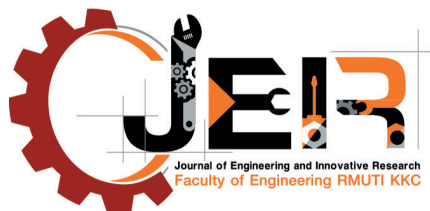




วารสารวิศวกรรมศาสตร์และการวิจัยเชิงนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น Journal of Engineering and Innovative Research Faculty of Engineering RMUTI KKC



ISSN : 2822-129X (Print)
ISSN : 2985-0207 (Online)
Inaugural Issue Volume 1

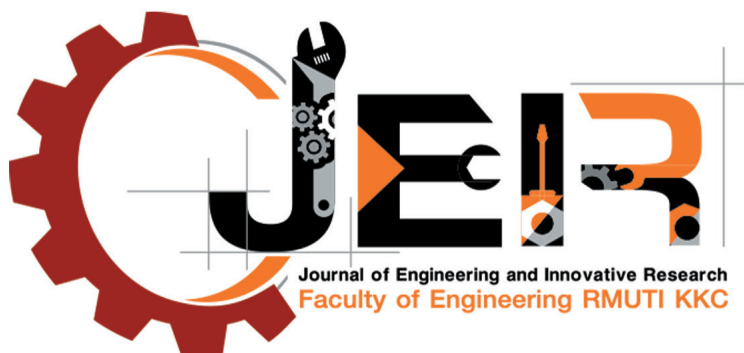
January-June 2023

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (ฉบับปฐมฤกษ์)

มกราคม - มิถุนายน 2566

 <https://pho3.tci-thaijo/index.php/JEIRKKC>

 @eng.rmuti.kkc



[https : pho3.tci-thaijo/index.php/JEIRKKC](https://pho3.tci-thaijo/index.php/JEIRKKC)

[@eng.rmuti.kkc](https://www.facebook.com/eng.rmuti.kkc)

เจ้าของ

งานบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

วัตถุประสงค์

เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวารสารรับพิจารณาตีพิมพ์บทความวิชาการและบทความวิจัยครอบคลุมอนุสาขาด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมใหม่ที่มีกระบวนการทำวิจัย วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดสอบอย่างเป็นระบบ

สาขาวิชาที่เปิดรับผลงาน

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และการวิจัยเชิงนวัตกรรมมีนโยบายเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยวารสารรับพิจารณาตีพิมพ์บทความวิชาการและบทความวิจัยครอบคลุมอนุสาขาด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และเทคโนโลยี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมใหม่ที่มีกระบวนการทำวิจัย วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดสอบอย่างเป็นระบบ

วารสาร เน้นรับบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในกลุ่มสาขาวิชาดังนี้

1. กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่

- วิศวกรรมโยธา
- วิศวกรรมเครื่องกล
- วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์
- วิศวกรรมเกษตรและแปรรูปอาหาร
- วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์
- วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์
- วิศวกรรมระบบราง ขนส่งและยานยนต์



2. กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์

- เคมี
- คณิตศาสตร์
- ฟิสิกส์
- วัสดุศาสตร์
- นาโนเทคโนโลยี

3. กลุ่มสาขาสหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ปรึกษา

อาจารย์ปริญ นาชัยสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หริส ประสารฉำ
อาจารย์บุญกิจ อุ่นพิกุล
อาจารย์ ดร.ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก จันทะคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร แสงอรุณ
อาจารย์ ดร.ปฐมภรณ์ ชัยกุล
อาจารย์ขุนแผน ปฎิมาประกร
นางสาวรัชนิวัลย์ มูลสีละ

รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยอธิการบดีประจำวิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยอธิการบดีประจำวิทยาเขตขอนแก่น
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
รองคณบดีฝ่ายบริหาร
รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย
รองคณบดีฝ่ายแผนและประกันคุณภาพการศึกษา
รองคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษา
หัวหน้าสำนักงานคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

บรรณาธิการ

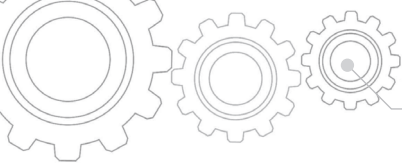
รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร แสงอรุณ

มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.วิทยา เรืองพรวิสุทธิ
รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ เสงี่ยมวิบูล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ แสงสุระ
รองศาสตราจารย์ ดร.นาวิ กังวาลย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมรัตน์ ทิพวรรณ
ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย สะตะ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมฤกษ์ ปิติฤกษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัตร นานนท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล ตรีจิราภาพงศ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ ทองเล็ก
รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ระวี ระบุวิกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.ปณัสชัย เชษฐโชติศักดิ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ เหล็กโคกสูง
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติกานต์ สมบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยา เจียรศิริสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

ผู้ประสานงาน

นางประวีณา เนื่องรินทร์

มทร.อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

การพิจารณาบทความ

ต้นฉบับบทความจะได้รับการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชานั้น ๆ ไม่น้อยกว่า 3 ท่าน โดยเป็นการประเมินแบบอำพรางสองฝ่าย (Double Blind) และส่งผลการพิจารณาแก่ผู้เขียน เพื่อปรับปรุงแก้ไขบทความ หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่แล้วแต่กรณี เมื่อบทความผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและกองบรรณาธิการแล้ว ผู้เขียนจะได้รับการตอบรับตีพิมพ์บทความในวารสาร

กำหนดเผยแพร่

จัดพิมพ์เผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ (วารสารราย 6 เดือน)

ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม - มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม

ลิขสิทธิ์ งานบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 หมู่ 6 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
อาคาร 50 ปี เทคนิค ไทย-เยอรมัน ขอนแก่น ชั้น 2 (ห้องแผนกงานวิชาการและวิจัย)
โทรศัพท์ 043-283700 กด 83120 โทรสาร 043-338870
E-mail : jeir.eng.rmuti@gmail.com
Website : <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JEIRKKC>

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ คำคุณดี-ไชน 123 หมู่ 8 ตำบลน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น 40140
เบอร์โทร 081-1472506, 089-7136877





สารจากรองอธิการบดี ประจำวิทยาเขตขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น มีประวัติยาวนานกว่า 60 ปี ภายใต้ชื่อวิทยาลัยเทคนิคขอนแก่นหรือที่คุ้นเคยทั่วไปชื่อ เทคนิคไทย – เยอรมัน โดยเมื่อปี พ.ศ. 2507 รัฐบาลไทยและรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนีได้มีการลงนามในการให้ความร่วมมือช่วยเหลือจัดตั้งสถาบันการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทางด้านช่างฝีมือให้มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน และวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2509 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 และสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินพร้อมด้วย สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าอุบลรัตน์ราชกัญญา สิริวัฒนาพรรณวดี มาทรงเป็นประธานในพิธีเปิดวิทยาลัยฯ ทรงปลูกต้นประดู่ เพื่อความเป็นสิริมงคล แม้ความร่วมมือและความช่วยเหลือจากรัฐบาลสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี สิ้นสุดลงเมื่อเดือนมีนาคม 2518 แต่ทางรัฐบาลเยอรมันยังให้ความช่วยเหลือในการจัดหาครุภัณฑ์และอุปกรณ์ ฝึกปฏิบัติสำหรับเครื่องจักรตามโรงงานต่าง ๆ พร้อมทั้ง สนับสนุนให้ทุนแก่อาจารย์และนักศึกษาในการไปฝึกอบรมและศึกษาต่อ ณ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันเรื่อยมา

ปี พ.ศ.2518 วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่นได้ควบรวมกับวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา เป็นวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา-วิทยาเขตเทคนิคขอนแก่น ปี พ.ศ.2531 ได้รับพระราชทานนามใหม่เป็น สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น และ ปี พ.ศ. 2548 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลทั่วประเทศได้ยกระดับเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล โดยวิทยาเขตขอนแก่น เป็นหนึ่งในวิทยาเขตของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประกอบด้วย 3 คณะ 1 วิทยาลัย ดังนี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ และวิทยาลัยไทยไมส์เตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีการพัฒนาแนวทางการเรียนการสอน การวิจัยของคณาจารย์ที่มีความแข็งแกร่งและต่อเนื่อง จนนำมาสู่การจัดทำวารสารวิศวกรรมศาสตร์และวิจัยเชิงนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น เพื่อเผยแพร่ตีพิมพ์งานวิจัยในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และเทคโนโลยี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ซึ่งฉบับนี้เป็นฉบับปฐมฤกษ์ ขอชื่นชมยินดีและอำนวยการจัดทำวารสารสำเร็จลุล่วงต่อเนื่องและเป็นวารสารชั้นนำในฐานะข้อมูลระดับชาติและนานาชาติตามวัตถุประสงค์

อาจารย์ปริญ นาชัยสิทธิ์
รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตขอนแก่น





สารจากคณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

นับแต่ปี 2548 จนถึงปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ได้จัดการจัดการเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษาสาย วิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภายใต้ค่านิยมจิตต์ (JUADs) คือ การทำงานแบบหนุ่มสาว มีความอดทนมุ่งมั่น เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน จนนำไปสู่ความสำเร็จอันรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ทำให้ ผลงานทางวิชาการและงานวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์มีความก้าวหน้าต่อเนื่องเชิงประจักษ์ เพื่อยกระดับและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการและงานวิจัยระหว่างอาจารย์นักวิจัยของ คณะวิศวกรรมศาสตร์และอาจารย์นักวิจัยจากหน่วยงานภายนอก คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงมีมติ ให้มีการจัดทำวารสารวิศวกรรมศาสตร์และวิจัยเชิงนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ตีพิมพ์งานวิจัยในสาขา วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และเทคโนโลยี รวมทั้งงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ รวมถึงเป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการและงานวิจัย และเป็นวารสารชั้นนำในฐานะข้อมูลระดับชาติและนานาชาติ

วารสารฉบับปฐมฤกษ์ มกราคม-มิถุนายน 2566 และฉบับถัดไปจะเกิดขึ้นไม่ได้เลย หากขาดความทุ่มเทความร่วมมือและช่วยเหลืออย่างเป็นกัลยาณมิตรทางวิชาการของบุคลากร ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนทั้งกองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงาน บุคลากรสายสนับสนุน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่มีส่วนร่วมในการจัดทำวารสารวิศวกรรมศาสตร์และวิจัยเชิงนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

ดร.ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ และวิจัยเชิงนวัตกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่บทความและงานวิจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ นวัตกรรมและเทคโนโลยี รวมถึงงานวิจัยสหวิทยาการและสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่เป็นองค์ความรู้พื้นฐาน การประยุกต์ จนกระทั่งการนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งในแง่ทฤษฎี การทดลอง การออกแบบหรือการพัฒนาอุปกรณ์ รวมถึงการจำลองการทำงานของระบบ หรือกระบวนการต่างๆ เป็นต้น บทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะถูกกลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ (peer reviews) ในสาขานั้นๆ เรื่องละ 3 ท่านต่างสถาบันแบบ double blind peer review โดยพิจารณาจากความคิดสร้างสรรค์ ความใหม่ คุณภาพของการเขียนบรรยาย และผลการทดลองที่แสดงให้เห็นการค้นพบแบบมีนัยสำคัญ เพื่อให้มีคุณภาพในระดับชาติและระดับสากล รองรับการใช้ผลงานวิจัยในการกำหนดตำแหน่งทางวิชาการได้ ซึ่งการจัดทำวารสารเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคู่กับตีพิมพ์เป็นรูปเล่มรายหกเดือน ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม เพื่อเป็นช่องทางเผยแพร่ผลงานวิชาการและเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

วารสารฉบับปฐมฤกษ์นี้ได้รับรวบรวมบทความจากหลากหลายสาขาวิชาทั้งงานวิจัยประยุกต์ด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม งานวิจัยสิ่งประดิษฐ์ ตลอดจนถึงบทความวิชาการเรื่อง “โลกหลังยุคใหม่: การจัดการเรียนรู้: ประเด็นท้าทายทางด้านวิศวกรรมศาสตร์” ซึ่งได้สะท้อนวิธีการเรียนการสอนในโลกยุคหลังโควิด-19 ไว้อย่างน่าสนใจและน่าติดตาม ที่เป็นประโยชน์ทั้งอาจารย์ นักวิจัยและนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาและระดับบัณฑิตศึกษาเป็นอย่างยิ่ง ทางกองบรรณาธิการคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความจากวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทั้งในทางวิชาการ และวิชาชีพ

