตุการณ์ล่าสุดทางวิชาการ อาจเป็นงานเขียนทางวิชาการเฉพาะทางที่ศึกษาค้นคว้า ตลอดจนดำเนินการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ที่กล่าวถึงในบทความอย่างทันสมัย โดยบทความที่เขียนให้ข้อคิดและมีการวิพากษ์ที่ชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาทั้งในเชิงลึกและเชิงกว้าง

4. **บทวิจารณ์หนังสือ (Book Review)** ได้แก่ ผลงานทางวิชาการที่ผู้เขียนวิพากษ์ วิจารณ์โดยใช้หลักวิชาและดุลพินิจที่เหมาะสมของเนื้อหาสาระ คุณค่า และ คุณูปการ ของหนังสือ บทความ หรือผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้เขียนสนใจและต้องการนำเสนอต่อผู้อ่านบทวิจารณ์

เนื้อหาและองค์ประกอบของบทความ

1. บทความวิจัย (Research Article)

เนื้อหาในบทความวิจัยประกอบด้วยชื่อเรื่องภาษาไทย ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ บทคัดย่อ คำสำคัญ Abstract และ Keywords ส่วนเนื้อหาของบทความมีข้อมูลเรียงตามลำดับ ได้แก่ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด (คณะ สถาบัน) และอีเมล ของผู้เขียน บทคัดย่อระบุถึง ระเบียบวิธีวิจัย วัตถุประสงค์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการวิจัย ความยาวไม่ควรเกิน 250 คำ โดยเขียนบทคัดย่อทั้งภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ (Abstract) โดยระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ เนื้อหาของบทความวิจัยเริ่มต้นจาก ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัย (ถ้ามี) สมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี) วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และ กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

2. บทความวิชาการ (Academic Article)

เนื้อหาในบทความวิชาการประกอบด้วย ชื่อเรื่อง บทคัดย่อ คำสำคัญ Abstract และ Keywords และ เนื้อหาของบทความ โดยเรียงตามลำดับ ได้แก่ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด (คณะ สถาบัน) และอีเมลของผู้เขียน บทคัดย่อที่ระบุ วัตถุประสงค์ สาระสำคัญของบทความ สรุปเนื้อหา ความยาวไม่ควรเกิน 250 คำ โดยเขียนบทคัดย่อทั้งภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ (Abstract) โดยระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำ ส่วน เนื้อหาของบทความ เริ่มต้นจากบทนำที่เขียนถึงที่มาและเหตุผลของประเด็นที่วิเคราะห์และอธิบายเนื้อหาสาระตามหลักและเชิงวิชาการ โดยผู้เขียนได้สำรวจข้อมูล เอกสาร หรืองานวิจัยเพื่อสนับสนุนบทความที่เขียน โดยสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในประเด็นนั้นได้ ทั้งนี้ ผู้เขียนอาจศึกษาวิจัยเพื่อนำความรู้จากแหล่งต่างๆ มาประมวลผลเพื่อวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยแสดงทัศนะทางวิชาการของผู้เขียนไว้ด้วยอย่างชัดเจน รวมถึงส่วนที่ผู้เขียนสรุปและมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน พร้อมกับการแสดงบรรณานุกรมของเอกสารอ้างอิงที่ถูกต้องตามกระบวนการ

3. บทความปริทัศน์ (Review Article)

เนื้อหาในบทความปริทัศน์ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด (คณะ สถาบัน) และอีเมลของผู้เขียน บทความปริทัศน์เป็นบทความที่ผู้เขียนต้องการนำเสนอเรื่องที่สนใจโดยอาจจะนำเสนอในลักษณะของภาพรวม เนื้อหาของบทความปริทัศน์ประกอบด้วย บทนำที่อาจจะกล่าวถึงประเด็นความน่าสนใจของเรื่องที่ผู้เขียนนำเสนอ

เป็นการนำแนวทางให้กับผู้อ่านที่สนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาในแต่ละกรณีหรือแต่ละประเด็นที่ผู้เขียนต้องการนำเสนอ และมีบทสรุปเรื่องที่คุณเขียนได้เพิ่มข้อเสนอแนะและแสดงข้อคิดเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้อ่านได้พิจารณาในประเด็นที่น่าสนใจของบทความ ทั้งนี้ ผู้เขียนต้องตรวจสอบเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทความที่นำเสนออย่างละเอียด และเป็นเนื้อหาที่มีความถูกต้อง สมบูรณ์ครบถ้วนและทันสมัย เป็นข้อมูลที่ผู้อ่านในสาขาวิชาอื่นที่สนใจอ่านก็สามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้เช่นกัน

4. บทวิจารณ์หนังสือ (Book Review)

เนื้อหาในบทวิจารณ์หนังสือประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สังกัด (คณะ สถาบัน) และอีเมลของผู้เขียน ผู้เขียนควรตั้งชื่อเรื่องของบทวิจารณ์หนังสือที่น่าสนใจ สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน อาจตั้งชื่อตามชื่อหนังสือที่ต้องการวิจารณ์ หรือตั้งชื่อตามจุดมุ่งหมายของเรื่อง หรือตั้งชื่อด้วยการให้มุมมองที่ชวนคิด ชวนศึกษา โดยมีบทนำที่เขียนแนะนำหนังสือที่คุณจะวิจารณ์ ส่วนของเนื้อหาในบทความเป็นการแสดงความคิดเห็นและเสนอแนะรายละเอียด ในการวิจารณ์ โดยกล่าวถึงจุดเด่น และจุดบกพร่องของหนังสืออย่างมีหลักเกณฑ์และมีเหตุผล ในบทสรุป ผู้เขียนบทวิจารณ์หนังสือควรสรุปความคิดทั้งหมดที่วิจารณ์ โดยนำเสนอมุมมองและแง่คิดหรือข้อสังเกตที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน ช่วยให้ผู้อ่านสามารถทราบเนื้อหาเรื่องของหนังสือที่นำมาวิจารณ์จากมุมมองและความคิดเห็นของผู้วิจารณ์ที่มีต่อหนังสือเรื่องนั้น อีกทั้งบทสรุปยังช่วยให้ผู้อ่านได้ทราบประเด็นสำคัญของเรื่องและความคิดสำคัญของผู้วิจารณ์จากหนังสือเรื่องนั้น

การเตรียมต้นฉบับ

1. จัดพิมพ์บทความด้วยโปรแกรม Microsoft Word บนกระดาษขนาด A4 หน้าเดียว ประมาณ 26 บรรทัด ต่อ 1 หน้า แบบแนวตั้ง (Portrait) ใช้รูปแบบตัวอักษร (Font) TH Sarabun PSK ขนาดของตัวอักษรเท่ากับ Font size 16 โดยใส่เลขหน้าตั้งแต่เริ่มต้นจนจบบทความ ที่ด้านบนขวาของกระดาษ (ยกเว้น หน้าแรก) ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า

โดยกำหนดการตั้งค่าหน้ากระดาษ (Page setup) และส่วนระยะขอบ (Margins) ดังนี้

ด้านบน (Top) 2.54 ซม. ด้านล่าง (Bottom) 2.54 ซม.

ด้านซ้าย (Left) 2.54 ซม. ด้านขวา (Right) 2.54 ซม.

หัวกระดาษ (Header) 1.25 ซม. ท้ายกระดาษ (Footer) 1.25 ซม

2. ส่วนของหัวข้อ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน และสังกัดองค์กร หน่วยงาน (Title, Author's name, Author's affiliation) ทั้งชื่อเรื่องภาษาไทยและ ภาษาอังกฤษ จัดให้อยู่กึ่งกลาง ด้วยตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 18 พิมพ์ด้วยตัวหนา

ส่วนชื่อ และนามสกุลของผู้เขียน และสังกัดองค์กร หน่วยงาน ให้เขียนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดของ ตัวอักษร 16 ตัวหนา โดยไม่ต้องระบุคำนำหน้าชื่อ เช่น นาย นาง นางสาว ดร. ผศ. รศ. ศ. เป็นต้น ส่วนสังกัดองค์กร หน่วยงาน ให้ใช้ ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดของตัวอักษร 16 ตัวหนา โดยระบุคณะ สถาบัน หรือหน่วยงาน ที่สังกัด พร้อมอีเมลในการติดต่อ ทั้งนี้ กรณีมีผู้เขียนมากกว่า 1 คน ให้ระบุชื่อผู้ประสานงานหลัก* หรือ Corresponding Author*

3. บทคัดย่อ (Abstract) หัวข้อบทคัดย่อใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 18 แบบตัวหนา และขีดซ้าย ส่วนเนื้อความในบทคัดย่อและคำสำคัญให้ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 16 ตัวธรรมดา สำหรับบทความภาษาไทยให้เขียนบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ถ้าเป็นบทความภาษาอังกฤษ ให้เขียนบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ และอาจมีบทคัดย่อภาษาไทยด้วยหรือไม่ก็ได้ ทั้งนี้ บทคัดย่อ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เมื่อจัดพิมพ์แต่ละบทคัดย่อแล้วไม่ควรเกิน 1 หน้ากระดาษ A4 โดยจัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ มีความยาวประมาณ 250 คำ จะต้องมีความสำคัญในบทคัดย่อภาษาไทย และ Keywords ในบทคัดย่อภาษาอังกฤษของบทความจำนวนไม่เกิน 5 คำ

4. ส่วนของเนื้อหา (Content) ส่วนของหัวข้อใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดของตัวอักษร 18 แบบตัวหนา โดยให้ชิดซ้าย ส่วนเนื้อความในแต่ละหัวข้อให้ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดของตัวอักษร 16 ตัวธรรมดา

5. ถ้ามีรูปภาพและตารางประกอบ ต้องเป็นภาพที่ชัดเจน ถ้าเป็นภาพที่คัดลอกมาจากแหล่งอื่น ต้องเขียนแหล่งอ้างอิงนั้นด้วยตามหลักวิชาการ กรณีที่มีรูปภาพให้ใช้คำว่า “ภาพที่” กรณีที่เป็นตารางให้ใช้คำว่า “ตารางที่”

6. เอกสารอ้างอิง (References) ให้ใช้ระบบ APA โดยมีเงื่อนไขดังนี้

6.1 เอกสารที่นำมาอ้างอิงควรมีความทันสมัย สอดคล้องกับหัวข้อและเนื้อหาการวิจัย ไม่ควรมีอายุเกิน 10 ปี ยกเว้นแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกิดขึ้นมาก่อน 10 ปี และในปัจจุบันยังมีการนำมาใช้ อนุโลมให้นำมาใช้อ้างอิงได้

6.2 ให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ และเรียงตามลำดับตัวอักษร

6.3 การอ้างอิงในเนื้อหา ใช้ระบบนามปี [นามสกุล, ปี หรือ นามสกุล (ปี)] และอ้างอิงโดยใช้นามสกุลภาษาอังกฤษเท่านั้น เช่น Abcdeghi (2021) หรือ (Abcdeghi, 2021) เป็นต้น ทั้งนี้ หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใส่นามสกุล ทั้งสองคน เช่น Abcdeghi and Bghivcdem (2022) หรือ (Abcdeghi and Bghivcdem, 2022) หากมีผู้แต่ง มากกว่า 2 คน ให้ใส่นามสกุลของผู้แต่งคนแรก และตามด้วย “et al.” เช่น Abcdeghi et al. (2022) หรือ (Abcdeghi et al., 2022) เป็นต้น

6.4 เอกสารอ้างอิงฉบับภาษาไทยต้องแปลเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด โดยมีแนวทางดังนี้

(1) ต้องแปลเอกสารอ้างอิงภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษทุกรายการ โดยยังคงเอกสารอ้างอิงภาษาไทยเดิมไว้ด้วย เขียนจัดเรียงคู่กัน โดยให้เอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษที่แปลขึ้นก่อนและตามด้วยเอกสารอ้างอิง ภาษาไทย และเติมคำว่า “(in Thai)” ต่อท้ายเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษที่แปลจากภาษาไทย

(2) การเรียงลำดับเอกสารอ้างอิง กรณีเอกสารอ้างอิงที่แปลจากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษให้เรียงลำดับตามตัวอักษรภาษาอังกฤษ และรายการเอกสารอ้างอิงทุกรายการ หากมีผู้เขียนไม่เกิน 6 คน ให้ใส่ชื่อให้ครบทุกคน แต่หากมีมากกว่า 6 คน ให้ใส่ชื่อทั้ง 6 คน หลังจากคนที่ 6 ให้ตามด้วย “และคณะ” หรือ “et al.”

รูปแบบของบทความวิจัย หรือ บทความวิชาการ

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM)

ชื่อบทความภาษาไทย.....

เว้น 1 บรรทัด

ชื่อผู้เขียนบทความ (ไม่ได้ค่านำหน้าชื่อ).....

สังกัด หน่วยงาน คณะ มหาวิทยาลัย.....

เว้น 1 บรรทัด

(TH SarabunPSK 18
ตัวหนา).....
เว้น 1 บรรทัด

บทคัดย่อ (TH SarabunPSK 16 Point ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ)

เว้น 1 บรรทัด

คำสำคัญ,,

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: อีเมล: xxxxxxx.xxxx@xxxx.xx

สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

เว้น 1 บรรทัด

วัตถุประสงค์ (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM)

เว้น 1 บรรทัด

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

เว้น 1 บรรทัด

ระเบียบวิธีวิจัย (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

(ประกอบด้วย แบบแผนของการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน (KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM)

เว้น 1 บรรทัด

ผลการวิจัย (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

เว้น 1 บรรทัด

อภิปรายผลการวิจัย (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

เว้น 1 บรรทัด

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย (TH SarabunPSK 18 Point ตัวหนา)

.....(TH SarabunPSK 16 Point ตัวปกติ).....

สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

การเขียนเอกสารอ้างอิงภาษาไทยและเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษ

ตัวอย่างที่ 1 หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อหนังสือ. พิมพ์ครั้งที่ (ถ้ามี). สถานที่พิมพ์ (เมือง): สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

Chantavanich, S. (2014). *Qualitative Research Methods*. 22nd ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)

สุภางค์ จันทวานิช. (2557). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตัวอย่างที่ 2 วารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่ (ฉบับที่), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

Siriprakob, P. (2010). Autonomous Public Organization and Its Autonomy: A Preliminary Finding.

Sripatum Review of Humanities and Social Sciences, 10(2), 63-77. (in Thai)

ปกรณ ศิริประกอบ. (2553). องค์การมหาชนกับความเป็นอิสระ: ข้อค้นพบเบื้องต้น. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 10(2), 63-77.

ตัวอย่างที่ 3 เว็บไซต์

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อเรื่อง. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ วัน เดือน ปี, จาก: URL.

Wikipedia free encyclopedia. (2018). *Globalization*. [Online]. Retrieved May 23, 2018,

from: <http://th.wikipedia.org/wiki/Globalization>. (in Thai)

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2561). *โลกาภิวัตน์* [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2561, จาก:

<http://th.wikipedia.org/wiki/Globalization>.

ตัวอย่างที่ 4 รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ (ชื่อเอกสาร), วัน เดือน ปี สถานที่จัด, หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

Sorntanong, M. (2018). Guidelines for Tourism Management by Identity and Community in

the Cultural Tourism of Elephant's Village Pa-Nied Luang at Pranakorn Sri

Ayutthaya Province. *The Proceedings of the 13th National and International*

Sripatum University Conference (SPUCON2018), 20 December 2018 at Sripatum

University (Bangkhen Campus), 2112-2122. (in Thai)

มานะศิลป์ ศรีทงศ์. (2561). “แนวทางการจัดการการท่องเที่ยวตามอัตลักษณ์และวิถีชุมชนในเขตพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในหมู่บ้านช้างเพนียดหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.” รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 13 ประจำปี 2561, วันที่ 20 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2112-2122.

ตัวอย่างที่ 5 วิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์. ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์, ชื่อมหาวิทยาลัย.