หากผู้เขียนหรือผู้อ่านท่านใดมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวารสาร สามารถส่งมาได้ที่เบอร์โทรศัพท์ 043-283700 กด 83120 โทรสาร 043-338870 หรืออีเมล jeir.eng.rmuth@gmail.com ทางกองบรรณาธิการจะนำไปพิจารณาปรับปรุงวารสารให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร แสงอรุณ
บรรณาธิการวารสาร



บทบรรณาธิการ



สารบัญ

- | | | |
|---|---|----|
| ■ | การจัดการเรียนรู้สู่ประตุมหัตถกรรมทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ : ยุคหลังโควิด | 1 |
| | ธงชัย สมบูรณ์ | |
| ■ | การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบจากปัจจัยพื้นฐานระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนและดัชนีหุ้นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม | 12 |
| | เกรียงศักดิ์ วณิชขากรพงศ์ และ นิภาพรรณ อนันต์พลศักดิ์ | |
| ■ | อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานคร หลังการแพร่ระบาดของโควิด-19 | 21 |
| | อาลิตา ฉลาดดี และ มณิพร สัมพันธ์รักษ์ | |
| ■ | การศึกษาและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ | 27 |
| | สุกัญญา ทองโยธี, กันตภณ เปรมประยูร, ภาศิไนย์ ภูพวกเดชา, ชวนันท์ ทองโยธี | |
| ■ | การพยากรณ์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนรางเบาตามกรอบการพัฒนาในระดับหัวเมืองภูมิภาค | 37 |
| | ปริญ นาชัยสิทธิ์, ศุภฤกษ์ ชามงคลประดิษฐ์, หริส ประสารน้ำ, ปฏิภาณ แก้ววิเชียร, และวรรณนะ ประภาภรณ์ | |

การจัดการเรียนรู้สู่ประตูมหัศจรรย์ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์: ยุคหลังโควิด
Learning Management throughout The Miracle Door of Engineering: Post Covid Period

ธงชัย สมบูรณ์

ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

*Corresponding Author: Thongchai.s@ru.ac.th, 0813720930

บทคัดย่อ

อุดมศึกษาถือว่าเป็นเทวาลัยแห่งการเรียนรู้ของศาสตร์ชั้นสูง (Temple of Learning) การจัดการเรียนรู้ในระดับนี้จะมีทั้งด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์รวมทั้งสังคมศาสตร์เพื่อผลิตกำลังแรงงาน (Man power) ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาชาติต่อไป มองมาถึงการจัดการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นอีกสาขาวิชาหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาชาติ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ทางด้านนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบริหารจัดการให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในโลกหลังยุคใหม่ การจัดการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมต้องตระหนักถึงหลักสูตรที่เป็นวิชาชีพที่แสดงถึงสมรรถนะของผู้เรียนในการประกอบอาชีพได้ เสริมสร้างทักษะความเป็นมนุษย์ที่ต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่น การจัดการเรียนเน้นการปฏิบัติและเรียนรู้จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเน้นการทำโครงการและการวิจัย ส่วนการวัดและประเมินผลต้องเน้นผลงานที่สร้างสรรค์และเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียนแบบองค์รวมและการพัฒนาชาติให้มีความยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้; ประตูมหัศจรรย์; ยุคหลังโควิด

Abstract

Generally known, higher education is respectable as the temple of learning which plays the major role of advanced sciences provided. Several sciences both into pure science and social science are taught and gathering on learning management in this level of education. Learning management in engineering is one of sciences which socialized both into academic knowledge and societal skills for their future of the better life. Engineering learning has to organize throughout an appropriateness of occurred change. It must focus on curriculum which emphasizes of working competency and enhances of how to handle living with the others. Learning management on this science must play focal point of variety of learning places and theoretical practices, student center approach also must be appeared with project-based and research team or individuality. Creative and useful productivity of learners' quality of life has to be the heart of holistic development and national sustainability.

Keywords: Learning Management; Miracle door; Post Covid Period

บทนำ

การศึกษาในทุกระดับและทุกสาขามีความสำคัญ และมีความหมายอย่างยิ่งในการพัฒนาทักษะ ทางด้านวิชาการ วิชาอาชีพและคุณภาพชีวิตของ ผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาใน ระดับอุดมศึกษาที่มีหน้าที่ต้องผลิตกำลังคนที่มี คุณภาพเพื่อการพัฒนาประเทศ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่รัฐ ชาติมีการปฏิรูปการศึกษาและให้ความสำคัญต่อการ พัฒนาเพื่อสร้างความทันสมัยนั้นวิศวกรรมศาสตร์ เป็นอีกศาสตร์หนึ่งที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนการถ่ายทอด และส่งผ่านองค์/ข้อความรู้สู่ผู้เรียนให้กลายเป็น ทักษะการที่มีค่าต่อการพัฒนาประเทศให้มีความ ทันสมัยและความยั่งยืนมาจนถึงปัจจุบัน [1-5]

ครูผู้สอนทางวิศวกรรมศาสตร์: ถอดรหัส ความหมาย TEACHER

ครูผู้สอนในทุกระดับและทุกศาสตร์มีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสง่างามทั้ง ทางด้านอัตลักษณ์ รูปลักษณ์และกิจลักษณะ มีผู้ให้ นิยามคำว่าครูมากมาย เช่นรังสรรค์ แสงสุข [4] ได้ กล่าวไว้ว่า ครูมีความหมายที่ลึกซึ้งและมีนิยาม หลากหลายที่สามารถนำไปเป็นแนวปฏิบัติและ ก่อให้เกิดประโยชน์ในสังคมโลกได้อย่างดีเยี่ยม นิยาม ของคำว่า ครู คือ ผู้ให้ ผู้เติมเต็ม ผู้มีเมตตาซึ่ง สามารถขยายความได้ดังนี้

ครูเป็นผู้ให้ หมายถึงให้ความรู้ โดยไม่จำกัด คิด องค์ความรู้ใหม่ๆ ให้ความรู้ทุกที่ ทุกเมื่อ ทุกโอกาส และการให้ไม่ได้มีความหมายเพียงจะให้กับลูกศิษย์ เท่านั้น การให้จะต้องมองไปถึงสิ่งที่ครูให้ในการทำ หน้าที่เพื่อบ้านเมืองด้วย

ครูเป็นผู้เติมเต็ม โดยการเติมเต็มความรู้และ ข้อความรู้ให้กับลูกศิษย์ แต่ทั้งนี้ครูก็ต้องเติมเต็ม ข้อความรู้ให้กับตนเองเช่นกัน

ครูเป็นผู้มีเมตตา กล่าวคือ มีความเมตตา ปรารถนาดีต่อผู้เรียน ความเมตตาและความเป็น กัลยาณมิตรจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่นมีความสุขใน การเรียนรู้อย่างสิ่งเหล่านี้จะเป็นอีกหนึ่งหนทางที่จะ ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้

จากความหมายดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงจิต ใจของครูที่ต้องมีความรู้ทั้งทางด้านวิชาการและวิชาชีพ ที่พร้อมจะพัฒนาจิตใจของเรียนรู้อ (Teacher as a Contributor a Fulfiller and a Kind person.- ผู้เขียน) นอกจากรังสรรค์ แสงสุขอดีตอธิการบดี มหาวิทยาลัยรามคำแหงยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับครู ประเด็นหนึ่งว่า “เราเป็นครูกันได้คนละอย่าง”(We are different on Scholar.- ผู้เขียน) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามนุษย์มีความรู้แตกต่างกันและทุกคนสามารถ ถ่ายทอดความรู้นั้นได้โดยปราศจากภัยวิบัติและ ภัยพิบัติ นอกจากนี้ธงชัย สมบูรณ์ [2] ได้ให้ ความหมายของคำว่า TEACHER และสามารถ ถอดรหัสบทบาทของครูผู้สอนได้ดังนี้

T = Technology ครูต้องทันต่อเทคโนโลยี ทันต่อการเปลี่ยนแปลงต้องแสดงศักยภาพของ ตนเองในการการใช้เทคโนโลยีเป็นสื่อในห้องเรียน ตลอดจนสามารถนำเทคโนโลยีที่หลากหลายมาใช้ในการ ปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเอง

E = Environment ครูต้องสร้าง สิ่งแวดล้อมที่พึงประสงค์เพื่อการเรียนรู้สู่ผู้เรียน สิ่งแวดล้อมและบรรยากาศของการเรียนรู้ถือว่าเป็น องค์ประกอบที่สำคัญในการเกื้อหนุนให้ผู้เรียนให้ ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียนยิ่งขึ้น

A = Academic pursuit ครูผู้สอนต้อง เข้าใจในศาสตร์การสอนอย่างถ่องแท้มีความมุ่งมั่น และห้ามแสดง “ความลุ่มๆดอนๆ” ในศาสตร์ของ ตนเองเป็นเด็ดขาด ที่สำคัญต้องถ่ายทอดพลังความรู้

ให้เป็นທີ່ประจักษ์ทั้งในห้องเรียนและต่อสาธารณ
วิทยา

C = Contemporary ครูผู้สอนต้องเป็น
บุคคลที่ร่วมสมัยทันสมัย หมายถึงต้องทันสมัยในวิธี
คิดและนำความร่วมมือต่างๆมาเสริมสร้าง
คุณลักษณะของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยัง
สามารถหยิบยกประเด็นทางเหตุการณ์ต่างๆ

H = High standardization ครูผู้สอน
ต้องมีมาตรฐานในระดับสูงเช่น มาตรฐานการสอน
มาตรฐาน การสร้างระเบียบวินัยให้กับผู้เรียน
มาตรฐานการวัดและประเมินผลสิ่งเหล่านี้จะถูกรวม
เรียกว่า “ความเป็นมืออาชีพ(Professional)” ทั้งนี้
ห้ามลดมาตรฐานทางวิชาชีพลงเป็นเด็ดขาด การ
เพิ่มพูนให้ตนเองมีมาตรฐานในระดับสูงอีกลักษณะ
หนึ่งคือการเพิ่มพูนความรู้ทักษะวิชาชีพของตนเอง
อย่างสม่ำเสมอด้วย

E = Ethics ครูผู้สอน ต้องมีจริยธรรม
คุณธรรมที่ดั่งตามทีสังคมยอมรับ มีการปฏิบัติตาม
คุณธรรมแห่งวิชาชีพครูเพราะสิ่งนี้จะเป็นพื้นฐาน
เบื้องต้น (Fundamental qualification) ของความ
เป็นครูมืออาชีพทั้งปวง กล่าวตามความเป็นจริงการผุ
กร่อนทางด้านจริยธรรมคุณธรรมในสังคมไทย
ค่อนข้างมีมาก ดังนั้นครูผู้สอนต้องเป็นคนที่ดีทาง
บรรเทาทุกข์ชี้สู่สุขเกษมสันต์ให้กับผู้เรียนได้ดี มีการ
ปลูกฝังและปลูกพลังทางจริยธรรมทุกชั่วโมงของการ
จัดการเรียนรู้และต้องเป็นแบบอย่างที่ดีด้วย

R = Research ครูผู้สอนต้องเป็นผู้ที่รักการ
ค้นคว้าซึ่งหมายถึงการใฝ่การเรียนรู้และไม่เพิกเฉย
ต่อสถานการณ์ข้อความรู้ (Situating knowledge)
ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องมีจิตในการการ
ศัลยกรรมความรู้เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มในศาสตร์
ของตนเองอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังต้องมีการ
ทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหาหรือหากระบวนการ

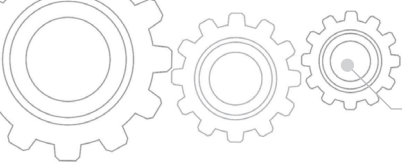
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ของ
ผู้เรียนด้วย

ดังนั้นคนที่ประกอบอาชีพครูมืออาชีพต้อง
กล้าที่จะเปลี่ยนแปลงตนเองออกจากแนวคิดเดิมและ
ฉันทศน์เดิม สามารถรังสรรค์กระบวนการทัศน์ใน
วิชาชีพของตนเองได้และต้องตระหนักว่าตนเองคือ
บุคคลที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาชาติโดย
ภาพรวมค่ากล่าวที่ว่า “ครูคือ คนที่มีความสำคัญ
และรับผิดชอบต่อสังคมมากที่สุด ชะตากรรมของ
โลกขึ้นอยู่กับครู” (Teachers, I believe, are the
most responsible and important members
of society because their professional efforts
affect the fate of the earth.) (Helen
Caldicott)

ประมุขทิศจรรยเพื่อการเรียนรู้: สิ่งที วิศวกรรมศาสตร์ต้องคำนึง

ปรับทและปรับณทลทางการศึกษาในโลกหลังยุค
ใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลากหลายมิติถือว่าเป็น
ความท้าทายในการบริหารและการจัดการเรียนรู้ของ
ทุกศาสตร์ ดังนั้นศาสตร์ทุกศาสตร์โดยเฉพาะอย่าง
ย้งวิศวกรรมศาสตร์จะต้องสร้างความห้จรรยให้
เกิดขึ้น และสิ่งที่จะนำมาซึ่งความห้จรรยเพื่อ
ความสำเร็จแห่งศาสตร์มีดังนี้

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum) หลักสูตร
เป็นหัวใจของการจัดการเรียนรู้เพราะหลักสูตรจะ
เป็นเครื่องมือที่นำพาทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะครบ
ทั้งสามด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)
ด้านจริยศึกษา (Affective Domain) และด้านห้ดถ
ศึกษา (Psychomotor Domain) ทั้งนี้หลักสูตรคือ
แม่บทของการศึกษาที่ถือเป็นแก่นสำคัญในการวาง
แนวทางการจัดการศึกษา เป็นตัวกำหนดทิศทางการ
การศึกษาในการที่จะให้ความรู้ การเสริมสร้าง



มุมมองและฐานคติ ตลอดทั้งการฝึกฝนในด้านต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนารอบด้านความสำคัญ นอกจากนี้จะเห็นว่าหลักสูตรเปรียบเสมือนเข็มทิศ (Compass) ที่ใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมี คุณลักษณะตามแผนการศึกษาแห่งชาติที่กำหนดไว้ และเป็นหนทางอันศักดิ์สิทธิ์ให้บุคคลต่างๆ สามารถ กำหนดแนวทางในการประกอบอาชีพตาม ความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเอง ได้

องค์ประกอบของหลักสูตรด้าน วิศวกรรมศาสตร์ในโลกหลังยุคใหม่ ต้องประกอบ ของหลักการและการดำเนินการ มีดังต่อไปนี้

1.1 เป้าหมายและจุดหมาย (Aims and Goals) หมายถึงคุณลักษณะรวมที่ต้องการให้เกิดแก่ ผู้เรียนหลังจากสำเร็จจากสถานศึกษาและสามารถใช้ ความรู้เหล่านั้นในการประกอบอาชีพได้

1.2 โครงสร้างและรูปแบบ (Structure and Format) โครงสร้างและรูปแบบของหลักสูตรนี้ จะต้องมีจำนวนกลุ่มรายวิชาบังคับ กลุ่มรายวิชา เลือก กลุ่มวิชาเลือกเสรีและกลุ่มวิชาเสริมสร้าง ประสบการณ์ ทั้งนี้กระบวนวิชาในทุกกลุ่มจะต้องมี ความทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนของสังคม โลก ส่วนกลุ่มวิชาเลือกเสรีจะต้องตั้งบนฐานคติความ สนใจความแตกต่างของผู้เรียนเป็นหลักและมีจำนวน อย่างน้อย 10 กระบวนวิชา

1.3 เนื้อหา (Content) เนื้อหาของศาสตร์ ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในโลกหลังยุคใหม่นั้น ต้อง บรรจุเนื้อหาความเป็นวิชาการซึ่งหมายถึงแก่นของ ความรู้ในแต่ละสาขาที่อยู่ขอบ ขยาย ของ วิศวกรรมศาสตร์ ความรู้ทางด้านการเปลี่ยนแปลง ของสังคมโลก เนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมนุษยชาติสิ่ง ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะและความสามารถ

ที่ต้องการให้มี รวมทั้งประสบการณ์ที่ต้องการให้ ผู้เรียนได้รับ

แต่อย่างไรก็ตาม ในโลกหลังยุคใหม่การ จัดทำหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมศาสตร์จะต้อง หลักสูตรที่เน้นฐานสมรรถนะ (Competency or Performance - based Curriculum) มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมาย การจัดการเรียน การรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้และความสามารถในการ ปฏิบัติของผู้เรียนในการจัด นอกจากนี้ หลักสูตรทางวิศวกรรมศาสตร์ต้องมีการกำหนดค่า ตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรมเพื่อแสดงความสามารถในการ ปฏิบัติที่ต้องการไว้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้วย หรือจุดประสงค์ด้านความสามารถ กล่าวโดยรวม แล้ว การจัดทำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้นต้องมีการพิจารณาถึง 3 ประเด็นหลักดังนี้

1. จุดมุ่งหมายสูงสุดที่การศึกษาทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ต้องการให้บรรลุคืออะไรบ้าง (What are the ultimate objectives?)

2. การที่บรรลุความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จะต้อง จัดประสบการณ์อะไรบ้าง (How to reach goals?)

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร จะจัดและทำให้มีประสิทธิภาพอย่างไร (What should effective learning activities be engaged?)

ตัวอย่าง สาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่เปิดสอนใน ระดับปริญญาโทของมหาวิทยาลัยในประเทศ ออสเตรีย เช่น MSc in Engineering (mechanical engineering and lightweight construction) ที่ Kranten University of Applied Science ค่าเล่า เรียน 364 ยูโรต่อภาคเรียนการศึกษา คิดเป็นเงิน ไทยประมาณ 13,104 บาท ส่วนการศึกษาในระดับ ปริญญาตรีที่ Innsbruck University สาขา

Electrical Engineering ใช้เวลาเรียน 6 ภาคเรียน
จนสำเร็จการศึกษา

2. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Learning Management) การเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์นี้ไม่ได้มีความแตกต่างจากการจัดการเรียนรู้ทางด้านศาสตร์ที่จะประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวังนั้น ครูผู้สอนทางด้านนี้จำเป็นต้องมีลำดับขั้นการสอนที่สร้างความรู้และวิธีคิดและสร้างความสุขให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดีขึ้นนำ แต่ก่อนที่จะทำการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักการ 3 P's ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การวางแผน (Planning) การเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงจะให้ความสำคัญของการออกแบบเพื่อให้การเรียนรู้มีความเหมาะสมทั้งเนื้อหา กิจกรรมที่ หลากหลายที่จะช่วยนำพาความสุขมายังผู้เรียน การวางแผนที่ดีอีกลักษณะหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คือการคำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนด้วย ครูผู้สอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์จะต้องออกแบบรายละเอียดกระบวนการวิชา (Course Syllabus) ให้สอดคล้องกับรายละเอียดกระบวนการวิชา (Course Description) การวางแผนความสำคัญคุณลักษณะของผู้เรียนทั้งที่ปรากฏใน มคอ. 3 และ มคอ. 5 ด้วย

2.2 กระบวนการ (Process) ครูผู้สอนต้องมีกระบวนการสอนที่ถูกต้องซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นบอก ขั้นสอน ขั้นประมวลความรู้ ขั้นฉายภาพ ต่อ แต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นบอก ครูผู้สอนจะต้องชี้แจงรายละเอียดกระบวนการวิชา (Course Description) เนื้อหา (Contents) ที่จะเรียนในชั่วโมงนั้นๆ กิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องทำกิจกรรมเพื่อสร้างทักษะการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินผล

2) ขั้นสอน จะเป็นขั้นที่ครูผู้สอนถ่ายทอด/ข้อความรู้ทั้งทางด้านแนวคิด ทฤษฎีที่ปรากฏในรายละเอียดกระบวนการวิชาและเนื้อหาทั้งหมด ขั้นสอนนี้ต้องมีกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยเช่น กิจกรรมนำเสนอโครงงาน การวิพากษ์ การวิเคราะห์ ซึ่งกิจกรรมนี้อาจจะมีลักษณะเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้

3) ขั้นประมวลความรู้ ขั้นนี้ครูผู้สอนอาจจะให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้ทำการสอนเพื่อเป็นการตกผลึก (Crystallization) ความรู้ในบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง

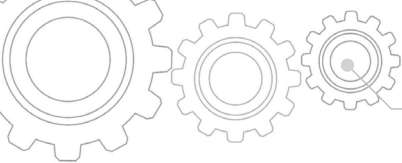
4) ขั้นฉายภาพต่อ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือบอกได้ว่าองค์/ข้อความรู้ที่ได้ มีเนื้อหาอะไรบ้างที่สามารถนำไปปรับใช้หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.3 ผลผลิตของการสอนหรือสิ่งที่ผู้เรียนได้รับ (Productivity) ในแต่ละชั่วโมงเช่น เน้น ความรู้ (knowledge) เน้น คุณ ลักษณะ (Attributes) หรือ เน้น การ แสดง ออก (Performances) และที่สำคัญงานของผู้เรียนคืองานของครู

นอกจากนี้ยังชัย สมบูรณ์ [2] ได้เสนอ 5 ขั้นตอนสำหรับการสอนที่มีประสิทธิภาพ (5 Steps of Effective Teaching (PAPEI) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Pre action ขั้นเตรียมสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อดึงความสนใจของผู้เรียนให้มีความสนใจในเนื้อหาที่จะทำการสอนขั้นนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Magnet Stage

2. Actions สอนด้วยหลากหลายวิธี ครูผู้สอนต้องแสวงหาวิธีการสอนที่สร้างความสุขให้กับผู้เรียน มีการผสมผสานวิธีการสอนในลักษณะที่ทั้งยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและยึดครูเป็นผู้



อำนวยความสะดวกสบายในการจัดการเรียนรู้ บทบาทของครูผู้สอนในขั้นนี้คือ “ครูเอื้อ ครูอำนวยความสะดวกและครูกิจ”

3. Post action สรุบบทเรียนร่วมกัน รวบรวมวิธีการจำเนื้อหาแบบง่ายเช่น การทำผังความคิด (Mind mapping) การทำรูปแบบจำลอง (Model setting) หรือครูผู้สอนอาจจะใช้การกระตุ้นบรรยายการเรียนรู้แบบ “คนเก่งช่วยคนอ่อน คนอ่อนวอนถามเพื่อนเพื่อเข้าใจ”

4. Evaluation ประเมินสาระัตถะแก่น แก่นที่เรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบ การถามหรือการทำ Group dynamic อีกครั้ง

5. Implementation ถ่ายทอดบทเรียน ถอดรหัสสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงและชีวิตประจำวัน (Real/ Daily life)

ถึงแม้ว่าวิศวะกรรมศาสตร์จะมีลักษณะเฉพาะของการจัดการเรียนรู้แต่โดยภาพรวมแล้วการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีเทคนิควิธีวิทยาที่แตกต่างกันและที่สำคัญครูผู้สอนต้องถามตนเองว่า “ เป็นแม่พิมพ์ของชาติหรือทรายทางการศึกษา”

3. ด้านการวัดและประเมินผล (Assessment) การวัดและประเมินผลถือว่าเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ในทุกศาสตร์ รวมทั้งทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ด้วย เพื่อให้การวัดผลและประเมินผลการศึกษาเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ควรยึดหลักในการปฏิบัติดังนี้

3.1 วัดและประเมินผลให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้จัดให้กับผู้เรียนนั้นผู้เรียนสามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายตามที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นการวัดและประเมินผลทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต้องมี

การกำหนดจุดมุ่งหมายที่แน่นอนและต้องยึดหลักสูตรเป็นหลักโดยมีการวิเคราะห์หลักสูตรด้วยผลของการวัดและประเมินต้องไม่ก่อให้เกิดความผิดพลาดในการนำผลการวัดไปใช้ อนึ่งความผิดพลาดที่ทำให้การวัดได้ไม่ตรงกับจุดมุ่งหมาย เช่น ไม่ศึกษาหรือนิยามคุณลักษณะที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน ใช้เครื่องมือไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการจะวัดและประเมินรวมทั้งวัดและประเมินได้ไม่ครบถ้วน

3.2 ใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพและมีความหลากหลาย แม้ว่าจะมีจุดประสงค์ในการวัดที่ชัดเจนเลือกเครื่องมือวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์แล้วก็ตาม แต่หากเครื่องมือขาดคุณภาพผลการวัดก็ขาดคุณภาพไปด้วย และเมื่อนำผลการวัดไปประเมินผลการประเมินย่อมมีโอกาสผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อให้ผลของการวัดมีความเชื่อถือได้จึงควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ มีความหลากหลายและมีความเหมาะสมด้วย