Boonlom, P. (2017). *A Survey of the Attitudes of Local Residents toward Phase 1 of the Proposed Special Economic Zone Development Plan for Klong Yai District, Trat Province*. Independent Study of the Degree of Master of Public Administration Program in Local Government. Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University. (in Thai)

ปกรณ บัญลอม. (2560). *การขานรับนโยบายการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษของประชาชน อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด*. ภาคนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

7. บทความที่ส่งเพื่อการพิจารณากับวารสารฯ ต้องไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาเผยแพร่กับวารสารอื่น หรือเคยเผยแพร่กับวารสารอื่น มาก่อน

8. แนวทางการส่งต้นฉบับบทความ

8.1 ส่งต้นฉบับบทความหรือ Manuscript ที่จัดเตรียมตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับและตามรูปแบบการอ้างอิงที่วารสารกำหนด (นามสกุล .docx และ .pdf) และส่งผ่านระบบ ThaiJo โดยให้ผู้เขียนเข้าไปลงทะเบียนและทำตามขั้นตอนของระบบโดยสามารถเข้าไปดำเนินการได้ที่ <https://so19.tci-thaijo.org/index.php/KBUJAM> หรือที่เว็บไซต์ KBU Journal of Aviation Management

8.2 กรณีที่บทความไม่ผ่านการพิจารณาเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ ผู้เขียนไม่จำเป็นต้องจ่ายค่าดำเนินการใดๆ แต่กรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเบื้องต้นแล้วเห็นว่า ควรส่งผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer reviewers) จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทความ ผู้เขียนจะต้องจ่ายค่าดำเนินการในอัตรา 4,000 บาท ต่อ 1 บทความ โดยใช้วิธีการโอนเงินเข้าบัญชีธนาคารและส่งสลิปเงินโอนมาที่กองบรรณาธิการ วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ทางอีเมล aviationjournal@kbu.ac.th หรือทางไปรษณีย์

(1) ชื่อบัญชีธนาคาร

ธนาคาร..... สาขา.....

ชื่อบัญชี วารสารการจัดการการบิน สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ประเภทบัญชี ออมทรัพย์ เลขที่บัญชี XXX-X-XXXXXX

(2) กองบรรณาธิการ วารสารการจัดการการบิน

สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

เลขที่ XXX/X ถนน XXXXXX แขวง XXXXXXXX เขตXXXXXXXX กรุงเทพฯ 10XXX0

โทรศัพท์ XXXXXXXXXXXXXXX

จริยธรรมของการเผยแพร่ผลงาน

จริยธรรมและบทบาทหน้าที่ของบรรณาธิการวารสาร (Editor Ethic)

1. พิจารณาและตรวจสอบเนื้อหาความครบถ้วนสมบูรณ์และคุณภาพของบทความที่ส่งมาเพื่อเข้ารับการพิจารณาเผยแพร่ลงในวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบินทุกบทความ โดยพิจารณาเนื้อหาบทความที่สอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของวารสารก่อนเริ่มกระบวนการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ
2. พิจารณาและส่งเสริมการร่วมมืออภิปรายการตลอดจนการแสดงความคิดเห็น ระหว่าง ผู้ประเมินบทความ ผู้เขียนให้เป็นไปตามหลักการวิจัย และหลักวิชาการ
3. ในระหว่างช่วงเวลาการประเมินบทความและการตีพิมพ์วารสารฉบับนั้นๆ บรรณาธิการวารสารต้องไม่นำข้อมูลใดๆ ทั้งข้อมูลของผู้เขียนและผู้ทรงคุณวุฒิไปเปิดเผยแก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. บรรณาธิการต้องไม่ทำการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และไม่แก้ไขบทความหรือผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ
5. บรรณาธิการต้องกำกับดูแลและปฏิบัติตามกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ ของวารสารให้ถูกต้อง ครบถ้วน
6. บรรณาธิการจะประเมินบทความเบื้องต้นร่วมกับกองบรรณาธิการ เพื่อตัดสินใจคัดเลือกบทความเข้าสู่กระบวนการตอบรับเพื่อเตรียมการตีพิมพ์ รวมทั้งพิจารณาเพื่อดำเนินการตีพิมพ์บทความที่ผ่านกระบวนการประเมินบทความแล้ว ด้วยผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ
7. บรรณาธิการจะไม่รับตีพิมพ์บทความที่เคยตีพิมพ์เผยแพร่จากที่อื่นมาแล้ว ทั้งในรูปแบบของวารสาร หรือบทความที่ผ่านการนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ (Proceeding)
8. ป้องกันผลประโยชน์ทับซ้อน ระหว่างบรรณาธิการ กองบรรณาธิการฯ กับผู้เขียน และ ผู้ทรงคุณวุฒิ
9. ระหว่างกระบวนการประเมินผลการพิจารณาบทความ หากตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่น บรรณาธิการจะพิจารณาหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้เขียนหลัก เพื่อขอคำชี้แจงประกอบการ “ตอบรับ” หรือ “ปฏิเสธ” การตีพิมพ์บทความนั้น ทั้งนี้ หากตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่นจากบทความที่พิจารณาด้วยการตรวจสอบจากโปรแกรมการคัดลอกผลงานที่เป็นที่ยอมรับ บรรณาธิการจะพิจารณาปฏิเสธการตีพิมพ์บทความดังกล่าว

10. บรรณาธิการจะแจ้งให้ผู้พิมพ์ทราบเป็นลายลักษณ์อักษรเมื่อบทความไม่ผ่านการพิจารณา โดยจะไม่ส่งคืนต้นฉบับและค่าธรรมเนียม ทั้งนี้ ผลการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ ถือเป็นอันสิ้นสุด ผู้เขียนไม่มีสิทธิ์เรียกร้องหรืออุทธรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น

11. บรรณาธิการจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญา รวมถึงการป้องกันผลประโยชน์ทับซ้อน

12. บรรณาธิการยินดีแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น พร้อมทั้งพัฒนาวารสารให้มีคุณภาพ และรักษามาตรฐานของวารสาร ตลอดจนสะท้อนองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่มีความทันสมัยต่อเหตุการณ์ปัจจุบันและอนาคต

จริยธรรมและบทบาทหน้าที่ของผู้เขียนบทความ (Author Ethic)

1. บทความที่เสนอตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน และต้องไม่อยู่ระหว่างการเสนอ เพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่น หากกองบรรณาธิการตรวจพบ หรือผู้เขียนประสงค์ขอยกเลิกตีพิมพ์บทความ ผู้เขียนบทความจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการกับวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบินแต่เพียงผู้เดียว

2. ผู้เขียนจะต้องอ้างอิงผลงานของผู้อื่นที่นำมาใช้ในผลงานของผู้ให้ปรากฏอยู่ในรายการอ้างอิงท้ายบทความอย่างครบถ้วน

3. ผู้เขียนจะต้องระบุแหล่งทุนที่สนับสนุนในการทำผลงานทางวิชาการ ในกิตติกรรมประกาศ

4. ชื่อผู้เขียนที่ปรากฏในบทความต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในผลงานวิชาการนี้จริง

5. ผู้เขียนจะตรวจสอบการคัดลอกผลงานของผู้อื่น โดยใช้โปรแกรมตรวจสอบที่เชื่อถือได้ พร้อมแสดงหลักฐานมายังกองบรรณาธิการ เพื่อเสนอตีพิมพ์บทความ

6. บทความที่ส่งตีพิมพ์จะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนด ในคำแนะนำของการส่งนิพนธ์ต้นฉบับของวารสาร มิฉะนั้นทางบรรณาธิการจะไม่รับพิจารณาบทความนั้นๆ

7. ผู้เขียนต้องมีความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานของบทความวิจัย และผลิตงานวิจัยที่มีคุณภาพ

จริยธรรมและบทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ (Reviewers Ethic)

1. ผู้ประเมินบทความจะต้องรักษาระยะเวลาประเมินตามกรอบเวลาประเมินที่กำหนด และไม่เปิดเผยข้อมูลต่างๆ ของบทความและผู้นิพนธ์แก่บุคคลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง ตลอดระยะเวลาของการประเมิน
2. ผู้ประเมินบทความจะต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ เช่น เป็นผู้นิพนธ์ร่วมๆ ที่จะทำให้ผู้ประเมินไม่สามารถประเมินและให้ข้อเสนอแนะได้อย่างอิสระได้
3. ผู้ประเมินบทความ จะต้องมีความรู้ ความสามารถ และความเชี่ยวชาญ โดยพิจารณาจากเนื้อหาของบทความ และประเมินบทความโดยพิจารณาจากความสำคัญ ความใหม่ ความชัดเจนและความสอดคล้องของเนื้อหา โดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีข้อมูลทางวิชาการรองรับมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินบทความ
4. ผู้ประเมินบทความสามารถเสนอแนะผลงานวิจัยที่สำคัญและสอดคล้องกับบทความในกรณีที่ผู้นิพนธ์ไม่ได้อ้างถึง เข้าไปในการประเมินบทความด้วย
5. หากผู้ประเมินบทความพบว่า บทความมีความเหมือน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานของผู้อื่นโดยมีหลักฐานชัดเจน ผู้ประเมินสามารถปฏิเสธการตีพิมพ์และแจ้งแก่บรรณาธิการ

นโยบายและเงื่อนไขในการพิจารณาบทความ (Editorial Policy)

1. บทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ต้องเป็นผลงานที่อยู่ในสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งตามวัตถุประสงค์ของวารสาร ได้แก่ 1) การดำเนินงาน การบริหารจัดการในอุตสาหกรรมการบินและอุตสาหกรรมบริการ (Aviation Industry and Service Industry Operations Management) 2) การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (Logistics and Supply Chain Management) 3) การจัดการขนส่งทางอากาศ (Air Transport Management) 4) การบริหารธุรกิจ สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการอุตสาหกรรมบริการ (Service Industry Management)
2. บทความที่ส่งเพื่อพิจารณาการตีพิมพ์ในวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน ต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ หรืออยู่ระหว่างการเสนอเพื่อพิจารณาตีพิมพ์กับวารสารใดมาก่อน

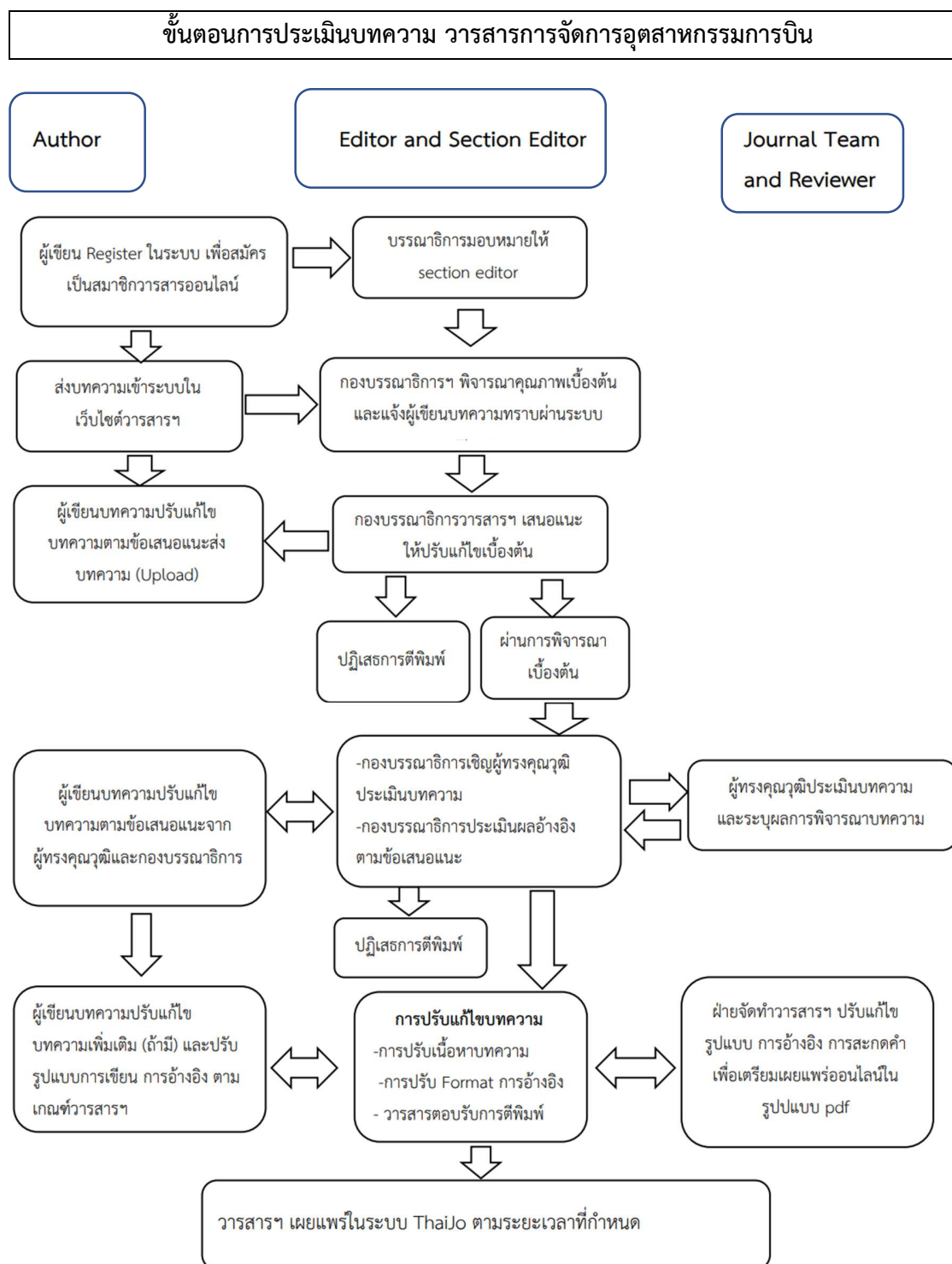
3. บทความที่ส่งเพื่อพิจารณาการตีพิมพ์จะประเมินคุณภาพเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการก่อนโดยจะพิจารณาถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบินตามกระบวนการ ได้แก่

3.1 ในกรณีที่บทความไม่ผ่านการพิจารณาเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ บรรณาธิการจะแจ้งปฏิเสธการรับตีพิมพ์บทความ (Reject) พร้อมเหตุผล ข้อเสนอแนะ หรือข้อสังเกตอื่นๆ ให้ผู้ส่งบทความได้รับทราบ ทั้งนี้ ผู้เขียนไม่จำเป็นต้องจ่ายค่าดำเนินการใดๆ

3.2 ในกรณีที่บทความผ่านการพิจารณาเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ ผู้เขียนจะต้องจ่ายค่าดำเนินการในอัตรา 4,000 บาท ต่อ 1 บทความ และบรรณาธิการจะส่งบทความให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer reviewers) ในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทความก่อนลงตีพิมพ์ โดยผู้ประเมินไม่ทราบชื่อผู้แต่งและผู้แต่งไม่ทราบชื่อผู้ประเมินบทความ (Double-blind peer review) ทั้งนี้ การจ่ายเงินค่าดำเนินการ ให้จ่ายผ่านระบบการโอนเข้าบัญชีธนาคารที่กำหนดไว้เท่านั้น

4. เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณากลับกรองบทความเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจะพิจารณาว่าบทความนั้นๆ ควรได้ลงตีพิมพ์ (Accept) หรือควรส่งคืนให้ผู้เขียนแก้ไขเพื่อพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง (Major/Minor Revision) หรือควรแจ้งปฏิเสธการลงตีพิมพ์ (Reject)

5. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาและตัดสินใจตีพิมพ์บทความในวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน และจะไม่คืนเงินไม่ว่าในกรณีใด



แนวทางการประเมินบทความวิจัย บทความวิชาการ เพื่อตีพิมพ์ลงใน

วารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

(KBU Journal of Aviation Management: KBUJAM)

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ประเภทของบทความ

☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความปริทัศน์ ☐ บทวิจารณ์หนังสือ

ประเด็นการพิจารณาประกอบด้วย

- 1) ความสอดคล้องของชื่อเรื่องภาษาไทย และ ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษกับสาระสำคัญของการวิจัย
- 2) ความครอบคลุมสาระสำคัญของบทความย่อ และ Abstract เกี่ยวกับวัตถุประสงค์การวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย
- 3) การกำหนดคำสำคัญ และ Keywords สอดคล้องกับประเด็นการวิจัย
- 4) ความชัดเจนของปัญหาการวิจัย หรือ สมมติฐาน (ถ้ามี)
- 5) วัตถุประสงค์การวิจัยมีความชัดเจน สอดคล้องกับปัญหาวิจัย และนำไปสู่การกำหนดระเบียบวิธีวิจัย
- 6) ความชัดเจนและความถูกต้องของแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยและการเขียนเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 7) ความชัดเจนของการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 8) ความเหมาะสมและถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
- 9) คุณภาพของเครื่องมือที่เลือกใช้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและกระบวนการวิจัย
- 10) ความชัดเจนของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 11) ความชัดเจนของการวิเคราะห์ข้อมูล
- 12) การใช้คำศัพท์ทางวิชาการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามศัพท์บัญญัติของการวิจัยในแต่ละสาขาวิชา
- 13) ความสามารถในการสื่อสารได้อย่างชัดเจนในแวดวงวิชาการและวิชาชีพที่ทำการศึกษารววิจัย
- 14) ความสอดคล้องกันระหว่างผลการวิจัยกับวัตถุประสงค์การวิจัย
- 15) ความเป็นระบบและความชัดเจนของการนำเสนอผลการวิจัย
- 16) ความครบถ้วน ถูกต้องของรายการอ้างอิง และ บรรณานุกรมท้ายบทความ
- 17) คำนึงถึงจริยธรรมในการวิจัย ไม่ละเมิดสิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การสรุปความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมิน

- ☐ ผ่าน โดยไม่ต้องแก้ไข (ยกเว้นการแก้คำผิดเล็กน้อย ถ้ามี)
- ☐ ผ่าน อย่างมีเงื่อนไขโดยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเท่านั้น โดยที่
- ☐ ก. ผู้ประเมินขอพิจารณาใหม่ ☐ ข. ผู้ประเมินไม่ขอพิจารณาใหม่
- ☐ ไม่ผ่าน

ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความสามารถเขียนข้อความ หรือข้อเสนอแนะลงในเนื้อหาของบทความได้เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับ สำหรับผู้เขียนทำการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นตอนสำหรับผู้แต่ง | Author

แนะนำเว็บไซต์เบื้องต้น

หน้าเว็บไซต์วารสาร | Website

☐ ยังไม่เข้าสู่ระบบ

เข้าสู่ระบบ

THAIJO

สมัครสมาชิก

Register

Login

CURRENT

ARCHIVES

ANNOUNCEMENTS

PUBLICATION ETHICS

ABOUT

Q SEARCH

About the Journal

Journal of TCI

ISSN: 1234-5478 E-ISSN: 9876-543X

Publication Frequency : 2 issues per year (January-June, July-December).