3.3 ต้องคำนึงถึงความยุติธรรม ความยุติธรรมเป็นคุณธรรมที่สำคัญประการหนึ่งของครูผู้สอนในการทำหน้าที่วัดและประเมินผลทุกครั้งที่ทำ การวัดและประเมินผลนั้นต้องทำด้วยใจเป็นกลางไม่ลำเอียงหรืออคติ ตัดสินตามหลักวิชาการ เช่น การตรวจข้อสอบโดยใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน จัดกระทำให้ผู้เรียนถูกวัดและประเมินอยู่ภายใต้สถานการณ์และเกณฑ์เดียวกัน

3.4 การแปลผลให้มีความถูกต้องและแม่นยำ การวัดและประเมินผลการศึกษาไม่เป้าหมายเพื่อนำผลไปใช้อธิบายหรือเปรียบเทียบกับคุณลักษณะ ดังนั้นการแปลผลที่ได้จะต้องพิจารณาให้รอบคอบก่อนที่จะสรุปทั้งนี้ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์และวิธีการแปลความหมาย มีการพิจารณาตามหลักตรรกวิทยา ความสมเหตุสมผล ความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของการวัดและ

ประเมิน นอกจากนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านสถิติที่นำมาใช้ด้วย

3.5 การใช้ผลของการวัดและประเมินผลให้คุ้มค่า เพราะวัดและประเมินเป็นลงทุนทั้งในด้านพลังความคิด กำลังกาย เวลาและงบประมาณเพื่อให้สามารถวัดผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ผลการวัดและการประเมินผลสามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกเช่น สำหรับวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครูผู้สอน [3] อนึ่งสมนึก ภัททิยธนี [6] ได้กล่าวว่าการวัดและประเมินผลที่ดีต้องมีลักษณะดังนี้

3.5.1 ต้องวัดให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย การเรียนการสอน การวัดผลเป็นสิ่งที่ตรวจสอบผลจากการสอนของครูว่านักเรียนเกิดพฤติกรรมตามที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายการสอนมากน้อยเพียงใด ถ้าวัดผลโดยไม่ยึดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเป็นหลักก็อาจจะไม่เกิดประโยชน์อันใดทั้งสิ้น จะไม่ทราบพัฒนาการของนักเรียนว่าได้บรรลุเป้าหมายตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรหรือไม่หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสูญเสียทางการศึกษาอย่างหนึ่ง การวัดผลไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแม้จะวัดตรงตามการสอนของครูก็จะเกิดปัญหาตามมาซึ่งอาจจะมาจากสาเหตุ คือ ครูไม่มีความคิดรวบยอดสิ่งที่ต้องการจะวัด ครูยังใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกต้องและการวัดไม่ครบถ้วน

3.5.2 เลือกใช้เครื่องมือวัดที่ดีและเหมาะสม การวัดผลทางการศึกษาเป็นการวัดทางสังคมศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่คงที่แน่นอนเหมือนกับการวัดทางกายภาพหรือทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูต้องพยายามเลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณภาพดี เพื่อให้ผลการวัดถูกต้องแม่นยำและเชื่อถือได้มากที่สุด

เท่าที่จะทำได้ นอกจากนั้นต้องพยายามใช้เครื่องมือวัดหลาย ๆ อย่าง เพื่อช่วยให้การวัดถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.5.3 ระวังความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดของการวัด เมื่อจะใช้เครื่องมือชนิดใดต้องระวังข้อบกพร่องของเครื่องมือหรือวิธีการวัดของครูและต้องมีความสนใจหรือฝึกทักษะในการวัดอยู่เสมอ จึงจะแก้ไขป้องกันข้อบกพร่องเหล่านี้ได้

3.5.4 การวัดและประเมินผลให้ถูกต้อง เมื่อได้ผลจากการวัดออกมาแล้วครูต้องนำไปประเมินผลจึงจะช่วยให้การวัดผลและประเมินผลมีความหมาย และในการประเมินผลนั้นเกณฑ์ที่ใช้เป็นสิ่งสำคัญมาก ต้องแปลผลให้ถูกต้อง สมเหตุสมผลและมีความยุติธรรม การวัดผลประเมินผลจึงเกิดประโยชน์ได้เต็มที่

3.5.5 ใช้ผลการวัดและประเมินผลให้คุ้มค่า การวัดและประเมินผลที่ดีมีได้มุ่งวัดเพียงประเด็นที่ว่าผู้เรียนจำเนื้อหาได้มากน้อยเพียงใด สอบผ่านหรือไม่ผ่านหรือใครได้คะแนนอยู่ในระดับใด เท่านั้นเพราะจุดประสงค์ที่สำคัญของการวัดและประเมินคือเพื่อค้นหาและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน พร้อมทั้งหาวิธีปรับปรุงการสอนของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ทั้งนี้การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบถึงสมรรถนะของผู้เรียนที่เป็นผลผลิตจากหลักสูตรของสาขาวิชา ดังนั้นการวัดผลและประเมินผลต้องเน้นให้ผู้เรียนมีลักษณะทั้งสามด้าน KAP คือ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านคุณลักษณะ (Attributes) และด้านการแสดงออก (Performance) แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าในการเรียนการสอนในชั่วโมงนั้นผู้เรียนจะต้องมีคุณลักษณะครบทั้งสามด้าน อาจจะเพียงด้านใดด้าน

หนึ่งย่อมได้ แต่ที่สำคัญครูผู้สอนต้องวัดและประเมินผลออกมาในด้านใดด้านหนึ่ง

ความรู้ในโลกยุคหลังโควิด: มุมมองหนึ่งทางด้านวิศวกรรมศาสตร์

ในโลกหลังยุคใหม่องค์/ข้อความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นครูผู้สอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์จะต้องมีการพัฒนาองค์/ข้อความรู้และส่งผ่านไปยังผู้เรียนเพื่อให้เขา/เธอเหล่านั้นเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่ดีในสังคมและสามารถปรับใช้ข้อความรู้ที่ได้รับการอบรมสั่งสอนและขัดเกลามานั้นอย่างมีประสิทธิภาพ องค์/ข้อความรู้นั้นได้แก่

1. ความรู้ทางด้านวิชาการ (Academic Knowledge) หมายถึงองค์/ข้อความรู้ที่เป็นทฤษฎีแนวคิดหรือหลักการต่างๆตามศาสตร์ที่ผู้เรียนได้เลือกเรียน ซึ่งความรู้เหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเป็นคนที่มิเหตุผลเป็นคนที่สร้างวิถีคิดได้ในลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2. ความรู้ทางด้านวิชาชีพ (Professional/ Career Knowledge) โดยทั่วไปอัตลักษณ์ทางด้านวิชาชีพวิศวกรรมศาสตร์ถือว่าเป็นวิชาชีพชั้นสูงและเป็นศาสตร์ของการพัฒนาที่เห็นได้อย่างชัดเจน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องได้ความถูกต้องและความลุ่มลึกจากทฤษฎีที่ได้ศึกษาเหล่าเรียนมารวมทั้งสามารถสร้างวิชาชีพของตนเองได้ในอนาคต ทางด้านครูผู้สอนทางด้านศาสตร์นี้ต้องมีความเชี่ยวชาญความชำนาญให้กับผู้เรียนในลักษณะผู้สามารถปฏิบัติได้ (Actionable person) และต้องมุ่งฝึกให้ผู้เรียนคิดทำโครงการ (Project) เพื่อการผลิตรายงานใหม่ต่อสาธารณวิทยา แต่อย่างไรก็ตามครูผู้สอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต้องมีการเทียบเคียง (Juxtaposition) มาตราวิชาชีพกับต่างประเทศเพื่อสร้างคุณภาพมาตรฐานคุณลักษณะสากลให้ผู้เรียน

ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นอีกหนึ่งชุดมาตรฐานของการเข้าสู่ตลาดแรงงาน

3. ความรู้ทักษะทางด้านสังคม (Societal knowledge) ทักษะทางด้านสังคมถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของผู้เรียนในการดำรงชีวิตในปัจจุบัน นอกจากนี้ทักษะทางด้านสังคมจะส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต (Life style) คุณภาพที่ดีในอนาคตได้ ทักษะทางด้านสังคมที่ครูผู้สอนสามารถขัดเกลาได้เป็นอย่างดีเช่น ภาวะผู้นำผู้ตาม การอยู่ร่วมกับบุคคลอื่น การทำงานทีม การมีจิตสาธารณะ คุณลักษณะดังกล่าวอาจจะส่งผ่านการสอนแบบ Project-Based Learning, Professional Learning Community รวมทั้ง Active Learning แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องวิเคราะห์ผู้เรียนถึงสมรรถนะและความสนใจของผู้เรียนด้วย

4. ความรู้ทางด้านศาสนา (Religious knowledge) ความรู้ทางด้านศาสนานั้นคือความรู้ที่ครูผู้สอนจะต้องขัดเกลาในบริบทและปริมณฑลขององค์/ข้อความรู้ทางด้านคุณธรรมจริยธรรมเป็นหลัก ทุกศาสนาสอนให้ผู้เรียนเป็นคนดี ดังนั้นทุกครั้งที่มีการสอนครูผู้สอนจะต้องมีการสอดแทรกสิ่งเหล่านี้ลงไปในการเรียนรู้อย่างทั้งทางตรงและทางอ้อม

วิศวกรรมศาสตร์: ทักษะมหัศจรรย์ที่ต้องหันมาพิจารณา

ในโลกหลังยุคใหม่ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์จะมีหลายนักวิชาการหลายคนที่ได้นำเสนอไว้เพื่อเสริมสร้างให้เป็นทักษะหลักของการเข้าสู่ตลาดแรงงาน (Core skills for employability) ซึ่งทักษะดังกล่าวประกอบด้วย

1. ทักษะการเรียนรู้เพื่อรู้เรียน (Learning to learning) ทักษะนี้เป็นทักษะที่ช่วยเพิ่มพูนสมรรถนะของผู้เรียนให้มีลักษณะ “คงทน” ในวิชาชีพ

ของตนเอง การเรียนรู้ที่มีลักษณะต่อและสม่ำเสมอจะนำไปสู่ความเชี่ยวชาญในอนาคตได้เป็นอย่างดี

2. ทักษะการสื่อสาร (Communication)

ทักษะนี้จะส่งผลต่อการสร้างความเข้าใจในการทำงาน ผู้เรียนต้องรู้หลักการสื่อสารและสามารถใช้การสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการสื่อสารที่ดีต้องมทั้งการสื่อสารทางเดียว การสื่อสารสองทางหรือแม้แต่การสื่อสารที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัลมาช่วยเพื่อประสิทธิภาพด้วย

3. ทักษะการทำงานเป็นทีม (Teamwork)

การทำงานเป็นทีมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่นได้อย่างปกติสุข การทำงานเป็นทีมจะช่วยสร้างพลังร่วม(Empowerment) ที่สร้างสรรค์ในทุกระดับได้เป็นอย่างดี หากผู้เรียนได้รับการขัดเกลาและบ่มเพาะจะทำอนาคตการทำงานร่วมกับผู้อื่นจะไม่เกิดปัญหา แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนมีพลังใจในตนเองกับสโลแกนที่ว่า “Find your Dream, Team your Work สร้างฝันด้วยการพัฒนา สร้างศรัทธาด้วยทีม” - ผู้เขียน

4. ทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving)

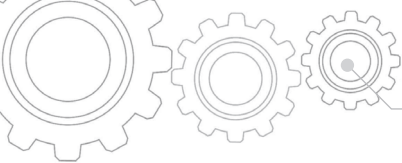
ในสังคมโลกหลังยุคใหม่มีปัญหาเกิดขึ้นมากมาย การจัดการกับปัญหาถือว่าเป็นเรื่องที่ท้าทายกับทุกคน ทักษะการแก้ปัญหาทั้งปัญหาที่ง่ายและปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนในการแก้ปัญหาเหล่านั้น [7-9]

ทักษะทั้งสี่ประการถือว่าเป็นเสาหลัก (Pillars) ผู้เรียนในทุกสาขาวิชา รวมทั้งวิศวกรรมศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ในโลกหลังยุคใหม่ทักษะอื่นที่ผู้เรียนจะมีโอกาสเข้าสู่ตลาดแรงงานได้ง่ายกว่าบุคคลอื่นเช่น ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ภาวะผู้นำและการตัดสินใจรวมทั้งทักษะการข้ามวัฒนธรรม