Aims and Scope : The journal aims to provide a platform for researchers, scientists, and academicians to share knowledge and ideas in the form of high-quality articles in the form of original research or review covering the main fields as applied sciences, agriculture and biotechnology, food science and technology

Call for Paper for Vol.10 No.1 January-July 2022

2021-12-24

We invite you to publish your article to the Journal of TCI for Vol.10 No.1 January-July 2022.

READ MORE

ข้อมูลต่าง ๆ ของวารสาร

เมนูสำหรับเปลี่ยนภาษาของเว็บไซต์

LANGUAGE

English

ไทย

ค้นหาข้อมูลในวารสาร

HOME THAIJO

THAIJO

Journal of TCI

Online ISSN : 1234-5678 Print ISSN : 9876-543X

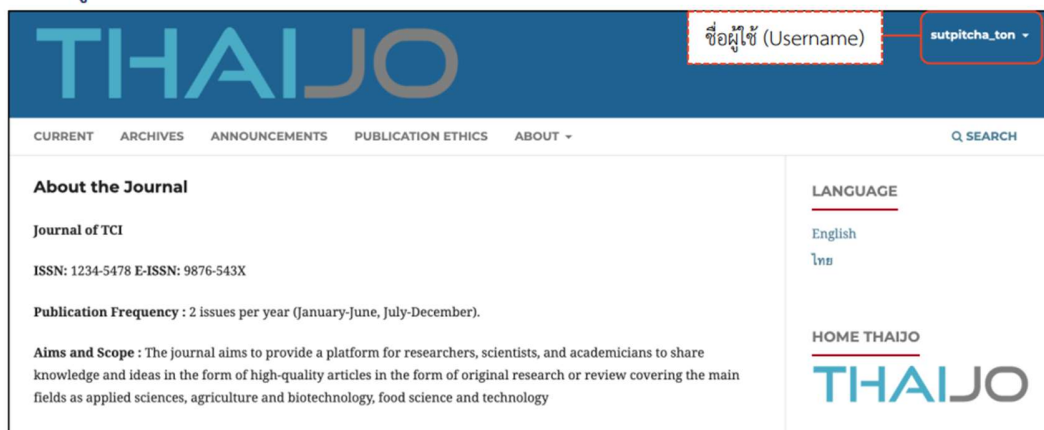
Thai-Journal Citation Index (TCI)

School of Energy Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi

126 Prachautid Road, Bangmod, Thung Khru, Bangkok 10140, Thailand

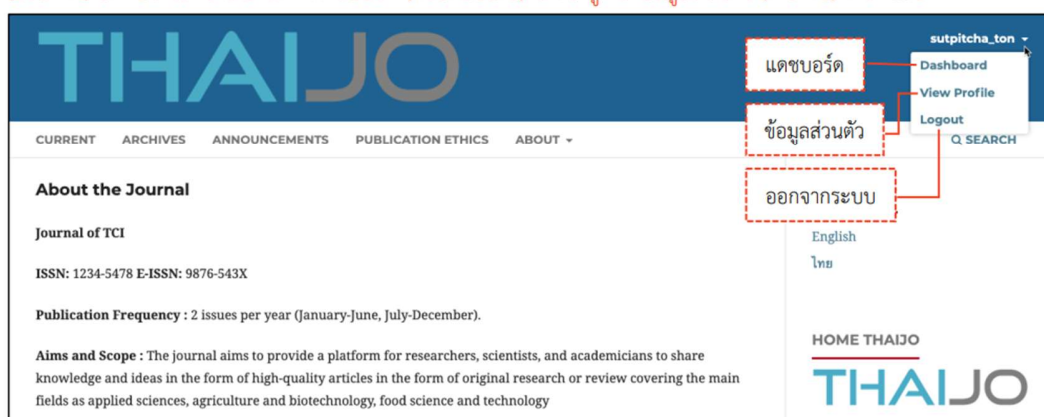
Tel. and Fax +66 2470 8647 Email : tcijournal@gmail.com

❑ เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว



The screenshot shows the THAIJO journal homepage. At the top right, the user is logged in as 'sutpitcha_ton' with a dropdown arrow. The navigation menu includes CURRENT, ARCHIVES, ANNOUNCEMENTS, PUBLICATION ETHICS, and ABOUT. The main content area is divided into two columns. The left column contains 'About the Journal' information, including the journal's name (Journal of TCI), ISSN (1234-5478), E-ISSN (9876-543X), publication frequency (2 issues per year), and aims and scope. The right column contains a 'LANGUAGE' section with options for English and Thai, and a 'HOME THAIJO' section with the THAIJO logo.

หมายเหตุ* เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่ชื่อผู้ใช้ (Username) จะแสดงเมนูเพิ่มเติมดังภาพ และถ้ายังไม่เคยส่งบทความ (Submit) ให้กับวารสาร เมื่อคลิกที่แดชบอร์ด (Dashboard) จะเข้าสู่หน้าข้อมูลส่วนตัว (Profile) หน้า 193



This screenshot is similar to the previous one, but it shows a dropdown menu for the user name 'sutpitcha_ton'. The dropdown menu contains three options: 'แดชบอร์ด' (Dashboard), 'ข้อมูลส่วนตัว' (View Profile), and 'ออกจากระบบ' (Logout). The 'Dashboard' option is highlighted with a red box. The rest of the page content is the same as the previous screenshot.

แดชบอร์ด | Dashboard

แดชบอร์ด | Dashboard คือ หน้าเว็บไซต์สำหรับจัดการข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลบทความ, ข้อมูลวารสาร เป็นต้น

หมายเหตุ* ถ้ายังไม่เคยส่งบทความ (Submit) ให้วารสาร เมื่อคลิกที่แดชบอร์ด (Dashboard) จะเข้าสู่หน้าข้อมูลส่วนตัว (Profile) ตามหน้า 193

The screenshot shows the 'Journal of TCI' dashboard. Annotations in Thai explain various elements:

- Top Left:** 'วารสารอื่น ๆ ที่เป็นสมาชิก' (Other member journals) and 'หมายเหตุ* ถ้าเป็นสมาชิกแค่วารสารเดียว จะไม่แสดงเมนูนี้' (Note: If you are only a member of one journal, this menu will not be displayed).
- Top Right:** 'แดชบอร์ดของวารสาร' (Journal dashboard) and 'หมายเหตุ* ถ้าคลิกที่ชื่อวารสาร จะไปยังหน้าเว็บไซต์ของวารสารนี้' (Note: If you click the journal name, it will go to the journal's website).
- Center:** 'การแจ้งเตือนเมื่อมีกิจกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้น' (Notifications when various activities occur).
- Submissions Section:**
 - 'บทความที่อยู่ในกระบวนการ' (Articles in process)
 - 'บทความที่จบกระบวนการแล้ว' (Articles completed process)
 - 'My Queue' (1) and 'Archives'.
 - 'My Assigned' section showing a list of articles with columns for 'ID บทความ' (Article ID), 'ผู้แต่ง (นามสกุล)' (Author (Surname)), and 'ชื่อบทความ' (Article Title).
 - 'กรองข้อมูล' (Filter information) and 'ส่งบทความเรื่องใหม่' (Submit new article).
 - 'ค้นหา' (Search) and 'Filters'.
 - 'New Submission' button.
 - 'สถานะบทความ' (Article status), 'เข้าถึงบทความ' (Access article), and 'ข้อมูลเพิ่มเติม' (More information).
- Bottom Right:** A sidebar menu with options:
 - 'Change Language' (ภาษาของเว็บไซต์) with 'English' selected and 'ไทย' (Thai) as an option.
 - 'Edit Profile' (แก้ไขข้อมูลส่วนตัว).
 - 'Logout' (ออกจากระบบ).

การกรอกข้อมูล

หมายเหตุ* ช่องแรกที่ต้องกรอกข้อมูลจะขึ้นอยู่กับภาษาของเว็บไซต์และกรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้องตามช่องภาษาที่กำหนด

จากรูป ภาษาของเว็บไซต์ คือ ภาษาไทย (ดูจากเมนู และข้อมูลต่าง ๆ จะเป็นภาษาไทย)

จากรูป ภาษาของเว็บไซต์ คือ ภาษาอังกฤษ (ดูจากเมนู และข้อมูลต่าง ๆ จะเป็นภาษาอังกฤษ)

สัญลักษณ์ลูกโลก-สีเทา ☹ คือ ไม่ได้กรอกข้อมูล

สัญลักษณ์ลูกโลก-สีแดง 🚫 คือ กรอกข้อมูลไม่ครบทุกช่องภาษา

สัญลักษณ์ลูกโลก-สีเขียว ✅ คือ กรอกข้อมูลครบถ้วนทุกช่องภาษา

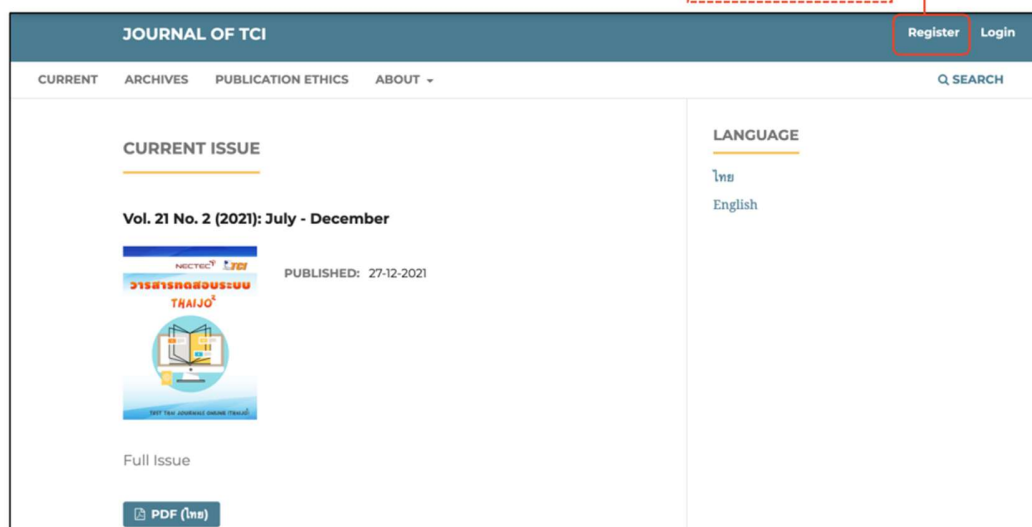
ดอกจันสีแดง * คือ บังคับกรอกข้อมูล

หมายเหตุ* การแสดงสัญลักษณ์ลูกโลก เนื่องจากวารสารตั้งค่าให้กรอกข้อมูลแยกภาษา

การสมัครสมาชิก | Register

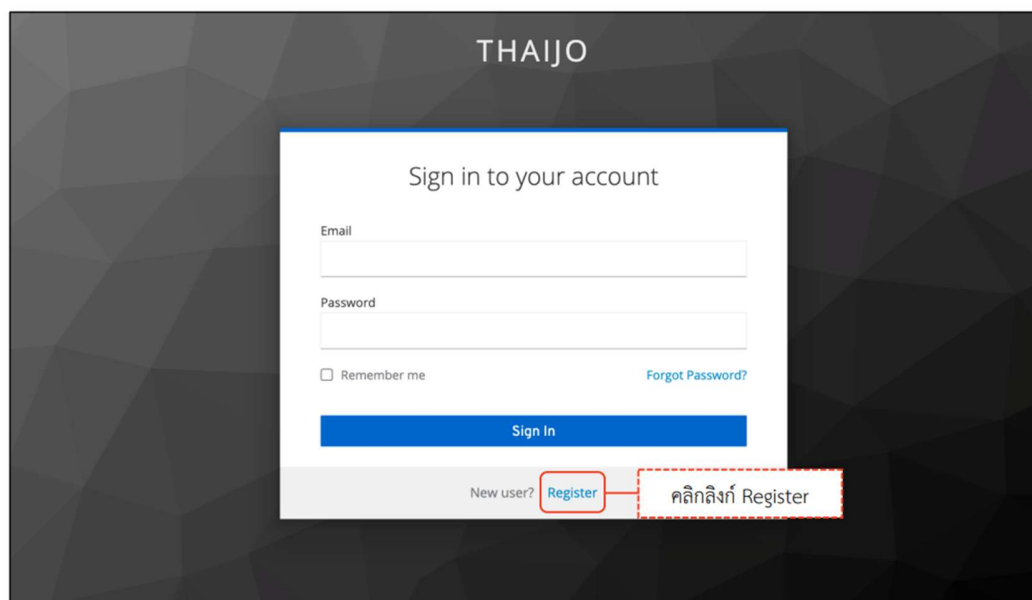
ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์ของวารสาร

คลิกลิงก์ Register



The screenshot shows the homepage of the JOURNAL OF TCI. At the top, there is a navigation bar with links for CURRENT, ARCHIVES, PUBLICATION ETHICS, and ABOUT. A search bar is located on the right. Below the navigation bar, the 'CURRENT ISSUE' section is displayed, featuring the cover of Vol. 21 No. 2 (2021) for July - December, published on 27-12-2021. A language selection menu is visible on the right side of the page, with options for Thai (ไทย) and English. A 'Register' button is highlighted in the top right corner of the page.

ขั้นตอนที่ 2 : เข้าสู่หน้าสมัครสมาชิกกลางของระบบ ThaiJO



The screenshot shows the ThaiJO login and registration page. The page has a dark background with a geometric pattern. In the center, there is a white box containing the 'Sign in to your account' form. The form includes fields for Email and Password, a 'Remember me' checkbox, and a 'Forgot Password?' link. A blue 'Sign In' button is located below the form. At the bottom of the page, there is a 'New user?' link followed by a 'Register' button, which is highlighted with a red box. A red dashed box also highlights the 'Register' button, with a label 'คลิกลิงก์ Register' pointing to it.

ขั้นตอนที่ 3 : กรอกข้อมูลส่วนตัว

THAIJO

registerWithTitleHtml

First name (EN)

Sutpicha

ชื่อ (ภาษาอังกฤษ)

หมายเหตุ* ไม่ต้องกรอกยศ/ตำแหน่ง

Last name (EN)

Tongdachai

นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)

Email

author.thaijo@gmail.com

Email

Affiliation (EN)

King Mongkut's University of Technol

สถาบันหรือหน่วยงานที่สังกัด
(ภาษาอังกฤษ)

Password

.....

รหัสผ่าน 6 ตัวอักษรขึ้นไป

Confirm password

.....

ยืนยันรหัสผ่าน 6 ตัวอักษรขึ้นไป

Country

Thailand

ประเทศ



I'm not a robot



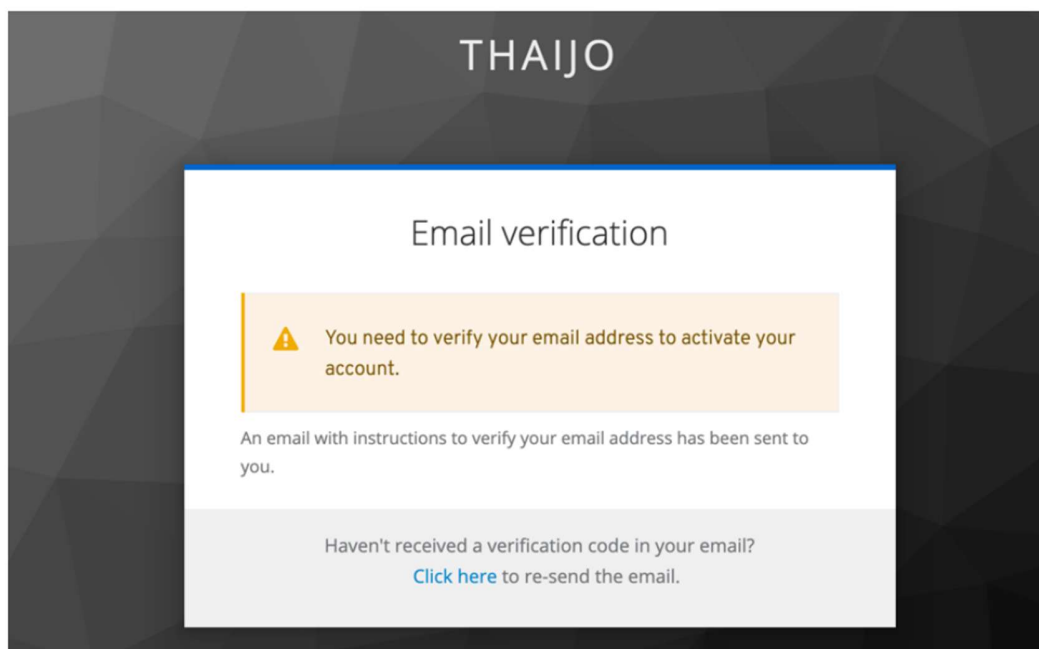
reCAPTCHA

Privacy - Terms

คลิกเลือก ☒ I'm not a robot หรือ ฉันไม่ใช่โปรแกรมอัตโนมัติ[« Back to Login](#)

Register

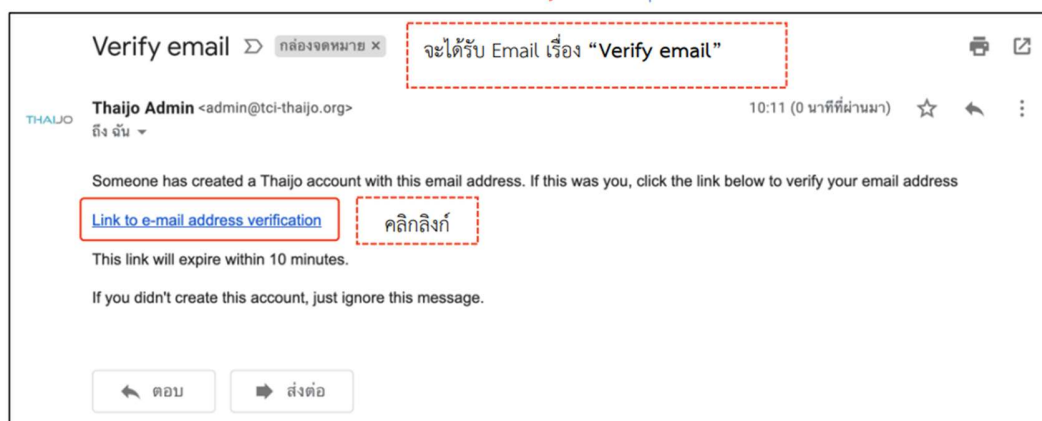
คลิกปุ่ม Register

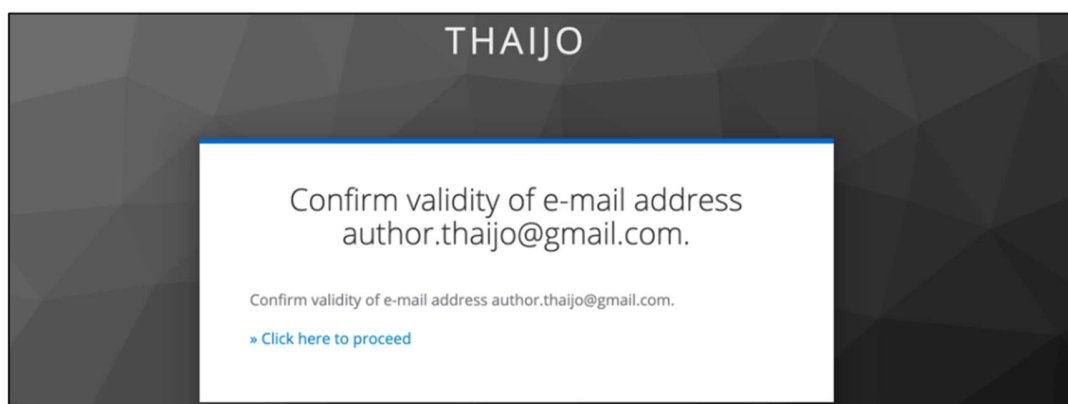


ขั้นตอนที่ 4 : เข้าสู่ Email

หมายเหตุ*

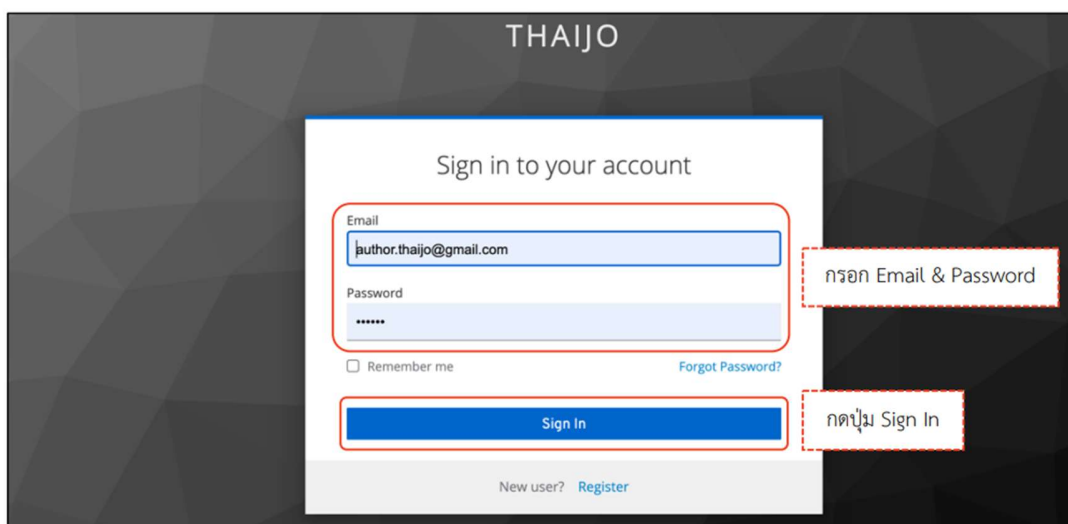
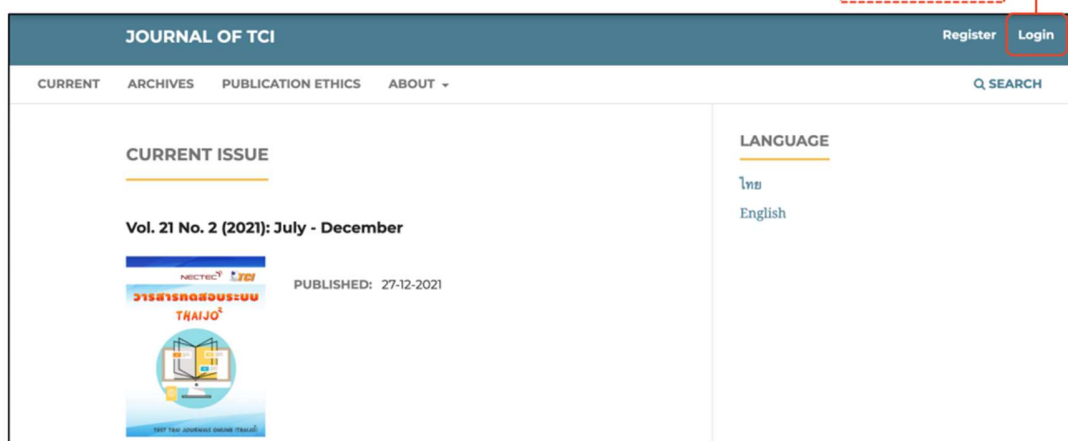
- ถ้าไม่เจอ Email ในกล่องจดหมาย ให้ตรวจสอบที่ จดหมายขยะ (Spam Mails) หรือ ถังขยะ (Junk Mails)
- ถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบ Email ให้ติดต่อแฟนเพจ ThaiJo2.0 : <https://www.facebook.com/ThaiJo2.0>





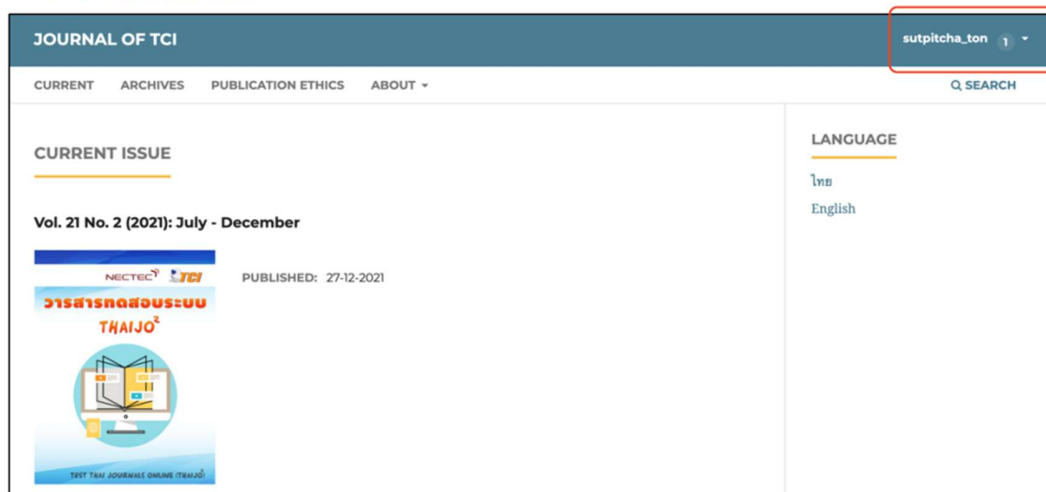
ขั้นตอนที่ 5 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกลิงก์ Login

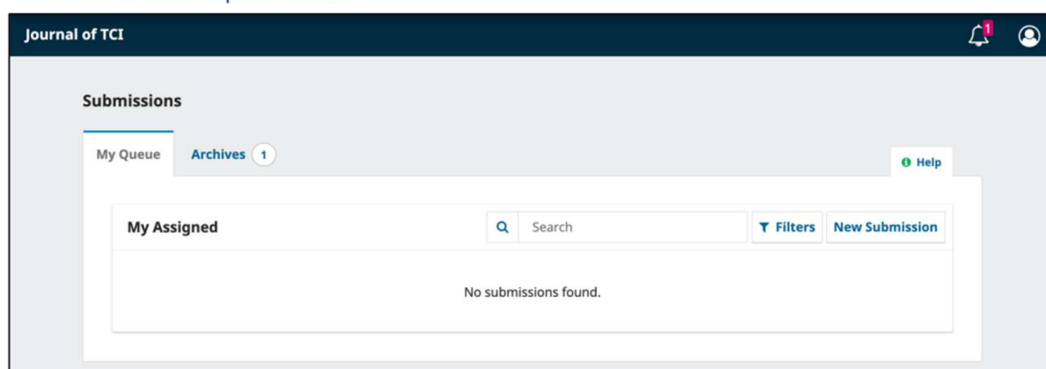


ผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว

➤ หน้าเว็บไซต์วารสาร



➤ หน้าแดชบอร์ด | Dashboard



ลืมหุ้สผ่าน | Forgot your password

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์ของวารสาร

คลิกลิงก์ Login

ขั้นตอนที่ 2 : เข้าสู่หน้าสมัครสมาชิกกลางของระบบ ThaiJO

THAIJO

Forgot Your Password?

Email
author.thaijo@gmail.com

[← Back to Login](#)

Submit

กรอก Email

กดปุ่ม Submit

Enter your username or email address and we will send you instructions on how to create a new password.

THAIJO

Sign in to your account

✓ You should receive an email shortly with further instructions.

Email
author.thaijo@gmail.com

Password

☐ Remember me [Forgot Password?](#)

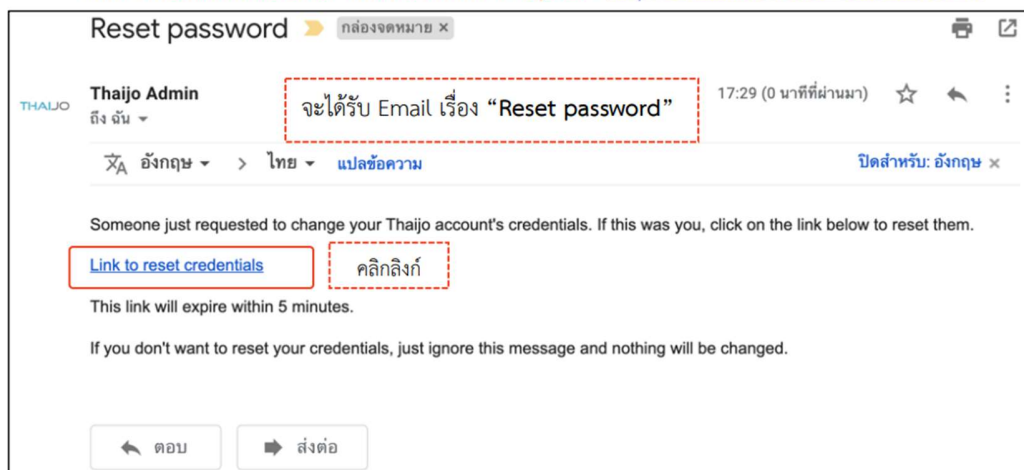
Sign In

New user? [Register](#)

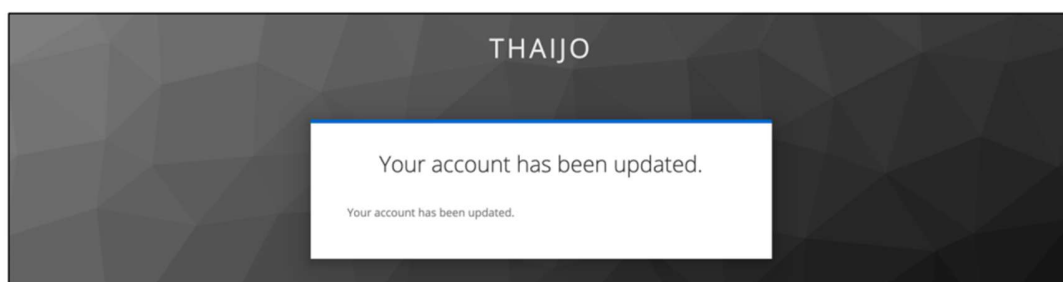
ขั้นตอนที่ 3 : เข้าสู่ Email

หมายเหตุ*

- ถ้าไม่เจอ Email ในกล่องจดหมาย ให้ตรวจสอบที่ จดหมายขยะ (Spam Mails) หรือ ถังขยะ (Junk Mails)
- ถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบ Email ให้ติดต่อแฟนเพจ Thaijo2.0 : <https://www.facebook.com/ThaiJo2.0>