ACTIVE Learning: ทันทกัลทันสมัยคือหัวใจวิศวกรรมศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกหรือที่นิยมเรียกว่าการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning กำลังได้รับความสนใจในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) นี้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา [8] เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยกระบวนการคิดขั้นสูงกล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพลักษณะของการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก (Active Learning) ดังนี้

1. เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
2. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
3. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
5. ผู้เรียนเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงานและการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ



6. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง

8. เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด

9. ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง

10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน [5]

นอกจากนี้ บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของ Active Learning [1] ซึ่งจัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน ดังนี้

1. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูสอนและเพื่อนในชั้นเรียน

2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

3. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

4. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย

5. วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหา และกิจกรรม

6. ครูผู้สอนต้องใจกว้างยอมรับในความสามารถในการแสดงออกและความคิดของผู้เรียน

นอกจากนี้ธงชัย สมบูรณ์ [2] ได้ตกผลึกของการจัดการเรียนการสอนแบบ ACTIVE Learning จากความหมายของคำว่า **ACTIVE** ดังนี้

A= Accuracy ครูผู้สอน ต้องสร้างบทเรียนที่ถูกต้องกับบริบทของผู้เรียน บริบทภูมิสังคมและที่สำคัญความรู้ต้อง"แน่น" พร้อมที่ถ่ายทอดและส่งผ่านมายังผู้เรียนได้อย่างเต็มที่

C = Comfort การเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้ (Learning units) ต้องไม่สร้างความกดดันแก่ผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องได้รับความอบอุ่นและความมีเมตตาจากครูผู้สอน

T= Technology ทั้ง เทคโนโลยี นวัตกรรมและเชิงสร้างสรรค์ (Innovative และ Creative Technology) เพื่อที่จะบูรณาการทักษะด้านอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

I= Implementation การประยุกต์และการรังสรรค์ความรู้สู่ชีวิตจริง เนื้อหาวิชาต่างๆที่ผู้เรียนได้รับต้องสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตจริงได้

V= Volunteer ให้ผู้เรียนทุกคนช่วยกันออกแบบแผนการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งครูและนักเรียน/ผู้เรียน ช่วยกันรับผิดชอบร่วมกัน (Collective responsibility)

E= Empowerment การสร้างพลังร่วมในการถอดบทเรียนโดยการผ่านวิธีวิทยาต่างๆที่ครูผู้สอนและผู้เรียน การสร้างพลังร่วมนี้จะต้องมีทั้งระดับนานาชาติ ระดับชาติและระดับชุมชนรวมทั้งทุกภาคส่วน (Sectors) ด้วย



บทสรุป

การจัดการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นผลผลิตทางการศึกษาอีกสาขาหนึ่งที่มีความหมายและมีความสำคัญต่อการพัฒนาวิชาชีพของบัณฑิต การจัดการเรียนที่รู้จะเป็นประจักษ์จรรยาในโลกล้ำยุคใหม่นั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงนโยบายของรัฐบาล การร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน สถานศึกษากับสถานประกอบการรวมทั้งการสร้างความร่วมมือทางวิชาการระหว่างสถาบันทั้งในและต่างประเทศ หากวิศวกรรมศาสตร์สามารถทำได้เช่นนี้ความสุขของผู้เรียนและครูผู้สอนจะมีลักษณะมีความสุขร่วมกัน (Brings together) สุดท้ายทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อวิชาชีพได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งขอขอบพระคุณ ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่อำนวยความสะดวกในการจัดทำบทความนี้ และขอขอบพระคุณทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้เกียรติเชิญตีพิมพ์บทความฉบับปฐมฤกษ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. 2550. ภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา: บทบาทของครูกับ Active Learning [Online]. Available: www.pochanukul.com. (วันที่ 15 มกราคม 2565).

[2] ธงชัย สมบูรณ์, 2565. **แก่นความเป็นครูมืออาชีพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] พิชิต ฤทธิ์เจริญ, 2548. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เฮาส์ ออฟเคอร์มีส์.

[4] รังสรรค์ แสงสุข, 2550. **รามคำแหง**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

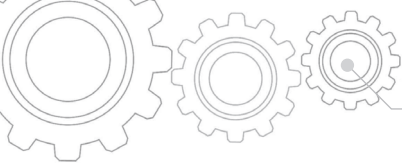
[5] สถาพร พงษ์พิบูล, 2558. **คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้**. สรรแก้ว: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว.

[6] สมนึก ภัททิยธนี, 2544. **การวัดผลการศึกษา**. ภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

[7] Brewer, L., 2013. **Enhancing youth employ ability: What? Why? And How? Guide to core work skills**. Geneva: ILO publications.

[8] Donk, T., and Dell'Olio, J., 2007. **Model of Teaching: Connecting Student Learning Standards**. United States of America: Sage Publications Ins.

[9] Somboon, T. and Limtasiri, O. (2016). Super Teaching Model, *Journal of Teaching and Education*, vol.5(2), pp. 497 – 502.



การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบจากปัจจัยพื้นฐานระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนและดัชนีหุ้นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Analysis of Deviations Crude Oil Price Forecasting Based on Fundamentals between Exchange Rates and Stock Indices Using Artificial Neural Network

เกรียงศักดิ์ วนิชชากรพงศ์ และ นิภาพรณ อนันต์พลศักดิ์*

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง ชลบุรี 20131

*Corresponding Author: nipapan@go.buu.ac.th, 038-393231

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบจากปัจจัยพื้นฐานระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนและดัชนีหุ้นด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยพิจารณาจากปัจจัยของอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินสำคัญ ได้แก่ ดอลลาร์สหรัฐต่อเยน ดอลลาร์สหรัฐต่อปอนด์ ดอลลาร์สหรัฐต่อยูโร และดอลลาร์สหรัฐต่อฟรังก์สวิส และปัจจัยดัชนีหุ้นที่สำคัญของโลก ได้แก่ S&P 500, Dow Jones, DAX และ Nasdaq 100 ผลการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูล train ในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI และ Brent มีค่า MAE เท่ากับ 0.365, 0.548 และมีค่า MAPE 1.145%, 1.236% และเมื่อทดสอบกับข้อมูล test (unseen) มีค่า MAE เท่ากับ 1.512, 1.489 โดยมีค่า MAPE 4.860%, 3.524% ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในทางปฏิบัติได้

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม, วิธีการวิเคราะห์การถดถอย, น้ำมันดิบ, กลุ่มปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยน, กลุ่มปัจจัยดัชนีหุ้น

Abstract

This research presents the analysis of deviations from crude oil price fundamental factors using an Artificial Neural Network based on the exchange rates of the major currencies: USD/JPY, USD/GBP, USD/EUR and USD/CHF and major world indices: S&P 500, Dow Jones, DAX and Nasdaq 100. The results of the model tested with the training dataset in WTI and Brent crude oil price forecast have MAE values of 0.365, 0.548 and MAPE values of 1.145%, 1.236%. When tested with the test dataset (Unseen), MAE values are 1.512, 1.489, with MAPE of 4.860%, 3.524%, respectively. This indicates that the prediction model can be applied in practice.

Keywords: Artificial Neural Network (ANN), Regression Analysis, Crude Oil, Exchange Feature, Stock Features

บทนำ

ปัจจุบันน้ำมันดิบ (Crude oil) ยังคงเป็นหนึ่งในพลังงานที่สำคัญที่สุดของโลก [1] กอปรกับน้ำมันดิบเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่

ได้ และใช้เวลานานมากในการสร้างทดแทน [2] หลังจากกลั่นน้ำมันดิบจะได้น้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่นำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิต การบริการการขนส่งสินค้าและผู้คน เป็นต้น [3]



แม้ปัจจุบันมีพลังงานทดแทนจำนวนมาก น้ำมันเชื้อเพลิงก็ยังคงเป็นพลังงานที่มีความจำเป็น และมีความต้องการสูง ในขณะที่ราคาน้ำมันดิบมักมีความผันผวน จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบ ได้แก่ ปัจจัยพื้นฐาน (Fundamental) เช่น ข้อมูลปริมาณการผลิตน้ำมัน ปริมาณน้ำมันสำรอง ปริมาณความต้องการน้ำมันของประเทศที่ใช้น้ำมันจำนวนมากของโลก และเศรษฐกิจโดยรวมของโลก เป็นต้น และปัจจัยจากข่าว (Sentiment) ของประเทศหรืออุตสาหกรรมสำคัญที่ส่งผลต่อความรู้สึก หรืออารมณ์ของการซื้อขายในตลาดน้ำมันส่งผลกระทบต่อแนวโน้มการขึ้น-ลงของราคาน้ำมันดิบ [4-5]

การประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเป็นที่นิยมสูงขึ้นมาก เนื่องจากหน่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์ และหน่วยประมวลผลกราฟิกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในหลายด้าน มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการทางคอมพิวเตอร์แบบดั้งเดิมในหลายด้าน รวมถึงการนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ราคาต้นทุนด้านพลังงานด้วยเช่นกัน [3] งานวิจัยนี้เสนอการออกแบบแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมการพยากรณ์น้ำมันจากปัจจัยพื้นฐาน ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลออนไลน์ที่เปิดเผยต่อสาธารณะ วิเคราะห์ผลกระทบจากปัจจัยดังกล่าว ต่อราคาน้ำมันดิบ ทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบ เพื่อได้โครงข่ายที่เหมาะสมกับปัจจัยที่นำมาพิจารณา รวมถึงประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อน (Error) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบพยากรณ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้ในภาคอุตสาหกรรม

บททวนวรรณกรรม

ราคาน้ำมันดิบถือได้ว่าเป็นตัวชี้วัดระดับมหภาคที่สำคัญที่สุดของโลก [6] การเพิ่มขึ้นของอัตราน้ำมันอาจเพิ่มอัตราเงินเฟ้อและลดการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยราคาน้ำมันส่งผลกระทบทางอ้อมต่อต้นทุนในกิจกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ทั้งการขนส่งการผลิต [7-8] และจากต้นทุนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อราคาสินค้าไปยังผู้บริโภคปลายทาง

อีกด้วย จากงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อราคาน้ำมันดิบ พบว่ามีปัจจัยหลากหลายที่มักส่งผลกระทบต่อราคาน้ำมันดิบ ทั้งปัจจัยจากความเสี่ยงทางการเมือง [9-10] ปัจจัยจากดัชนีหุ้น [10-11] และปัจจัยจากอัตราแลกเปลี่ยน [6, 12-13]

Kumar และคณะ [11] ทำการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างราคาก๊าซธรรมชาติ ราคาน้ำมันดิบ ราคาทองคำ อัตราแลกเปลี่ยน และดัชนีตลาดหุ้นของอินเดีย ด้วยแบบจำลอง Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) พบว่าทองคำ ดัชนีตลาดหุ้น และก๊าซธรรมชาติมีความสัมพันธ์และมีผลกระทบในระยะยาวต่อราคาน้ำมันดิบ แต่อัตราแลกเปลี่ยนไม่มีผลกระทบต่อราคาน้ำมันดิบและราคาก๊าซธรรมชาติ ซึ่งผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับ Yang และคณะ [13] ทำการศึกษาและพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI (West Texas Intermediate) และ Brent ด้วยวิธีไฮบริด (Hybrid) ซึ่งพบว่าปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยน และปัจจัยดัชนีหุ้นมีอิทธิพลต่อการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ และแม้ว่าวิธีไฮบริดที่นำเสนอสามารถลดความผิดพลาดในการพยากรณ์ได้ แต่วิธีดังกล่าวยังไม่เหมาะสมกับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ นอกจากนั้น Olayeni และคณะ [14] ยังพบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนมีผลกระทบต่อกิจกรรมในตลาดหุ้น จึงทำให้ส่งผลกระทบการขึ้นและลงของราคาน้ำมันดิบอีกด้วย

วิธีดำเนินงาน

งานวิจัยนี้การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ (Target) ของวันถัดไปล่วงหน้า 1 วัน ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) โดยพิจารณาจากปัจจัย (Features) ของอัตราการแลกเปลี่ยนสกุลเงินสำคัญ และดัชนีหุ้นที่สำคัญของโลก โดยผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายจากอินเทอร์เน็ต หรือสามารถเข้าถึงข้อมูลทาง Application Programming Interface (API) โดยสามารถเขียนโปรแกรมหรือระบบในการดึงข้อมูลได้