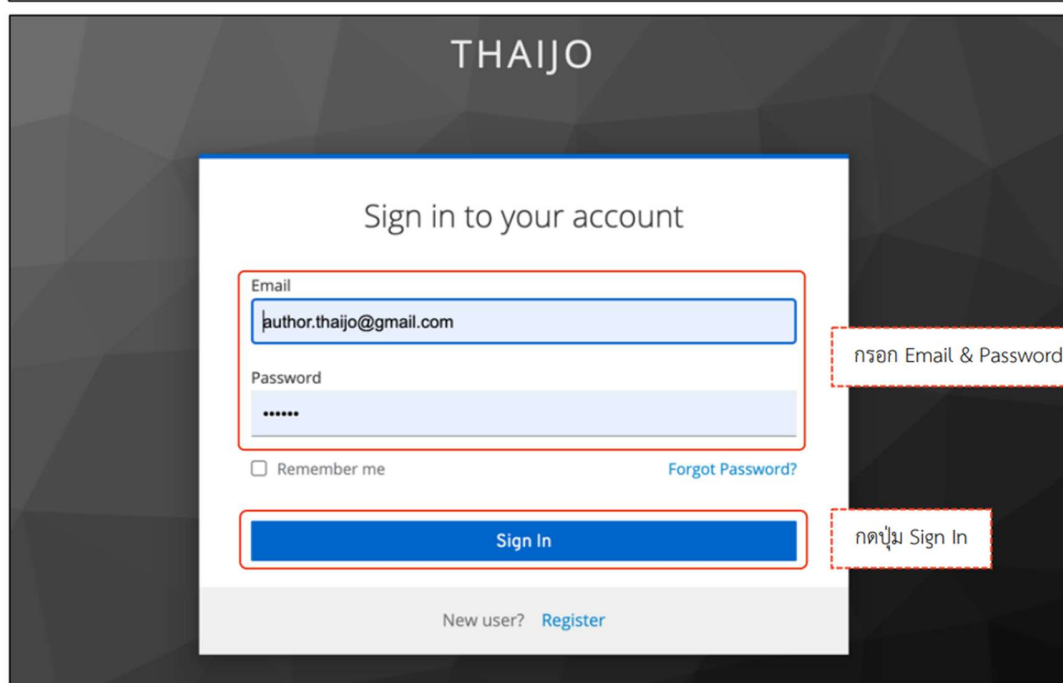
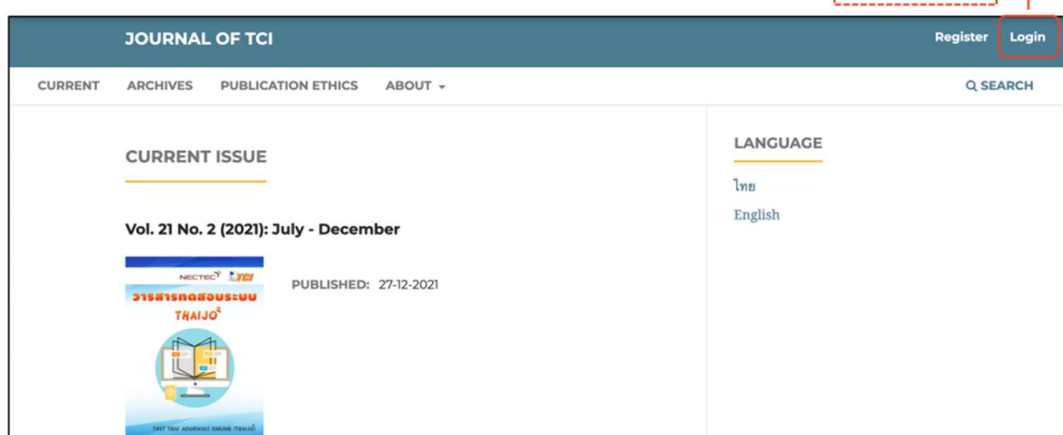


ขั้นตอนที่ 4 : กรอกรหัสผ่านใหม่



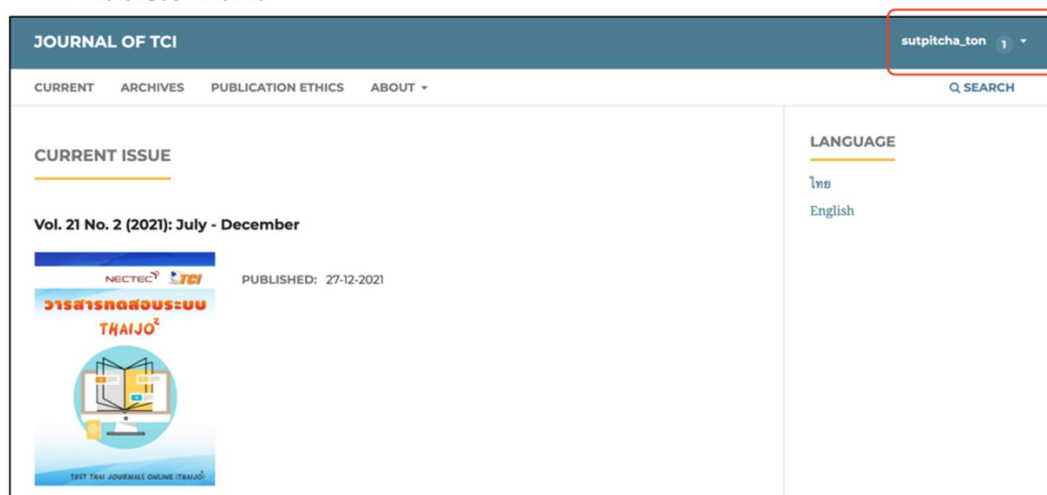
ขั้นตอนที่ 5 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกลิงก์ Login

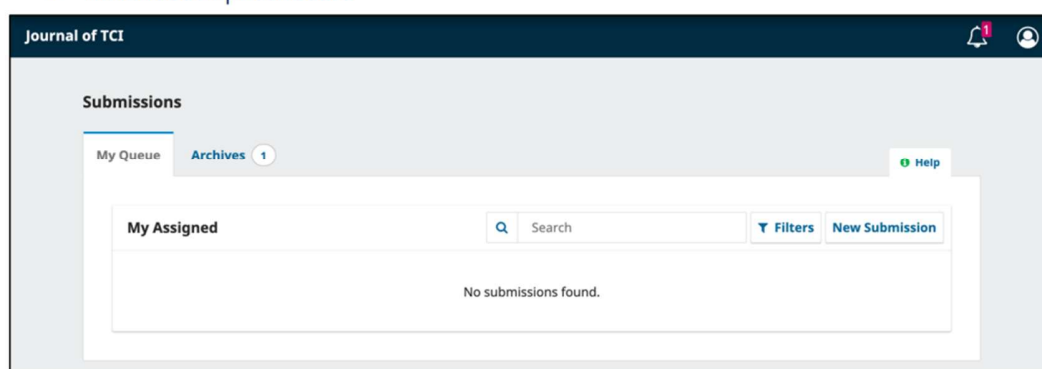


ผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว

➤ หน้าเว็บไซต์วารสาร



➤ หน้าแดชบอร์ด | Dashboard

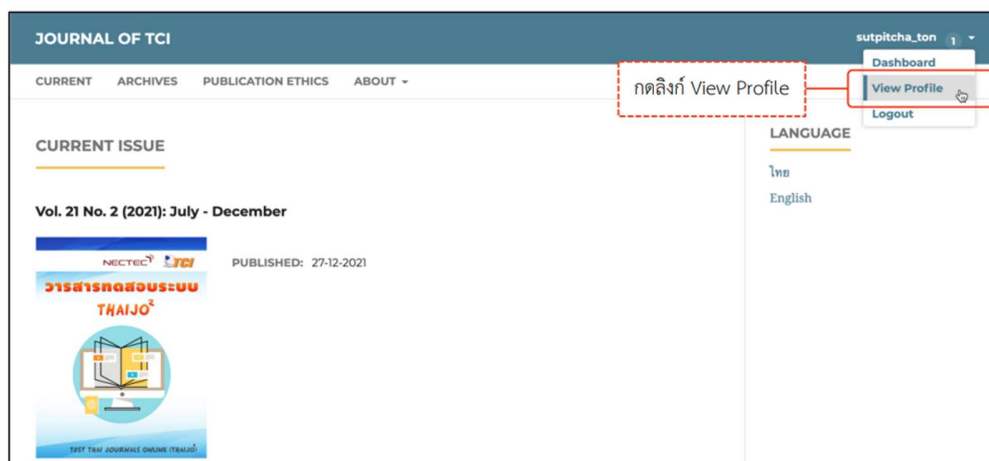


การจัดการข้อมูลส่วนตัว | Profiles

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกลิงก์ Login

ขั้นตอนที่ 2 : เข้าสู่ระบบส่วนตัว | View Profile



ข้อมูลผู้ใช้ | Identity

- สัญลักษณ์ลูกโลก-สีเทา คือ ไม่ได้กรอกข้อมูล
- สัญลักษณ์ลูกโลก-สีแดง คือ กรอกข้อมูลไม่ครบ
- สัญลักษณ์ลูกโลก-สีเขียว คือ กรอกข้อมูลครบถ้วน

หมายเหตุ* แสดงสัญลักษณ์ลูกโลก เนื่องจากวารสารตั้งค่าให้กรอกข้อมูลแยกภาษา

Profile

Identity **Contact** Roles Public Password Notifications API Key Help

Username
sutpitcha_ton

Name

Sutpitcha
Given Name *

ชื่อ

หมายเหตุ* ไม่ต้องกรอกยศ/ตำแหน่ง

Tongdachai
Family Name

นามสกุล

ตรงชาย

How do you prefer to be addressed? Salutations, middle names and suffixes can be added here if you would like.

Preferred Public Name

ชื่อเต็มที่มียศ/ตำแหน่ง (ถ้ามี)

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

* Denotes required field

Save

ข้อมูลติดต่อ | Contact

Profile

Identity
Contact
Roles
Public
Password
Notifications
API Key
Help

author.thaijo@gmail.com
Email

Email *

B I U

ลงท้าย Email (ถ้ามี)

Signature

เบอร์โทร (ถ้ามี)

Phone

King Mongkut's University of Technology Thonburi

Affiliation

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

B I U

ที่อยู่ติดต่อ (ถ้ามี)

Mailing Address

Thailand
ประเทศ

Country *

Working Languages

English

ไทย
ภาษาที่เขียนบทความ

หน่วยงาน / สังกัด
ภาษาอังกฤษ
School of Energy Environment and Materials,
King Mongkut's University of Technology Thonburi
ภาษาไทย
คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

* Denotes required field

Save

ตำแหน่งในวารสาร | Roles

Profile

Identity Contact **Roles** Public Password Notifications API Key [Help](#)

Roles

☒ Reader : สมาชิกทั่วไป

☒ Author : ผู้แต่ง/ผู้เขียน

☐ Reviewer : ผู้ประเมินบทความ (บางวารสารจะปิดตำแหน่งนี้ไว้)

[+ Register with other journals](#) ต้องการเป็นสมาชิกวารสารอื่น ๆ

Applied Mathematics x คณิตศาสตร์ประยุกต์ x

Reviewing interests

สาขาที่เชี่ยวชาญ หรือ สาขาที่ทำวิจัย
กรอกได้ทุกภาษา, กรอกทีละคำ และค้นคำโดยกด Enter

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

* Denotes required field

[Save](#)

ข้อมูลที่ต้องการเปิดเผย | Public

Profile
Identity
Contact
Roles
Public
Password
Notifications
API Key
Help

Profile Image

Drag and drop a file here to begin upload
รูปภาพส่วนตัว
Upload File

ประวัติ หรือผลงานวิจัยต่าง ๆ

Bio Statement (e.g., department and rank)

URL ที่แสดงตัวตนในเว็บไซต์หน่วยงาน

Homepage URL

เลข ID ของนักวิจัยที่ใช้กับฐานข้อมูลอื่น ๆ
สมัครได้ที่ URL : <https://orcid.org/register>

ORCID iD

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

* Denotes required field

Save

รหัสผ่าน | Password

หมายเหตุ* ถ้าไม่ต้องการแก้ไขรหัสผ่าน (Password) ไม่ต้องกรอกข้อมูล

Profile

[Identity](#) [Contact](#) [Roles](#) [Public](#) [Password](#) [Notifications](#) [API Key](#) [Help](#)

Enter your current and new passwords below to change the password for your account.

Current password

รหัสผ่านปัจจุบัน

New password

รหัสผ่านใหม่

The password must be at least 6 characters.

ยืนยันรหัสผ่านใหม่

Repeat new password

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

[Save](#) [Cancel](#)

การแจ้งเตือน | Notifications

Profile
Identity
Contact
Roles
Public
Password
Notifications
API Key
Help

Select the system events that you wish to be notified about. Unchecking an item will prevent notifications of the event from showing up in the system and also from being emailed to you. Checked events will appear in the system and you have an extra option to receive or not the same notification by email.

Public Announcements
New announcement.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
An issue has been published.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
Submission Events
A new article, "Title," has been submitted.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
A new article has been submitted to which an editor needs to be assigned.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
"Title's" metadata has been modified.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
Discussion added.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
Discussion activity.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
Reviewing Events
A reviewer has commented on "Title".
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.
Editors
Statistics report summary.
☒ Enable these types of notifications.
☐ Do not send me an email for these types of notifications.

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

* Denotes required field
Save

หมายเหตุ* ค่าเริ่มต้นจะเปิดรับการแจ้งเตือนจากระบบทุกหัวข้อ แต่ถ้าไม่ต้องการได้รับ Email การแจ้งเตือนจากระบบให้เลือก ☒ Do not sent email...

API Key

การเปิดให้ระบบอื่น ๆ สามารถเชื่อมต่อการเข้าถึงบัญชีผู้ใช้ได้

Profile

[Identity](#) [Contact](#) [Roles](#) [Public](#) [Password](#) [Notifications](#) [API Key](#) [Help](#)

☐ Enable external applications with the API key to access this account
☐ Generate new API key

Generating a new API key will invalidate any existing key for this user.

API Key

Your data is stored in accordance with our [privacy statement](#).

Save

ลืมรหัสผ่าน | Forgot your password

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์ของวารสาร

คลิกลิงก์ Login

ขั้นตอนที่ 2 : เข้าสู่หน้าสมัครสมาชิกกลางของระบบ ThaiJO

THAIJO

Forgot Your Password?

Email

author.thaijo@gmail.com

[« Back to Login](#)

Submit

Enter your username or email address and we will send you instructions on how to create a new password.

THAIJO

Sign in to your account

✓ You should receive an email shortly with further instructions.

Email

author.thaijo@gmail.com

Password

☐ Remember me [Forgot Password?](#)

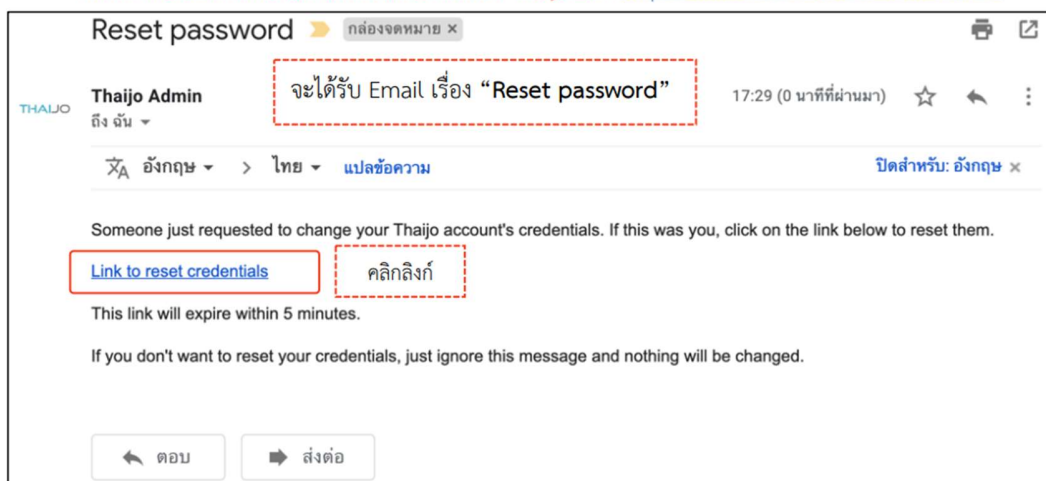
Sign In

New user? [Register](#)