1. การเตรียมข้อมูล

ปัจจัยที่งานวิจัยนี้สนใจเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สามารถค้นหาข้อมูลในอดีตที่สามารถสืบค้นใน

อินเทอร์เน็ต โดยประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม คือ ข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินสำคัญของโลก ได้แก่ ดอลลาร์สหรัฐต่อเยน (USD/JPY) ดอลลาร์สหรัฐต่อปอนด์ (USD/GBP) ดอลลาร์สหรัฐต่อยูโร (USD/EUR) และดอลลาร์สหรัฐต่อฟรังก์สวิส (USD/CHF) และกลุ่มข้อมูลดัชนีหุ้นสำคัญในตลาดหุ้นโลก ได้แก่ Standard and Poor's 500 (S&P 500), Dow Jones Industrial Average (Dow Jones), Deutscher Aktienindex (DAX) และ National Association of Securities Dealers Automated Quotations (Nasdaq 100) โดยข้อมูลในแต่ละปัจจัยนั้นจะมีจำนวนวันที่ไม่ตรงกับข้อมูลราคาน้ำมันดิบ เนื่องจากอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินมีข้อมูลทุกวัน แต่ตลาดซื้อขายน้ำมันดิบปิดวันเสาร์และอาทิตย์ จึงไม่มีราคาในวันดังกล่าว งานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลปัจจัยก่อนหน้า 1 วัน ของราคาน้ำมันดิบในการเรียนรู้และพยากรณ์ กล่าวคือการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบวันจันทร์ จะใช้ข้อมูลดัชนีหุ้นของวันก่อนหน้าที่เปิดตลาด นั่นคือวันศุกร์ก่อนหน้า เนื่องจากตลาดหุ้นปิดวันเสาร์และวันอาทิตย์ ในกลุ่มของอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกวันไม่เว้นวันเสาร์และวันอาทิตย์ จะใช้ข้อมูลวันก่อนหน้า คือข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนวันอาทิตย์ เป็นต้น จากข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อค่าเป้าหมายคือ ราคาน้ำมันดิบของวันถัดไปโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient: r) ตามตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าทุกปัจจัยที่ได้คัดเลือกมาข้างต้นมีความสัมพันธ์กับราคาน้ำมันดิบค่อนข้างมาก โดยดัชนีหุ้นมีความสัมพันธ์กับราคาน้ำมันดิบในทิศทางเดียวกัน และอัตราแลกเปลี่ยนส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม และแม้ความสัมพันธ์ของอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐต่อเยนมีค่าน้อยต่อราคาน้ำมันดิบ WTI อย่างไรก็ตามก็มีความสัมพันธ์ต่อราคาน้ำมันดิบ Brent ที่ควรนำมาพิจารณาด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดตัวแปรในการศึกษาประกอบด้วย ตัวแปรอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐต่อเยน (USD/JPY), ดอลลาร์สหรัฐต่อปอนด์ (USD/GBP) ดอลลาร์สหรัฐต่อยูโร (USD/EUR) และดอลลาร์สหรัฐต่อฟรังก์สวิส

(USD/CHF) และตัวแปรดัชนีหุ้น S&P 500, Dow Jones, DAX และ Nasdaq 100

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ WTI และ Brent

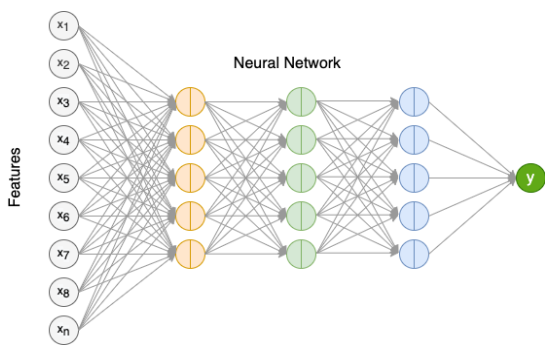
Feature	Correlation (WTI)	Correlation (Brent)
DAX	0.844477	0.813492
Dow Jones	0.806846	0.780430
S&P 500	0.686115	0.632352
Nasdaq 100	0.378193	0.283932
USD/JPY	0.042567	0.135170
USD/CHF	-0.210564	-0.106136
USD/EUR	-0.332093	-0.228495
USD/GBP	-0.677860	-0.660064

จากข้อมูลปัจจัย และราคาน้ำมันดิบ มีความแตกต่างกันการวิจัยจึงใช้เทคนิค Normalizing Input ที่สามารถทำให้ค่า weight ใน ANN ได้อย่างรวดเร็วขึ้น และป้องกันปัญหา exploding ในโครงข่าย ตามสมการที่ (1)

$$x = \frac{x - \bar{x}}{s.d.} \quad (1)$$

2. การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมมีการพัฒนาพื้นฐานมาจากการใช้สมการถดถอย (Regression) ในการหาค่าการพยากรณ์ และการจัดกลุ่มของข้อมูล โดยใช้ข้อมูลในอดีตหรือข้อมูลที่มี (Seen data) หาค่าน้ำหนัก (Weight) ของปัจจัยแต่ละค่าต่อค่าเป้าหมาย (Target) โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถนำมาพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบในวันถัดไป โดยทำการออกแบบและทดสอบจำนวนชั้นของ hidden layer และจำนวน node ของแต่ละ layer ในโครงข่ายที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ของปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้น ซึ่งจำนวนของ hidden layer และจำนวน node ในแต่ละ layer จะส่งผลต่อจำนวนของ parameters ที่ต้องทำการเรียนรู้ และความแม่นยำต่อการพยากรณ์



รูปที่ 1 โครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวน hidden layer มากกว่า 1 ชั้น

อย่างไรก็ตามหากมีจำนวนของ hidden layer มากเกินไปจะทำให้ส่งผลต่อปัญหาการ vanishing หรือ exploding gradients ได้ แต่ค่าที่ได้จากการพยากรณ์นั้นไม่ได้แม่นยำมากขึ้น โดยงานวิจัยนี้จะทำการหาจำนวน hidden layer ที่เหมาะสมเทียบกับการพยากรณ์ที่แม่นยำที่ได้ รวมถึงการทดสอบจำนวน node ของแต่ละ hidden layer โดยใช้จำนวนที่นิยมใช้สร้างโครงข่าย คือ จำนวนเลขฐานสอง เช่น $32 (2^5)$, $64 (2^6)$ และ $128 (2^7)$ เป็นต้น นอกจากนี้การเลือกใช้ activation function ก็เป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากส่งผลต่อเวลาในการเรียนรู้โครงข่าย และความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยฟังก์ชันที่นิยมใช้ได้แก่ Linear function, Sigmoid (Logistic) function, tanh (Hyperbolic tangent) function และ ReLU (Rectified Linear Unit) function ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบและเลือกใช้ hyperparameters ที่เหมาะสมต่อปัจจัยและประเมินผลลัพธ์ค่าความคลาดเคลื่อนของโครงข่าย (Loss function) ด้วยค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE)

3. ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบ และทดสอบวิธีทางคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา Python และใช้ TensorFlow 2 ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับการพัฒนาโปรแกรมการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ Google Colaboratory ในการพัฒนา และประมวลผลโครงข่ายประสาทเทียม โดยแบ่งข้อมูลเป็นส่วนของข้อมูล train และ test สำหรับการเรียนรู้

และทดสอบการพยากรณ์ของโครงข่าย เป็นร้อยละ 70 และ 30 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวนไม่มาก ในส่วนของการทดสอบเพื่อหาจำนวน hidden layer และจำนวน node ในแต่ละ layer นั้นจะการใช้การสุ่มข้อมูลในส่วนของการ train จำนวนร้อยละ 20 เป็นข้อมูล validation สำหรับหาโครงข่ายที่เหมาะสม หลังจากได้โครงข่ายที่เหมาะสมสำหรับปัจจัยข้างต้นแล้ว จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของโครงข่ายโดยใช้ข้อมูล test ระหว่างการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม เปรียบเทียบกลุ่มปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน ดัชนีหุ้น และปัจจัยรวมทั้งหมด เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบวันถัดไป

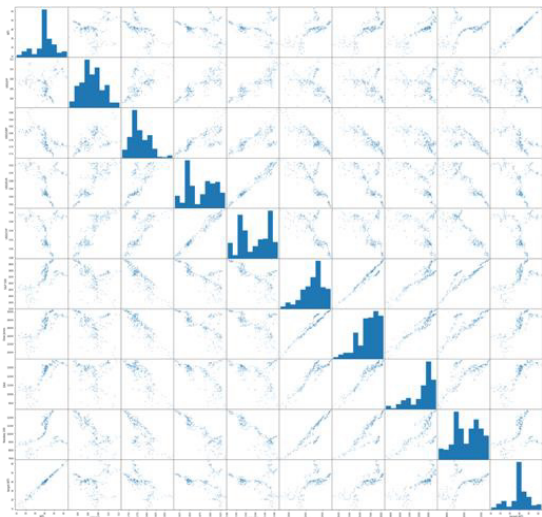
ผลการดำเนินงาน

การทดสอบผลการพยากรณ์จะใช้ข้อมูลราคาน้ำมันดิบของยุโรป (Brent crude) และราคาน้ำมันดิบทวีปอเมริกา (WTI crude) ปี ค.ศ. 2020 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 2020 โดยทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมจะแยกเป็นส่วนคือ ปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ Brent และ ปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ WTI โดยตารางที่ 2 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละปัจจัย และราคาน้ำมันดิบทั้งสอง โดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนี้จะใช้ในการ Normalizing Input

ตารางที่ 2 ข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละปัจจัย และราคาน้ำมันดิบ

Label	Count	Mean	STD	Min	Max
USD/JYP	257	106.7713	2.011857	102.36	112.12
USD/GBP	257	0.77982	0.025007	0.7338	0.8705
USD/EUR	257	0.876998	0.033824	0.8131	0.9351
USD/CHF	257	0.938604	0.030055	0.881	0.9866
S&P 500	257	3219.88	315.2669	2237.4	3735.36
Dow Jones	257	26913.8	2501.8	18591.93	30409.56
DAX	257	12333.15	1229.964	8441.71	13790.29
Nasdaq 100	257	10279.81	1489.508	6994.29	12845.36
Target (WTI)	257	39.68817	10.19728	10.01	63.27
Target (Brent)	257	43.21549	10.10812	19.99	68.91

ทั้งในส่วนการเรียนรู้ และทดสอบการพยากรณ์ รูปที่ 2 แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละค่า และราคาน้ำมันดิบ WTI จะเห็นว่าแต่ละปัจจัยนั้นมีความสัมพันธ์กัน ทั้งในทิศทางเดียว หรือ ทิศทางตรงกันข้ามกันค่อนข้างมาก



รูปที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละค่า และราคาน้ำมันดิบ WTI

1. โครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสม

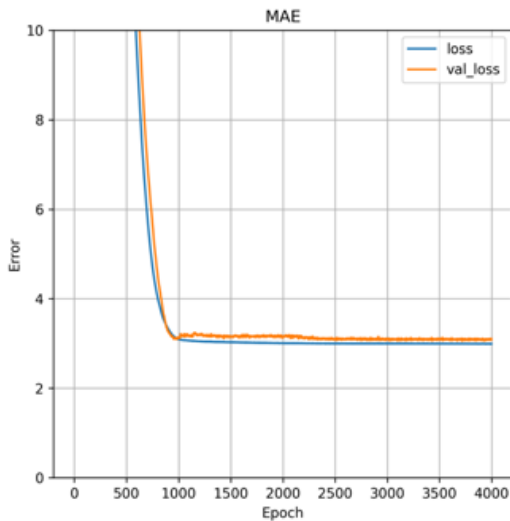
จากการทดลองจำนวน hidden layer จำนวน 1-5 layers และกำหนดจำนวน node ใน hidden layer เป็นในเลขฐานสอง คือ 32, 64, 128, 256 และ 512 node แตกต่างกันไปนั้น เมื่อมีการกำหนดจำนวน hidden layer มากกว่า 3 layers ขึ้นไป ส่งผลต่อเวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองมากขึ้น แต่ผลของการพยากรณ์สำหรับข้อมูล validation นั้น ไม่ได้เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันกับการเพิ่มจำนวน node ใน hidden layer เมื่อมีจำนวน node เกิน 128 node จะทำให้เวลาในการเรียนรู้เพื่อหาค่า weight ของ parameters ใช้เวลาจำนวนมาก แต่ไม่ส่งผลให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ของข้อมูล validation มากขึ้นตามไปด้วย ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวน 3 hidden layers และมีจำนวน node และ activation function คือ $\text{Input} \rightarrow 128 \rightarrow \text{ReLU} \rightarrow 128 \rightarrow$