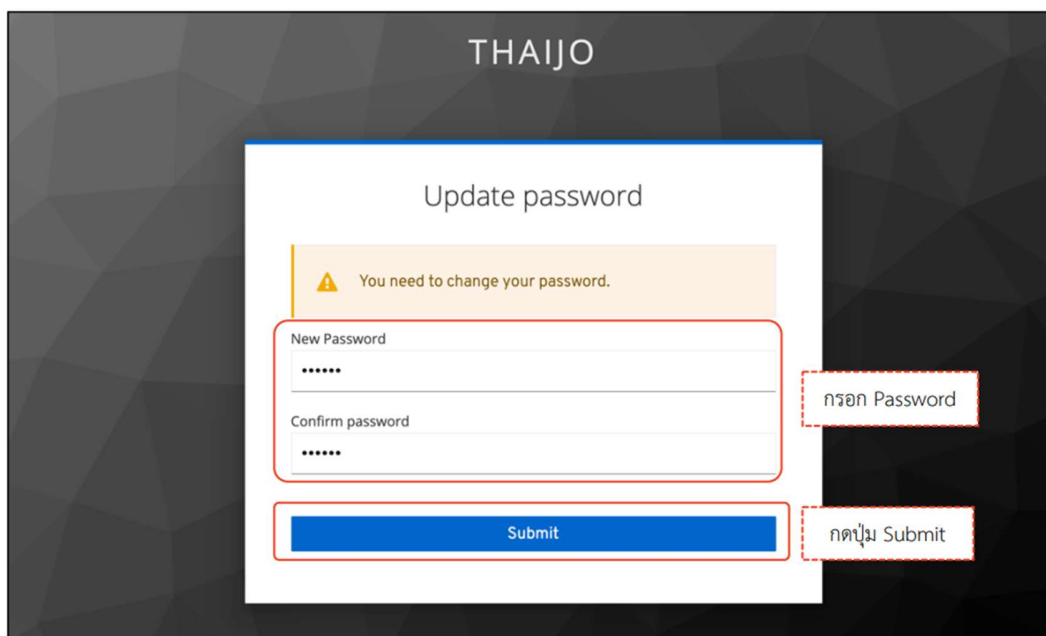
ขั้นตอนที่ 3 : เข้าสู่ Email

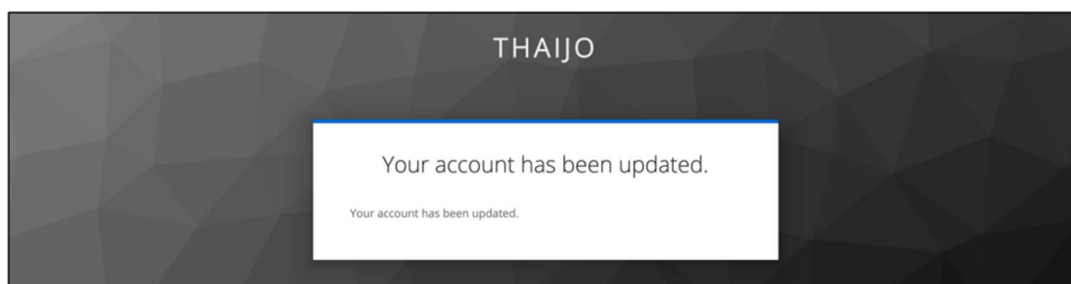
หมายเหตุ*

- ถ้าไม่เจอ Email ในกล่องจดหมาย ให้ตรวจสอบที่ จดหมายขยะ (Spam Mails) หรือ ถังขยะ (Junk Mails)
- ถ้าตรวจสอบแล้วไม่พบ Email ให้ติดต่อแฟนเพจ ThaiJo2.0 : <https://www.facebook.com/ThaiJo2.0>



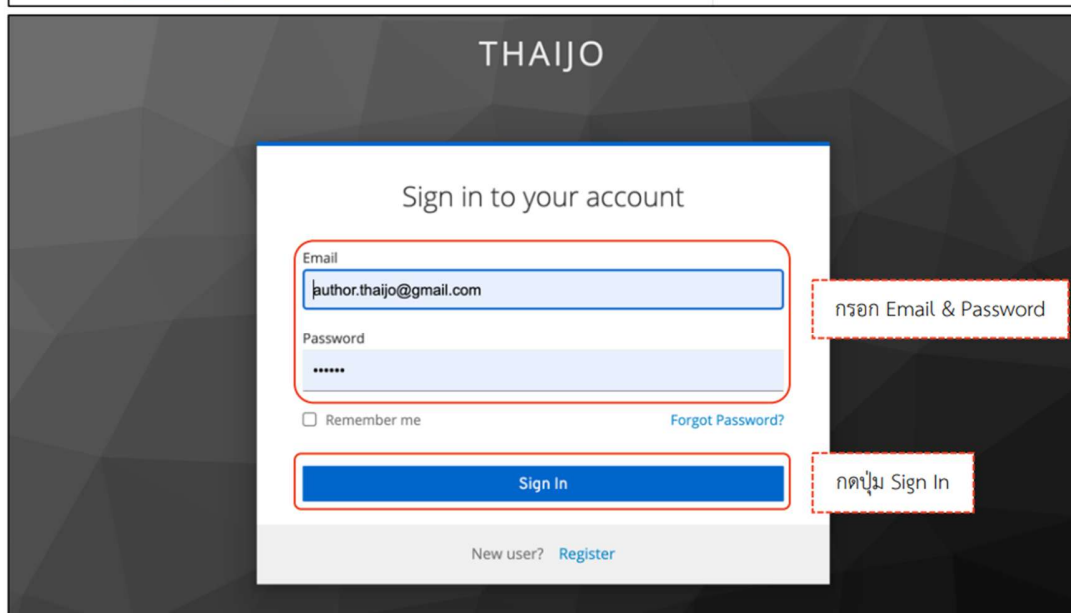
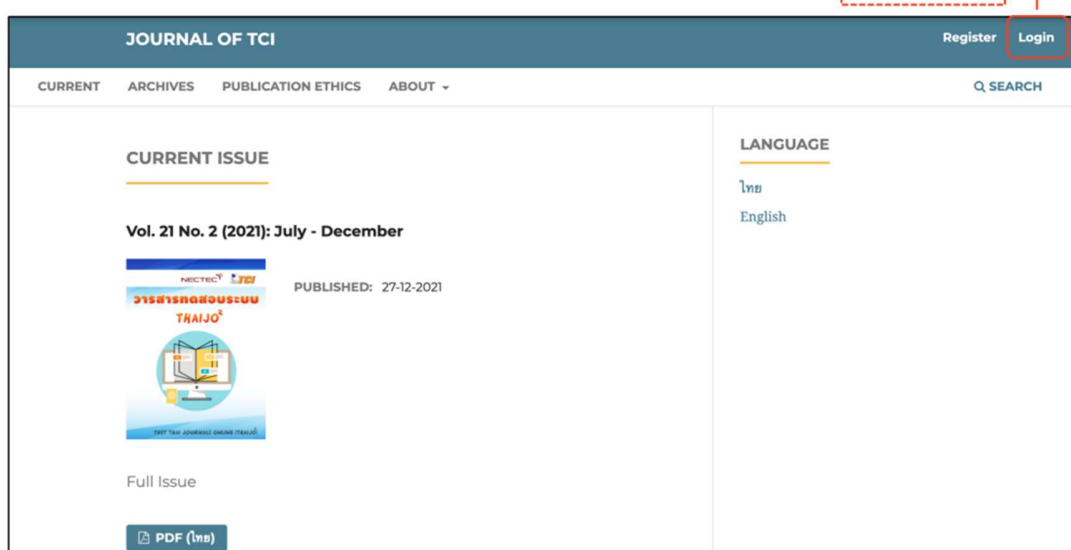
ขั้นตอนที่ 4 : กรอกรหัสผ่านใหม่





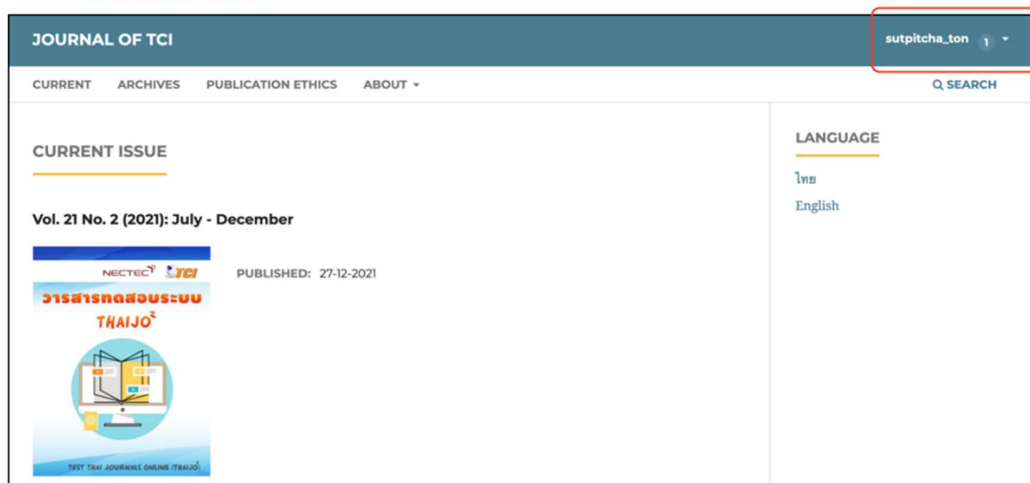
ขั้นตอนที่ 5 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกลิงก์ Login

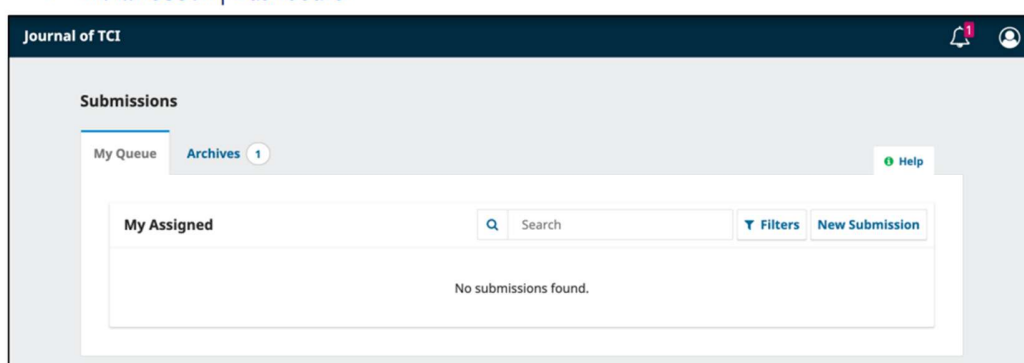


ผลลัพธ์เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว

➤ หน้าเว็บไซต์วารสาร



➤ หน้าแดชบอร์ด | Dashboard



ภาพรวมกระบวนการของผู้แต่ง | Author Workflow

สมัครสมาชิก : Register

(ถ้าคุณเป็นสมาชิกของวารสารแล้ว กรุณาเข้าสู่ระบบ log in และไปยังขั้นตอนการ SUBMISSION)

สร้าง Username / Password



สร้าง Profile

(ชื่อ, Email , รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ)



ส่งบทความ : SUBMISSION

เข้าสู่เว็บไซต์ของวารสารที่ต้องการส่งบทความ



คลิก 'NEW SUBMISSION'



STEP 1

Start : เลือกทุกช่องเพื่อเป็นการยืนยันว่าบทความของท่าน
เป็นไปตามเงื่อนไขของวารสาร

STEP 2

Upload Submission : อัปโหลดบทความเป็นไฟล์ word,
หรือไฟล์แนบอื่น ๆ

STEP 3

Enter Metadata : กรอกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ของ
บทความ เช่น Title, Abstract, Author, Keywords,
Supporting Agencies (ถ้ามี), References

STEP 4

Confirmation : ยืนยันการส่งบทความ

STEP 5

Next Steps : เสร็จสิ้นการ Submission และเข้าสู่
กระบวนการตรวจสอบโดยบรรณาธิการ (Editor)

ภาพรวมกระบวนการของบทความ | Article Workflow



หมายเหตุ* Revisions Required* = แก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะ

การส่งบทความ | Submission

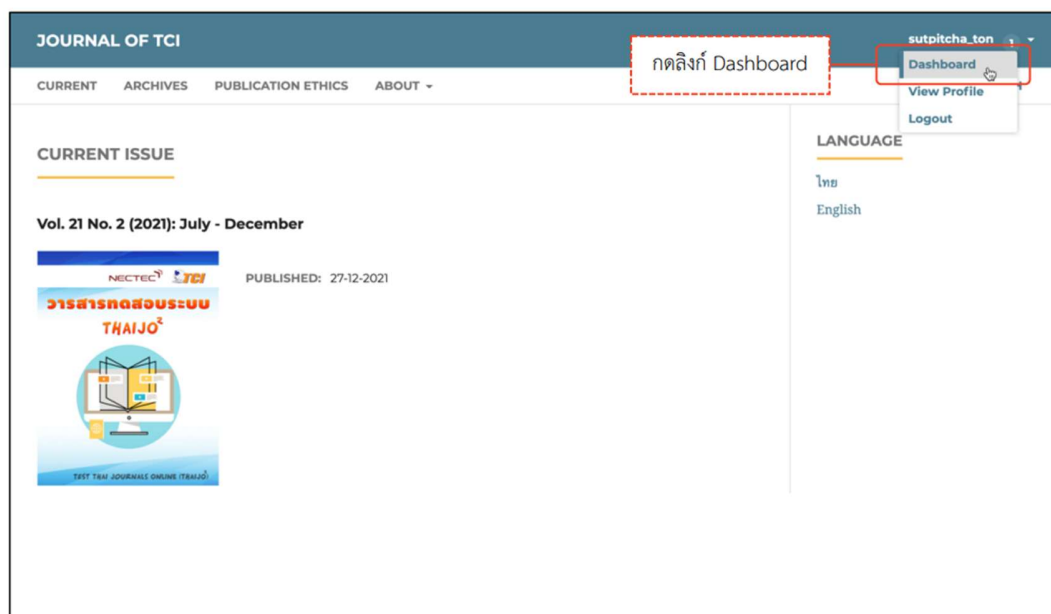
ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกลิงก์ Login

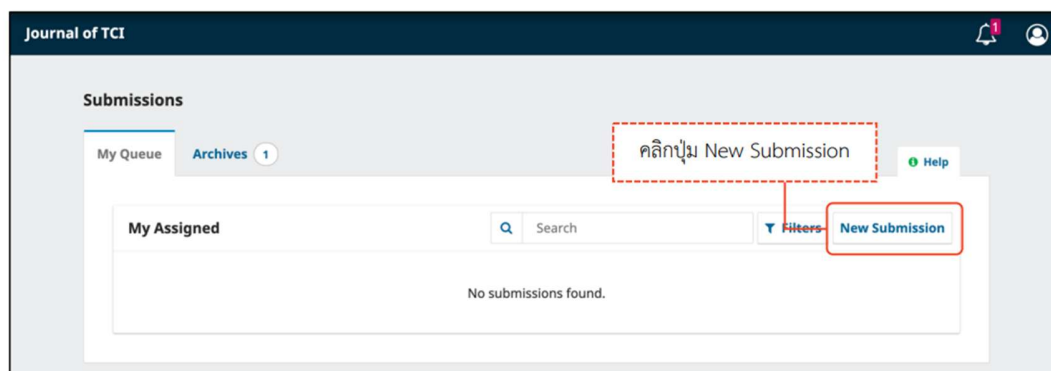
The screenshot shows the homepage of the JOURNAL OF TCI. The header includes navigation links: CURRENT, ARCHIVES, PUBLICATION ETHICS, and ABOUT. There is a search bar labeled 'Q SEARCH' and buttons for 'Register' and 'Login'. The main content area features the 'CURRENT ISSUE' section, which displays 'Vol. 21 No. 2 (2021): July - December' and a thumbnail of the journal cover. To the right, there is a 'LANGUAGE' section with options for 'ไทย' (Thai) and 'English'.

The screenshot shows the THAIJO login page. The title is 'Sign in to your account'. There are two input fields: 'Email' with the value 'author.thaijo@gmail.com' and 'Password' with masked characters. Below the password field are checkboxes for 'Remember me' and a link for 'Forgot Password?'. A blue 'Sign In' button is at the bottom. At the very bottom, there are links for 'New user?' and 'Register'. Annotations in red dashed boxes highlight the email and password fields with the text 'กรอก Email & Password' and the 'Sign In' button with the text 'กดปุ่ม Sign In'.

ขั้นตอนที่ 3 : เข้าสู่หน้าแดชบอร์ด | Dashboard



ขั้นตอนที่ 4 : เข้าสู่กระบวนการ Submission



Journal of TCI
Step 1 : Start
🔔

Submit an Article

1. Start
2. Upload Submission
3. Enter Metadata
4. Confirmation
5. Next Steps

Submission Language

ไทย

Submissions in several languages are accepted. Choose the primary language of the submission from the pull-down above. *

Section

Research article

Articles must be submitted to one of the journal's sections. *

Section Policy

Research article should consist of the following sections; Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements (complimentary), Conflict of Interests, and References. Ethical Approval (if any) shall follow the Conclusions section. Tables and figures with legends should be placed in articles as close as possible to where they are mentioned in the text. Results and Discussions can be written in one section or separately.

Categories

- ☐ Applied Sciences
- ☒ Applied Sciences > Applied Mathematics
- ☒ Applied Sciences > Applied Statistics
- ☐ Agriculture and Biotechnology
- ☐ Agriculture and Biotechnology > Agricultural Science
- ☐ Agriculture and Biotechnology > Environmental Biotechnology
- ☐ Agriculture and Biotechnology > Plant and Animal Biotechnology
- ☐ Food Science and Technology
- ☐ Food Science and Technology > Food Microbiology and Safety
- ☐ Food Science and Technology > Food Chemistry and Analysis

Submission Requirements

You must read and acknowledge that you've completed the requirements below before proceeding.