$\text{ReLU} \rightarrow 64 \rightarrow \text{sigmoid} \rightarrow \text{output}$ ตามลำดับ สำหรับการใช้ sigmoid ก่อน output node นั้นจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าส่งผลต่อการพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าการใช้ activation function แบบอื่น แต่การใช้ sigmoid เป็น activation function ของทั้งหมดทุก layer จะส่งผลให้แบบจำลองเรียนรู้นานขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อความแม่นยำมากขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงใช้ ReLU ใน layer อื่นเพื่อเพิ่มความเร็วในการเรียนรู้ของแบบจำลอง

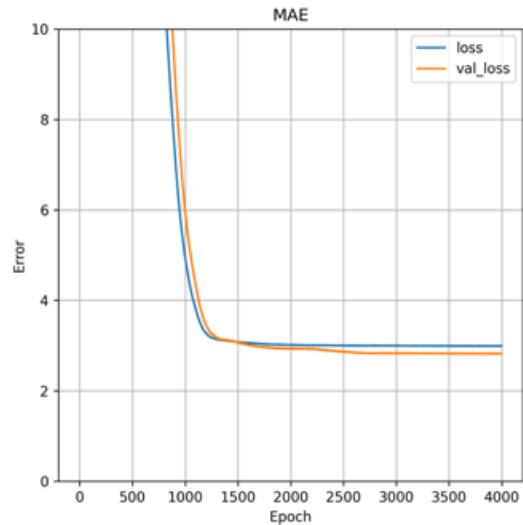
2. การเปรียบเทียบปัจจัยต่อประสิทธิภาพการพยากรณ์

จากการทดสอบและได้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความเหมาะสมแล้ว งานวิจัยนี้นำแบบจำลองดังกล่าวมาเรียนรู้ข้อมูลเป็นจำนวน 4,000 รอบ (Epoch) โดยเปรียบเทียบแบบจำลองพยากรณ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยและวิธีการใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้จำนวนรอบการเรียนรู้เท่ากัน เพื่อให้เห็นแนวโน้มการพัฒนา ค่าตอบจากรอบการเรียนรู้ แสดงดังรูปที่ 3 และ 4 กำหนดให้ค่าแกนแนวนอน คือ จำนวนรอบการเรียนรู้ และแกนแนวตั้งคือค่าความคลาดเคลื่อน โดยเส้น loss แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล train และ เส้น val_loss แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล validation ซึ่งสุ่มมาจากข้อมูล test ร้อยละ 20 โดย 3(ก) คือการเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยของปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ Brent และ 3(ข) คือการเรียนรู้ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยของปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ WTI

รูปที่ 4(ก) แสดงค่าความคลาดเคลื่อนในรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจากปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ Brent และรูปที่ 4(ข) แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของโครงข่ายประสาทเทียมจากปัจจัยต่อราคาน้ำมันดิบ WTI โดยจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการพยากรณ์ เมื่อเทียบจากค่าความคลาดเคลื่อนนั้นในแต่ละแบบจำลองไม่สามารถพัฒนาค่าตอบโดยลดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล validation ลงได้แล้ว หลังจากจำนวนรอบที่ 2,000 โดยประมาณ ถึงแม้ค่า

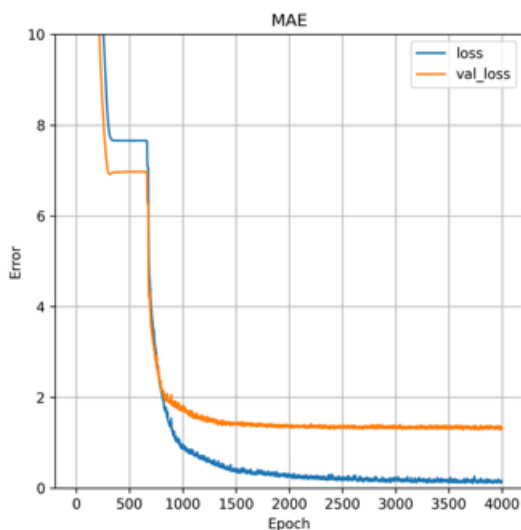


3(ก)

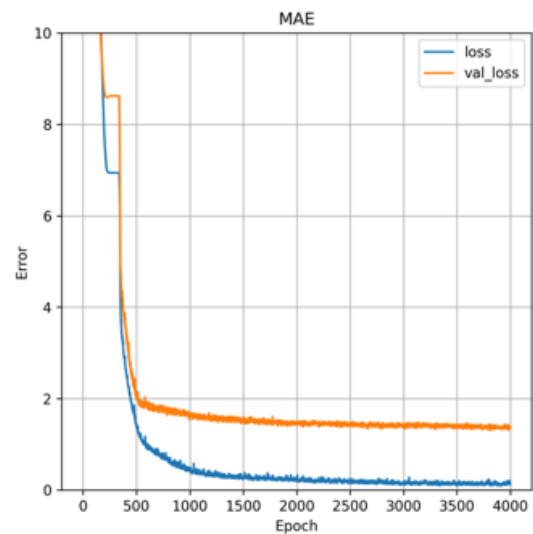


3(ข)

รูปที่ 3 ความคลาดเคลื่อนในรอบการเรียนรู้ของวิธีวิเคราะห์การถดถอย



4(ก)



4(ข)

รูปที่ 4 ความคลาดเคลื่อนในรอบการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล train จะลดลงได้อีกก็ตาม แต่หากเพิ่มรอบการเรียนรู้ให้มากขึ้นไปอีก ทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองเพิ่มขึ้น และอาจทำให้แบบจำลองประสบกับปัญหา overfitting ได้

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการพยากรณ์ของแบบจำลองในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการพยากรณ์

ราคาน้ำมันดิบ Brent ในวันถัดไป 1 วัน ดังตารางที่ 3 และการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI ในวันถัดไป 1 วัน ดังตารางที่ 4 โดย Feature คือปัจจัยที่ใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วยกลุ่มปัจจัยดัชนีหุ้น (Stock) กลุ่มปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน (Exchange) และรวมปัจจัยทั้งสองกลุ่ม (All) สดมภ์ Method คือ วิธีของแบบจำลองวิธีการวิเคราะห์การ

ตารางที่ 3 ความคลาดเคลื่อนในแต่ละแบบจำลอง ในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ Brent

ปัจจัย	แบบจำลอง	ตัวแปร	เวลา (วินาที)	Train	Valid	Test
Stock	Linear regression	5	81	3.847	3.658	3.686
Exchange		5	80	3.074	2.847	3.010
All		9	86	2.991	2.937	2.727
Stock	Neural network	25,473	110	0.998	1.842	1.792
Exchange		25,473	109	0.717	1.545	1.789
All		25,985	109	0.548	1.311	1.489

ตารางที่ 4 ความคลาดเคลื่อนในแต่ละแบบจำลอง ในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI

ปัจจัย	แบบจำลอง	ตัวแปร	เวลา (วินาที)	Train	Valid	Test
Stock	Linear regression	5	86	3.843	4.129	4.006
Exchange		5	86	3.174	3.318	3.090
All		9	86	3.011	3.090	2.863
Stock	Neural network	25,473	118	0.491	1.788	1.760
Exchange		25,473	118	0.501	1.660	1.741
All		25,985	118	0.365	1.377	1.512

ถดถอย (Linear regression method) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) โดยใช้โครงข่ายดังข้อ 4.1 เหมือนกันทั้งหมด สดมภ์ ตัวแปร คือจำนวนพารามิเตอร์ที่แบบจำลองต้องเรียนรู้หรือหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสม (Weight) สดมภ์ เวลา คือเวลาในการเรียนรู้ของแบบจำลองจำนวน 4,000 รอบ หน่วยเป็นวินาที สดมภ์ Train คือค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูล train หรือกล่าวได้ว่าเป็นค่าความคลาดเคลื่อนจากแบบจำลองหลังเรียนรู้แล้ว สดมภ์ Valid คือค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูล validation ที่สุ่มจากข้อมูล train ร้อยละ 20 และ สดมภ์ Test คือค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูล test (Unseen data: ข้อมูลที่แบบจำลองไม่เคยเรียนรู้มาก่อน)

วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละกลุ่มแยกกัน ได้แก่ กลุ่มปัจจัยดัชนีหุ้น (Stock features) กลุ่มปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน

(Exchange feature) และรวมปัจจัยทั้งสองกลุ่ม (All) ส่งผลให้มีจำนวนพารามิเตอร์สำหรับหาค่าน้ำหนักเท่ากับ 5, 5 และ 9 ตัวตามลำดับ ส่งผลให้ใช้เวลาประมาณ 80-90 วินาที ในขณะที่วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีจำนวนพารามิเตอร์สำหรับกลุ่มปัจจัยดัชนีหุ้น กลุ่มปัจจัยอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน และรวมปัจจัยทั้งสองกลุ่ม เท่ากับ 25,473, 25,473 และ 25,985 ตามลำดับ ใช้เวลาในการเรียนรู้จากข้อมูล train ประมาณ 110-120 วินาที โดยผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ Brent และ WTI จากการพิจารณาทุกปัจจัยมีทิศทางเดียวกันคือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือแบบจำลองวิธีโครงข่ายประสาทเทียมโดยพิจารณาปัจจัยทั้งหมดรวมกัน โดยความคลาดเคลื่อนต่อการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ Brent ในข้อมูล test (unseen) เท่ากับ 1.489 (± 1.489 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาร์เรล) และความคลาดเคลื่อนต่อการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI เท่ากับ 1.512 ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการเรียนรู้

แบบจำลองในข้อมูล test ของราคาน้ำมันดิบ Brent และ WTI เท่ากับ 0.548 และ 0.365 ตามลำดับเท่านั้น ซึ่งหากเพิ่มรอบการเรียนรู้ของแบบจำลองเพิ่มจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในข้อมูล test น้อยลงอีกตามรูปที่ 4 ก็ไม่สามารถส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ในข้อมูล validation น้อยลงตามไปด้วย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ในข้อมูล test ลดลงตามเช่นเดียวกัน หากพิจารณาความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล train เปรียบเทียบกับข้อมูล validation ของแบบจำลองวิธีวิเคราะห์การถดถอยนั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน เนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวเป็นการหาเส้นตรงที่บอกถึงแนวโน้มของราคามันดิบ ซึ่งมีความสอดคล้องกับราคามันดิบที่มีความสัมพันธ์ (Correlation) กับค่าดัชนีหุ้นในทิศทางเดียวกัน และทิศทางตรงกันข้ามของอัตราแลกเปลี่ยนโดยรวม ซึ่งในแบบจำลองวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการเรียนรู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ไม่ใช่เพียงแต่ความสัมพันธ์ในรูปแบบของเส้นตรงเท่านั้น ทำให้การหาค่าความคลาดเคลื่อนในข้อมูล train ได้น้อยกว่า และจากผลจะเห็นว่าแบบจำลองมีความชำนาญต่อข้อมูล train มากกว่าข้อมูล validation อยู่เล็กน้อย (ความคลาดเคลื่อนในข้อมูล train ต่ำกว่าข้อมูล validation และ test) ซึ่งเรียกว่าแบบจำลองมีการ overfitting อยู่เล็กน้อย อย่างไรก็ตามส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนในข้อมูล validation และ test มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าแบบจำลองวิธีวิเคราะห์การถดถอย

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เสนอการออกแบบ และทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ โดยนำปัจจัยพื้นฐานที่สามารถเข้าถึงได้ทั่วไปจากข้อมูลออนไลน์ที่เปิดเผยต่อสาธารณะ ได้แก่ อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินที่สำคัญ ดัชนีหุ้นที่ส่งผลต่อเศรษฐกิจโลก นำมาพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบใน 1 วันถัดไป โดยออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเปรียบเทียบจำนวน hidden layer และจำนวน node ที่ส่งผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์