- ☒ The submission has not been published previously.
- ☒ The submission is original work.
- ☒ Where available, the submission is the author's final version.
- ☒ The text is single-spaced.
- ☒ The text adheres to the stylistic and bibliographic requirements outlined in the Author Guidelines.

Comments for the Editor

🔍
B **I** **T** **L** **E** **E** **D** **I** **T** **O** **R**

ภาษาของบทความ

* ถ้าไม่ขึ้นหัวข้อนี้ ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป

ประเภทของบทความ

* ถ้าไม่ขึ้นหัวข้อนี้ ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป

คลิกเลือก ☒ สาขาของบทความ

* ถ้าไม่ขึ้นหัวข้อนี้ ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป

คลิกเลือก ☒ ทุกช่อง เพื่อยืนยันว่าบทความของผู้แต่ง (Author) เป็นไปตามเงื่อนไขที่วารสารกำหนด

ข้อความถึงบรรณาธิการ (Editor)

* ถ้าไม่ต้องการส่งข้อความ ให้เว้นกล่องข้อความนี้ว่างไว้

คลิกเลือก ☒ เพื่อยืนยันว่าเป็นผู้ติดต่อบรรณาธิการ (Editor)

* ถ้าไม่ขึ้นหัวข้อนี้ ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป

คลิกเลือก ☒ เพื่อยอมรับข้อตกลงเกี่ยวกับลิขสิทธิ์

* ถ้าไม่ขึ้นหัวข้อนี้ ให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป

คลิกเลือก ☒ เพื่ออนุญาตให้รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลตามคำชี้แจงสิทธิ์ส่วนบุคคล

Save and continue

Cancel

คลิกปุ่ม Save and continue

Step 2 : Upload Submission

หมายเหตุ* อัปโหลดได้มากกว่า 1 ไฟล์ แต่ละไฟล์ขนาดจะต้องไม่เกิน 50 MB

Submit an Article

1. Start
2. Upload Submission
3. Enter Metadata
4. Confirmation
5. Next Steps

หรือ คลิกปุ่ม Add File

หมายเหตุ* เลือกได้มากกว่า 1 ไฟล์พร้อมกัน

Files

ลากไฟล์มาวางในพื้นที่อัปโหลด

หมายเหตุ* ลากได้มากกว่า 1 ไฟล์พร้อมกัน

Upload any files the editorial team will need to evaluate your submission. [Upload File](#)

Add File

Save and continue Cancel

Submit an Article

1. Start
2. Upload Submission
3. Enter Metadata
4. Confirmation
5. Next Steps

Files

บทความทดสอบ.docx

What kind of file is this? Article Text Other

agreement.pdf

What kind of file is this? Article Text Other

เลือกประเภทไฟล์

หมายเหตุ* ถ้าเป็นไฟล์บทความให้เลือก "Article Text"

ถ้าไม่ใช่ไฟล์บทความเลือก "Other"

Edit Remove

Edit Remove

Save and continue Cancel

Submit an Article

1. Start
2. Upload Submission
3. Enter Metadata
4. Confirmation
5. Next Steps

Files

บทความทดสอบ.docx

ประเภทไฟล์

Article Text

Other

Edit Remove

Edit Remove

Save and continue Cancel

คลิกปุ่ม Save and continue

Step 3 : Enter Metadata**หมายเหตุ*** ช่องแรกที่ต้องกรอกข้อมูลจะขึ้นอยู่กับภาษาของบทความที่เลือกใน

Step 1: Start หน้า 209 กรณกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน และถ้ากรอกข้อมูลครบ

ตามช่องภาษาแล้ว สัญลักษณ์ลูกโลกจะแสดงเป็นสีเขียว

Submit an Article

1. Start **Enter Metadata** 4. Confirmation 5. Next Steps

คำนำหน้าบทความ
หมายเหตุ* ไม่ต้องกรอก

Prefix **Title *** **ชื่อบทความ**

Examples: A, The

Subtitle **ชื่อรองบทความ (ถ้ามี)**

Abstract *

บทความคัดย่อ

รู้วาทพนิทาน รู้ว่าราญมรือด คิตเทอดครว้แตก แหกหนีน้าอย่าพะ เขามละบิ...
เหตุอาฆยลละแหนเด็กใส่รัก เพื่อลงลักษณะให้ ส่งหัวแดงความ ห่านา จันทุปราดาเต็มดวงเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2561 เนื่องจากดวง
จันทร์อยู่ใกล้จุดปลายระยะทางวงโคจร เมื่อวันที่ 30 มกราคม จึงเรียกได้ว่า "ซูเปอร์มูน" โดยซูเปอร์มูนครั้งนี้เกิดขึ้นเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2558
นอกจากนี้ปรากฏการณ์ดังกล่าวยังเรียกว่าลูมูน ซึ่งเป็นวันที่ดวงจันทร์เต็มดวงครั้งที่สองของเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 นอกจากนี้ ยังได้รับการกล่าวถึงใน
สื่อมวลชนว่า "ซูเปอร์ลูบลิตมูน" คำว่า "บลัด (blood)" มีนัยยะสื่อถึงสีแดงดังโลหิตของดวงจันทร์ระหว่างปรากฏการณ์จันทรุปราคา ปรากฏการณ์นี้เกิด
ขึ้นครั้งสุดท้ายเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2580 ในอีกห... ครั้งต่อไปจะเกิดขึ้นในวันที่ 31

ข้อมูลผู้แต่ง

หมายเหตุ* กรณกรอกข้อมูลให้ครบทุกคน โดยคำเริ่มต้นจะ
แสดงเฉพาะชื่อผู้ส่งบทความ ขั้นตอนการเพิ่มผู้แต่งหน้า 212

List of Contributors

Name	Primary Contact	In Browse Lists
Sutpicha Tongdachai	author.thaijo@gmail.com Author	☒
Arnon Pongyai	o_rara@hotmail.com Author	☒

Additional Refinements

Keywords

Add additional information for your submission

คำสำคัญ

ใส่ทีละคำ คั่นคำ โดยกด Enter

หมายเหตุ* ลูกโลกแสดงเป็นสีแดงเนื่องจากเป็นข้อผิดพลาดจากระบบ

Supporting Agencies

Add additional information for your submission. Press 'enter' after each

หน่วยงานที่สนับสนุน/ให้ทุน (ถ้ามี)

ใส่ทีละหน่วยงาน คั่นคำ โดยกด Enter

References

รายการอ้างอิง (References)

แยกรายการอ้างอิงแต่ละรายการ โดยการกด Enter

สันติ อธิฤทธิย์ชัย และวณิสิทธิ์ ชัยชัย. 2560. ประสิทธิภาพของ Bacillus
ธรรณ ใจดี, สุวรรณ สนิท. 2561. การคัดเลือกอาหารของกุ้งก้ามกราม
Garfield, E., 1990. How ISI Selects Journals for Coverage: Q
Kivinen, O. and Hedman, J., 2008. World-wide University Rankings - A Scandinavian Approach. *Scientometrics*. 74(3). 391-408.
Thomson Reuters, Thomson Scientific Master Journal List [Online], Available: <http://scientific.thomson.com/mjl/> [26 June 2008]

Save and continue **Cancel**

การเพิ่มผู้แต่งร่วม | Add Contributor

- ☐ ค่าเริ่มต้น ผู้ติดต่อบทความ คือ User ที่ส่งบทความ ถ้าต้องการแก้ไขข้อมูลให้คลิกสัญลักษณ์ ► >> Edit
- ☐ ถ้ามีผู้แต่งมากกว่า 1 คน ให้คลิกปุ่ม Add Contributor

คลิกปุ่ม Add Contributor

List of Contributors				
Name	E-mail	Role	Primary Contact	In Browse Lists
► Sutpicha Tongdachai	author.thaijo@gmail.com	Author	✓	✓

Add Contributor

Add Contributor

Name

Given Name: ชื่อ

Family Name: นามสกุล

How do you กรอกยศ/ตำแหน่ง หมายเหตุ* ไม่ต้อง middle names and suffixes can be added here if you would like.

Preferred Public Name:

Contact

Email: Email

Country

Thailand ประเทศ

User Details

Homepage URL: ORCID ID:

Affiliation

สถาบันหรือหน่วยงานที่สังกัด

Contributor's role

☒ Author เลือกตำแหน่ง Author

☐ Translator

☐ Principal contact for editorial correspondence.

☒ Include this contributor in browse lists? * ถ้าไม่ใช่ผู้ติดต่อหลัก ไม่ต้องคลิกเลือก
กรณีเป็นผู้ติดต่อหลักให้คลิกเลือก

*** Denotes**

☒ เพื่อแสดงชื่อที่หน้าเว็บไซต์ คลิกเลือก

☒ ห้ามนำเครื่องหมาย ออก

คลิกปุ่ม Save

Save Cancel

ขั้นตอนสำหรับผู้ประเมิน | Reviewer

ภาพรวมขั้นตอนของผู้ประเมินบทความ | Reviewer Workflow



การประเมินบทความ (Review)

ผู้ประเมินบทความ (Reviewer) จะได้รับ Email เรื่อง “Article Review Request”

[JTCI] Article Review Request

กล่องจดหมาย ✕

🖨️ 📧

Somchai Rakhan via TCI thaijo org <admin@tci-thaijo.org>
 ถึง ฉัน

13:02 (5 นาทีที่ผ่านมา) ☆ ↶ ⋮

Santi DeeJai:

I believe that you would serve the journal well. I have attached the submission's abstract is inserted below, and I hope that you will consider undertaking the review or not.

ก่อนวันที่ ... ผู้ประเมินจะต้องเข้าสู่ระบบเพื่อ
 2022-01-27

Please log into the journal web site by 2022-01-27 to indicate whether you will undertake the review or not, as well as to access the submission and to record your review and recommendation.

The review itself is due 2022-02-10.

ก่อนวันที่ ... ผู้ประเมินจะต้องประเมินบทความให้แล้วเสร็จ

Submission URL: <https://training-cb9755b5.njp.io/index.php/demo/reviewer/submission?submissionId=9&reviewId=8&key=96U96R>

คลิกลิ้งค์ URL เพื่อเข้าสู่การประเมินบทความ

Thank you for considering this request.

Somchai Rakhan
editor.thaijo@gmail.com

"Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui"

ข้อบกพร่องและบทคัดย่อ

Sed ut perspiciatis, unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam eaque ipsa, quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt, explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem, quia voluptas sit, aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui ratione voluptatem sequi nesciunt, neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum, quia dolor sit amet consectetur adipisci[ng] velit, sed quia non numquam [do] eius modi tempora inci[di]dunt, ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit, qui in ea voluptate velit esse, quam nihil molestiae consequatur, vel illum, qui dolorem eum fugiat, quo voluptas nulla pariatur?

[Journal of TCI](#)

↶ ตอบ

➡ ส่งต่อ

Step 1. Request

Journal of TCI

← Back to Submissions

Review: Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request 2. Guidelines 3. Download & Review 4. Completion

Request for Review

You have been selected as a potential reviewer of the following submission. Below is an overview of the submission, as well as the timeline for this review. We hope that you are able to participate.

Article Title
Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

Article Abstract
illo inventore veritatis et quasi an... dicta sunt, explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem, quia voluptas sit, aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui ratione voluptatem sequi nesciunt, neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum, quia dolor sit amet consectetur adipisci[ng] velit, sed quia non numquam [do] eius modi tempora inci[di]dunt, ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullam corporis suscipit laboriosam, nisi ut aliquid ex ea commodi consequatur? Quis autem vel eum iure reprehenderit, qui in ea voluptate velit esse, quam nihil molestiae consequatur, vel illum, qui dolorem eum fugiat, quo voluptas nulla pariatur?

Review Type
Anonymous Reviewer/Anonymous Author

[View All Submission Details](#)

Review Schedule

Editor's Request	Response Due Date	Review Due Date
13-01-2022	27-01-2022	10-02-2022

วันที่บรรณาธิการส่งบทความให้ประเมิน

ก่อนวันที่ ... ต้องตอบรับ หรือ ปฏิเสธการประเมิน

ก่อนวันที่ ... ต้องประเมินบทความให้แล้วเสร็จ

Competing Interests

This publisher has a policy for disclosure of potential competing interests from its reviewers. Please take a moment to review this policy.

[Competing Interests](#)

☒ I do not have any competing interests

☐ I may have competing interests (Specify below)

ผลประโยชน์ทับซ้อน/การมีส่วนได้ส่วนเสียในการประเมินบทความ

หมายเหตุ* การแสดงผลขึ้นอยู่กับการตั้งค่าของวารสาร และถ้าเลือก I may have ... (อาจจะมีผลประโยชน์ทับซ้อน) กรุณาชี้แจงที่กล่องข้อความ

คลิกเลือก ☒ ใช่, ฉันอนุญาตให้รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลของฉันตามคำชี้แจงสิทธิ์ส่วนบุคคล

☒ Yes, I agree to have my data collected and stored according to the [privacy statement](#).

คลิกปุ่ม Accept Review... เพื่อตอบรับเป็นผู้ประเมินบทความเรื่องนี้

Accept Review, Continue to Step #2

Decline Review Request

ถ้าต้องการปฏิเสธการเป็นผู้ประเมินบทความเรื่องนี้ ให้คลิกปุ่ม Decline

Step 2. Guidelines

คำแนะนำหรือแนวทางการประเมินบทความ

จากรูป วารสารไม่ได้กรอกข้อมูลในการตั้งค่าของวารสาร

Journal of TCI

← Back to Submissions

Review:Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request

2. Guidelines

3. Download & Review

4. Completion

Reviewer Guidelines

This publisher has not set any reviewer guidelines.

คลิกปุ่ม Continue to Step #3

Continue to Step #3 Go Back

Step 3. Download & Review

Journal of TCI

← Back to Submissions

Review: Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request 2. Guidelines 3. Download & Review 4. Completion

Review Files

4 ID9-บทความทดสอบ-Review.docx

ไฟล์บทความ

12 January 2022

Article Text

Q Search

Review Form-Research article

1. Does the title appropriate to the content, and to the scope of journal?

☐ Excellence
☐ Good
☐ Fair
☐ Improvement
☐ Poor

แบบประเมินบทความในระบบ

หมายเหตุ* ถ้าวารสารไม่มีแบบประเมินในระบบ ระบบจะแสดงช่องให้กรอกข้อความอิสระ

Comments and Recommendations

Upload

Upload files you would like to review

Reviewer Files

อัปโหลดไฟล์ประเมินบทความ หรือไฟล์อื่น ๆ (ถ้ามี)

หมายเหตุ* อัปโหลดได้มากกว่า 1 ไฟล์ ขนาดไฟล์ไม่เกิน 50 MB

ขั้นตอนการอัปโหลดไฟล์หน้า 243-244

Q Search Upload File

Review Discussions

Name

กระทู้สนทนา (ถ้ามี)

หมายเหตุ* ขั้นตอนการสร้างกระทู้สนทนาหน้า 245-246

Add discussion

Replies Closed

Recommendation

Select a recommendation for a review or upload a file before selecting a recommendation.

Choose One

☒ Accept Submission
☐ Revisions Required
☐ Resubmit for Review
☐ Resubmit Elsewhere
☐ Decline Submission
☐ See Comments

* Denotes required file

ข้อเสนอแนะ

- รับผิดชอบบทความโดยไม่ต้องแก้ไข
- แก้ไขบทความโดยให้บรรณาธิการพิจารณาต่อ
- แก้ไขบทความโดยผู้ประเมินขอคู่อีกครั้ง
- ให้ผู้แต่งส่งบทความไปยังวารสารอื่น
- ปฏิเสธการรับตีพิมพ์
- ให้ดูจากคำแนะนำ

ส่งผลประเมิน

Submit Review Save for Later Go Back

บันทึกร่าง

หมายเหตุ* กรณียังประเมินไม่เสร็จและยังไม่ส่งผลประเมิน

Confirm

×

Are you sure you want to submit this review?

คลิกปุ่ม OK เพื่อยืนยันผลการประเมิน

หมายเหตุ* ถ้ายืนยันแล้ว จะไม่สามารถแก้ไขผลการประเมินบทความได้

OK

Cancel

Step 4. Completion

**** ล้นสุดกระบวนการประเมินบทความ (Review) ****

จากรูป ผู้ประเมินทำการสร้างกระทู้สนทนา ตามขั้นตอนหน้า 245-246

เมื่อคลิกที่ลิงก์ ← Back to Submissions จะกลับมายังหน้าแดชบอร์ด | Dashboard ของบทความ

Journal of TCI

Back to Submissions

Review:Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request

2. Guidelines

3. Download & Review

4. Completion

Review Submitted

Thank you for completing the review of this submission. Your review has been submitted successfully. We appreciate your contribution to the quality of the work that we publish; the editor may contact you again for more information if needed.

Review Discussions

Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
▶ ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว	reviewer_thaijo	-	0	☐
	13-01-2022 03:36 PM			

หน้าแดชบอร์ด | Dashboard ของบทความ

Journal of TCI

Submissions

My Queue 1

Archives

Help

My Assigned

Search

Filters

New Submission

9

Review Assignment

Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

Review Submitted

View

การอัปโหลดไฟล์ (Upload File)

หมายเหตุ* สามารถอัปโหลดได้มากกว่า 1 ไฟล์ ขนาดไฟล์ไม่เกิน 50 MB โดยจะต้องอัปโหลดทีละไฟล์

Upload

Upload files you would like the editor and/or author to consult, including revised versions of the o

Reviewer Files

No Files

คลิกปุ่ม Upload File

Search

Upload File

Upload File

1. Upload File

2. Review Details

3. Confirm

คลิกปุ่ม Upload File และเลือกไฟล์ที่ต้องการอัปโหลด

Drag and drop a file here to begin upload

Upload File

[How to ensure all files are anonymized](#)

Continue

Cancel

Upload File

1. Upload File

2. Review Details

3. Confirm

✓

Comments-ผลประเมิน.docx

Change File

[How to ensure all files are anonymized](#)

Continue

Cancel

คลิกปุ่ม Continue

Upload File

1. Upload File

2. Review Details

3. Confirm

Name the file (e.g., Manuscript; Table 1) *

Comments-ผลประเมิน.docx

Comments-ผลประเมิน.docx

Continue

Cancel

คลิกปุ่ม Continue

กรอกชื่อไฟล์ให้ครบถ้วนทุกช่องภาษา

หมายเหตุ* สามารถกรอกชื่อไฟล์ให้เหมือนกันทั้ง 2 ช่อง

หรือ กรอกใหม่ให้แตกต่างกันได้

Upload File

1. Upload File

2. Review Details

3. Confirm

File Added

Add Another File

คลิกปุ่ม Complete

Complete

Cancel

ผลลัพธ์การอัปโหลดไฟล์ (Upload File)

Upload

Upload files you would like the editor and/or author to consult, including revised versions of the original review file(s).

Reviewer Files

Q Search

Upload File

10

Comments-ผลประเมิน.docx

13

January

2022

การสร้างกระทู้สนทนา (Discussion)

Add discussion

Name	From	Last Reply	Replies	Closed
No Items				

x

☒ Somchai Rakhan, Journal editor

ชื่อเรื่องกระทู้สนทนา

ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว

B
I
U

ข้อความ

ดำเนินการประเมินบทความและส่งผลประเมินบทความในระบบเรียบร้อยแล้ว

ขอขอบคุณ

สันติ ดีใจ

อัปโหลดไฟล์แนบอื่น ๆ (ถ้ามี)

Attached Files

หมายเหตุ* อัปโหลดได้มากกว่า 1 ไฟล์ ขนาดไฟล์ไม่เกิน 50 MB
ขั้นตอนการอัปโหลดไฟล์หน้า 243-244

Q Search

Upload File

* Denotes required field

คลิกปุ่ม OK

OK

Cancel

ผลลัพธ์การสร้างกระทู้สนทนา (Discussion)

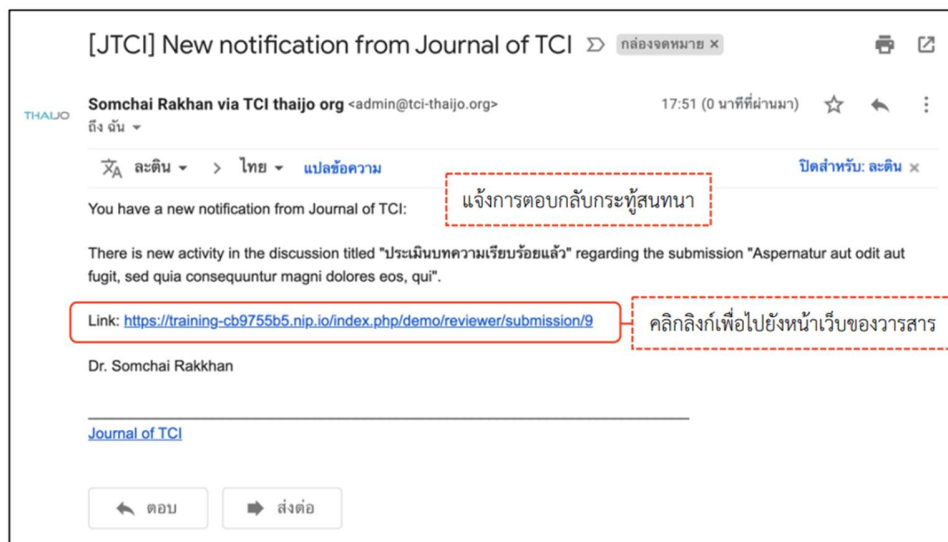
Review Discussions	ผู้สร้างกระทู้	ผู้ตอบกลับ	Add discussion	
Name	From	Last Reply	Replies	Closed
▶ ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว	reviewer_thaijo 13-01-2022 03:36 PM	-	0	☐

จำนวนการตอบกลับ
ในกระทู้สนทนา

การแจ้งเตือน
หมายเหตุ* เลือก ☒
 ถ้าต้องการปิดการแจ้งเตือน

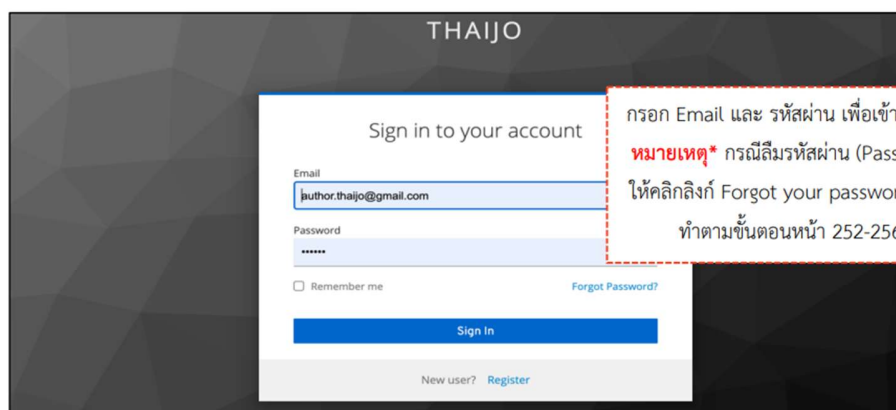
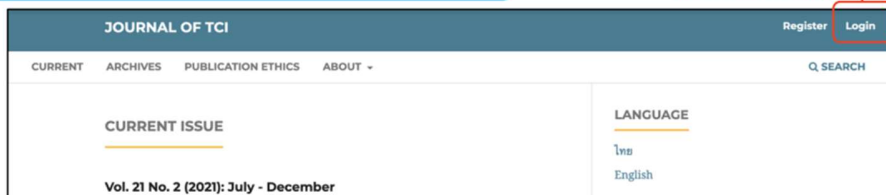
การตอบกลับกระทู้สนทนา (Add Message)

ผู้ประเมินบทความ (Reviewer) จะได้รับ Email เรื่อง “New notification from ...”



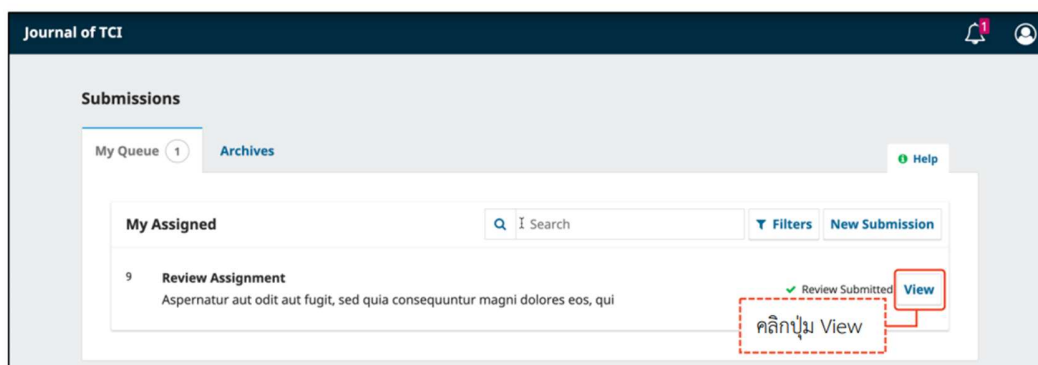
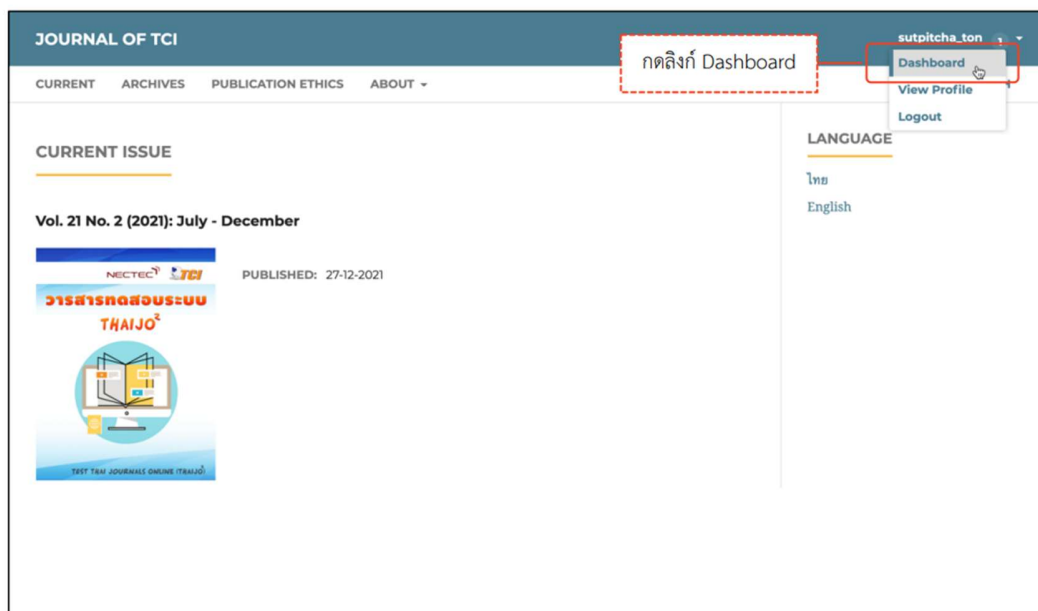
ขั้นตอนที่ 1 : เข้าสู่เว็บไซต์วารสารและ Login เข้าสู่ระบบ

คลิกที่ Login



กรอก Email และ รหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่ระบบ
หมายเหตุ* กรณีลืมรหัสผ่าน (Password)
ให้คลิกที่ Forgot your password และ
ทำตามขั้นตอนหน้า 252-256

ขั้นตอนที่ 2 : เข้าสู่หน้าแดชบอร์ด | Dashboard



ขั้นตอนที่ 3 : ตอบกลับกระทู้สนทนา

Journal of TCI

← Back to Submissions

Review:Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request
2. Guidelines
3. Download & Review
4. Completion

Review Submitted

Thank you for completing the review of this submission. Your review has been submitted successfully. We appreciate your contribution to the quality of the work that we publish; the editor may contact you again for more information if needed.

Review Discu

คลิกลิงก์ชื่อกระทู้สนทนา

Name

▶ ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว

ผู้สร้างกระทู้

From

reviewer_thaijo

13-01-2022 03:36 PM

ผู้ตอบกลับ

Last Reply

editor

13-01-2022 05:49 PM

Replies

1

Closed

☐

[Add discussion](#)

ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว

Participants [Edit](#)

Somchai Rakhan (editor)

Santi Deejai (reviewer_thaijo)

Messages

Note	From
เรียน บรรณาธิการวารสาร	reviewer_thaijo
ดำเนินการประเมินบทความและส่งผลประเมินบทความในระบบเรียบร้อยแล้ว	13-01-2022 03:36 PM
ขอขอบคุณ	
สันติ ดีใจ	
เรียน อ.สันติ	editor
ได้รับผลการประเมินเรียบร้อยแล้วครับ	13-01-2022 05:49 PM
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง	
สมชาย บรรณาธิการวารสาร	

คลิกปุ่ม Add Message
[Add Message](#)

จำนวนการตอบกลับ

ในกระทู้สนทนา

การแจ้งเตือน

หมายเหตุ* เลือก ☒

ถ้าต้องการปิดการแจ้งเตือน

ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว

Participants

Edit

Somchai Rakhan (editor)

Santi Deejai (reviewer_thaijo)

Messages

Note	From
เรียน บรรณาธิการวารสาร ดำเนินการประเมินบทความและส่งผลประเมินบทความ ในระบบเรียบร้อยแล้ว ขอขอบคุณ สันติ ดีใจ	reviewer_thaijo 13-01-2022 03:36 PM
เรียน อ.สันติ ได้รับผลการประเมินเรียบร้อยแล้วครับ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สมชาย บรรณาธิการวารสาร	editor 13-01-2022 05:49 PM

Message *

B

I

U

<>

เรียน อ.สมชาย

ยินดีครับ

ขอแสดงความนับถือ

สันติ

ข้อความตอบกลับ

Attached Files

อัปโหลดไฟล์แนบอื่น ๆ (ถ้ามี)

Q Search

Upload File

No Files

คลิกปุ่ม OK

OK

Cancel

ผลลัพธ์การตอบกลับกระทู้สนทนา (Add Message)

Journal of TCI

← Back to Submissions

Review: Aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos, qui

1. Request 2. Guidelines 3. Download & Review 4. Completion

Review Submitted

Thank you for completing the review of this submission. Your review has been submitted successfully. We appreciate your contribution to the quality of the work that we publish; the editor may contact you again for more information if needed.

Review Discussions		ผู้สร้างกระทู้	ผู้ตอบกลับ	Add discussion	
Name	From	Last Reply	Replies	Closed	
▶ ประเมินบทความเรียบร้อยแล้ว	reviewer_thaijo 13-01-2022 03:36 PM	reviewer_thaijo 13-01-2022 06:14 PM	2	☐	

จำนวนการตอบกลับ
ในกระทู้สนทนา

การแจ้งเตือน
หมายเหตุ* เลือก ☒
ถ้าต้องการปิดการแจ้งเตือน



แบบฟอร์มการส่งบทความเพื่อพิจารณาลงวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....
ชื่อภาษาอังกฤษ (Mr./ Mrs./Ms.)
2. ระดับการศึกษา..... ตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี).....
3. สถานภาพผู้เขียนบทความ

☐ อาจารย์ ☐ นักศึกษา ☐ บุคคลทั่วไป

ชื่อสถาบัน/หน่วยงาน.....หลักสูตร..... คณะ/สังกัด.....

ชื่อผู้เขียนร่วม (ถ้ามี)

ชื่อสถาบัน/หน่วยงาน.....หลักสูตร..... คณะ/สังกัด.....

ขอส่ง

☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความปริทัศน์ ☐ บทวิจารณ์หนังสือ

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย)

ชื่อเรื่อง (ภาษาอังกฤษ)

4. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก เลขที่ หมู่ที่..... ซอย..... ถนน.....
ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต..... จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....
โทรศัพท์..... โทรศัพท์มือถือ..... E-mail

5. ใบรับรองจริยธรรมงานวิจัย เลขที่ (ถ้ามี)

6. ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้

(.....) เป็นผลงานของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว

(.....) เป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้ร่วมงานตามชื่อที่ระบุในบทความจริง

บทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และจะไม่นำไปเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่นนับจาก
วันที่ข้าพเจ้าได้ส่งบทความฉบับนี้มายังกองบรรณาธิการวารสารการจัดการอุตสาหกรรมการบิน

ลงนาม(ผู้พิมพ์)

(.....)

วันที่/...../.....



LEARN TO LIVE @APDI

CONTACT US

Facebook : @KBUapdi

Line@ : @apdi_kbu

Instagram : kbuapdi

WWW : <https://apdi.kbu.ac.th/>

Youtube : kbu apdi

TikTok : apdi_kbu_official

AVIATION PERSONNEL DEVELOPMENT INSTITUTE

60 Romklao Rd., Minburi, Bangkok 10510

☎ Tel. 02-904-2222 Ext 2230,2237

✉ E-mail : apdi@kbu.ac.th

QR CODE LINE@



QR CODE MAP