ซึ่งมีจำนวน hidden layer เท่ากับ 3 ในแต่ละ layer มีจำนวน node เท่ากับ 128, 128, 64 ตามลำดับ และใช้ sigmoid activation function ใน hidden layer สุดท้ายก่อน output และ ReLU function ใน layer อื่นเพื่อเพิ่มความเร็วในการเรียนรู้ของแบบจำลอง ผลการทดสอบแบบจำลองกับข้อมูล train ในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ WTI และ Brent มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ประเมินด้วยค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAE) เท่ากับ 0.365, 0.548 และมีค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) 1.145%, 1.236% และเมื่อทดสอบกับข้อมูล test (unseen) มีค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ ประเมินด้วยค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAE) เท่ากับ 1.512, 1.489 โดยมีค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (MAPE) 4.860%, 3.524% ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในทางปฏิบัติได้ โดยพิจารณาตามความเสี่ยงดังผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสามารถของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม โดยควรพิจารณาปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อราคาน้ำมันดิบ ทั้งอัตราการแลกเปลี่ยน และดัชนีหุ้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ระยะสั้นมากยิ่งขึ้น โดยผลที่ได้สอดคล้องกับ Yang และคณะ [13] แต่แตกต่างจากผลการวิจัยของ Kumar และคณะ [11] ซึ่งพบว่าอัตราแลกเปลี่ยนไม่มีผลกระทบต่อราคาน้ำมันดิบ ดังนั้นแนวทางการพัฒนางานวิจัยต่อไปคือการศึกษาความแตกต่างของผลการพยากรณ์ของแบบจำลองพยากรณ์จากการเรียนรู้ข้อมูลระยะยาวมากกว่า 5 ปี และระยะสั้นน้อยกว่า 5 ปี ส่งผลการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบปัจจุบันในสถานะเศรษฐกิจโลกที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงพิจารณาปัจจัยอื่นที่สามารถเข้าถึงได้จากข้อมูลออนไลน์ที่ส่งผลต่อการลดความคลาดเคลื่อนของค่าการพยากรณ์



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารอ้างอิง

[1] Zheng, B., Zhang, Y.W. Qu, F., Geng, Y. and Yu, H. (2022). Do rare earths drive volatility spillover in crude oil, renewable energy, and high-technology markets? — A wavelet-based BEKK-GARCH-X approach, *Energy*, vol. 251, 123951.

[2] Kamyk, J., Kot-Niewiadomska, A. and Galos, K. (2021). The criticality of crude oil for energy security: A case of Poland, *Energy*, vol. 220, 119707.

[3] Duan, H., Liu, Y. and Wang, G. (2022). A novel dynamic time-delay grey model of energy prices and its application in crude oil price forecasting, *Energy*, vol. 251, 123968.

[4] Niu, Z., Liu, Y., Gao, W. and Zhang, H. (2021). The role of coronavirus news in the volatility forecasting of crude oil futures markets: Evidence from China, *Resources Policy*, vol. 73, 102173.

[5] Shang, J. and Hamori, S. (2021). Do crude oil prices and the sentiment index influence foreign exchange rates differently in oil-importing and oil-exporting countries? A dynamic connectedness analysis, *Resource Policy*, vol. 74, 102400.

[6] Lang, K. and Auer, B.R. (2020). The economic and financial properties of crude oil: A review, *The North American Journal of Economics and Finance*, vol.52, April 2020, Article 100914.

[7] Altawell, N., Milne, J., Seowou, P. et al. (2020). *Rural Electrification*, 1st edition, ISBN: 978-0-12-822403-8, Academic Press, Massachusetts.

[8] Xiao, D. and Wang, J. (2020). Dynamic complexity and causality of crude oil and major stock markets, *Energy*, vol.193, February 2020, Article 116791.

[9] Austvik, O.G. (1992). Limits to oil pricing: Scenario planning as a device to understand oil price developments, *Energy Policy*, vol.20(11), November 1992, 1097.

[10] Guo, Y., Li, J., Li, Y. et al. (2021). The roles of political risk and crude oil in stock market based on quantile cointegration approach: A comparative study in China and US, *Energy Economics*, vol.97, May 2021, Article 105198.

[11] Kumar, S., Choudhary, S., Singh, G. et al. (2021). Crude oil, gold, natural gas, exchange rate and Indian stock market: Evidence from the asymmetric nonlinear ARDL model, *Resource Policy*, vol.73, October 2021, Article 102194.

[12] Shah, A.A., Paul, M., Bhanja, N. et al. (2021). Dynamics of connectedness across crude oil, precious metals and exchange rate: Evidence from time and frequency domains, *Resource Policy*, vol.73, October 2021, Article 102154.

[13] Yang, Y., Guo, J., Sun, S. et al. (2021). Forecasting crude oil price with a new hybrid approach and multi-source data, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol.101, May 2021, Article 104217.

[14] Olayeni, O.R., Tiwari, A.K. and Wohar, M.E. (2020). Global economic activity, crude oil price and production, stock market behaviour and the Nigeria-US exchange rate, *Energy Economics*, vol.92, October 2020, Article 104938.

อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานครหลังการแพร่ระบาดของโควิด-19

The rate of change in condominium prices in Bangkok after the Covid-19 epidemic

อาลิตา ฉลาดดี^{1*} และ มณิพร สัมพันธ์รักษ์¹

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

*Corresponding Author: alitactu@ap.tu.ac.th, 086 184 4612

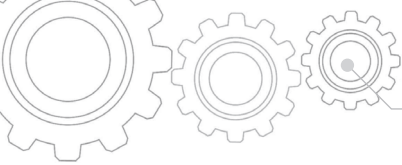
บทคัดย่อ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่ส่งผลกระทบในวงกว้างต่อทุกวงการทั่วโลก รวมถึงภาคอสังหาริมทรัพย์เองก็ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงและต่อเนื่องเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดอาคารชุดหรือคอนโดมิเนียมที่เป็นสัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดของตลาดที่อยู่อาศัย เนื่องจากการชะลอตัวของตลาดจากกำลังซื้อที่ลดลง โครงการต่าง ๆ จึงพยายามกระตุ้นยอดขายโดยการลดราคา ก่อให้เกิดการแข่งขันด้านราคาที่เกิดขึ้นต่อเนื่องในช่วง 1-2 ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามในตลาดอาคารชุดมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีความแตกต่างกันของผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าขณะที่หลายโครงการชะลอตัว แต่ยังคงมีการเปิดตัวโครงการใหม่ ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบจาก COVID-19 ต่อตลาดอาคารชุดแต่ละประเภท ผู้ศึกษาจึงเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลราคาขายที่อยู่อาศัยประเภทอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานครก่อนและหลังการแพร่ระบาดของโควิด-19 จากการศึกษาพบว่าอาคารชุดช่วงราคาต่ำกว่า 3 ล้านบาท มีอัตราการอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายลดลงมากที่สุด โดยเฉพาะอาคารแบบตึกสูง ราคาขายลดลงเฉลี่ยที่ร้อยละ 14.38 และพบว่ากลุ่มอาคารชุดแบบ Economy มีอัตราการอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายเฉลี่ยลดลงมากที่สุด อยู่ที่ร้อยละ 14.39 ของราคาขายก่อนเกิดการแพร่ระบาดของ COVID-19 ในขณะที่กลุ่มอาคารชุดราคา 5-10 ล้านบาท และแบบ Main class อัตราการปรับลดราคาขายเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 9.94 และ 8.30 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มนี้มีผลกระทบด้านราคาน้อยที่สุดและอาจยังมีโอกาสในการพัฒนา

คำสำคัญ: อาคารชุด; อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขาย; โควิด-19

Abstract

The epidemic situation of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) has a broad impact on all aspects worldwide. The real estate sector has been severely and continuously affected, especially the condominium market, which is the most significant proportion of the housing. Due to the market slowdown from declining purchasing power, projects are trying to boost sales by reducing prices. It has caused fierce price competition in the past 1-2 years. However, condominium market, the diversification of products has made a difference in its impact. In contrast, many projects have slowed down, but there are still new projects being launched.



This research aims to study the impact of COVID-19 on each type of condominium market. Therefore, the researcher collected and analyzed the selling price of condominiums in Bangkok before and after the epidemic of COVID-19. Condominiums priced below 3 million baht had the most reducing rate in selling prices, especially high-rise buildings. The average selling price dropped by 14.38%. The Economy condominium segment had the most average selling price change rate, at 14.39% of the pre-COVID-19 sales price. At the same time, condominiums priced at 5-10 million baht and the Main class condominiums have the lowest average selling price reduction rates of 9.94% and 8.30 percent, respectively, indicating that this group has the most negligible impact on prices and may still have development opportunities.

Keywords: Condominium; Selling Price Change Rate; COVID-19

บทนำ

อาคารชุดเป็นหน่วยที่อยู่อาศัยที่มีสัดส่วนที่ใหญ่ที่สุดในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล เนื่องจากมีราคาที่เหมาะสมและสามารถดูแลรักษาได้ง่าย ซึ่งในปี 2563 พบว่ามีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 39.60 ของจำนวนหน่วยขายที่อยู่อาศัยที่เปิดตัวใหม่ทั้งหมด

แต่หลังจากเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาทำให้ส่งผลให้เศรษฐกิจไทยมีแนวโน้มหดตัวอย่างรุนแรงที่ -8.8% [1] โดยเฉพาะสถานการณ์การขายในตลาดอาคารชุดหรือคอนโดมิเนียมหดตัวอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากหน่วยเฉลี่ยขายที่เพิ่มขึ้นจาก ปี 2562 ถึงร้อยละ 18.5 ในปี 2563 ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยตลาดที่อยู่อาศัยทั้งหมด ที่เพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 6.1 เท่านั้น ทั้ง ๆ ที่มีการลดลงของการพัฒนาโครงการอาคารชุดสูงถึงร้อยละ 41.80 ซึ่งต่ำที่สุดในรอบ 5 ปี [2] นั่นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการแข่งขันด้านราคาที่สูงมากในช่วงที่ผ่านมา

อย่างไรก็ตามการกระตุ้นผู้บริโภคด้วยการลดราคาจำเป็นต้องวางแผนอย่างรอบคอบเนื่องจากจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือและคุณภาพของโครงการ

ด้วย นอกจากนี้อสังหาริมทรัพย์ดังกล่าวมีลักษณะของสินค้าและราคาที่หลากหลาย ซึ่งเฉพาะเจาะจงกับผู้ซื้อในแต่ละกลุ่มอย่างชัดเจน กลไกด้านราคาจึงสำคัญมาก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดอันเนื่องมาจากสถานการณ์ COVID-19 เพื่อให้เข้าใจแนวโน้มหรือผลกระทบจากเหตุการณ์ และสามารถตัดสินใจในการเลือกพัฒนาโครงการประเภทอาคารชุด รวมทั้งปรับตัวให้เข้ากับความเสี่ยงในปัจจุบันและรับมือกับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบสถานการณ์และผลกระทบของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อโควิด-19 ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดประเภทต่าง ๆ และนำไปสู่การทางเลือกในการตัดสินใจของผู้พัฒนาโครงการ



ทบทวนวรรณกรรม

1. แนวโน้มการพัฒนาอาคารชุดหลัง COVID-19

มีการคาดการณ์จากสถิติยอดขาย ยอดคงค้าง หน่วยขายสะสม และความต้องการซื้อ (demand) ของผู้บริโภค ว่าผู้ประกอบการอาจลดการพัฒนาโครงการอาคารชุดลง และหาวิธีระบายหน่วยขายคงเหลือมากขึ้น โดยมีการจัดโปรโมชั่นต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันลูกค้าให้ความสำคัญกับโปรโมชั่นประเภทการผ่อนจ่าย การให้ระยะเวลาในการเช่าอยู่ฟรี ฟรีค่าโอนหรือค่าส่วนกลาง และส่วนลดเงินสดหรือของแถม [6]

และผลจากการที่ผู้ประกอบการได้พยายามระบายหน่วยขายคงเหลือด้วยการลดราคา หรือจัดโปรโมชั่น ที่ผ่านมามีเพียงผู้ที่กำลังซื้อให้ความสนใจกับการจับจองโครงการคงเหลือที่เหมาะสมเพื่อการลงทุน มากกว่าเพื่ออยู่อาศัย จึงจะทำให้ยอดขายในช่วงปี 2564 มีแนวโน้มที่จะยังชะลอตัวเหมือนในปีที่ผ่านมา

อย่างไรก็ตามพบว่าอาคารชุดระดับราคา 80,000 – 150,000 บาทต่อตารางเมตรยังเป็นระดับที่ผู้ซื้อให้ความสนใจ [2] ซึ่งความแตกต่างของอาคารชุดในแต่ละระดับราคาจะกล่าวถึงต่อไป

2. การแบ่งระดับของอาคารชุดจากราคา

การแบ่งระดับของอสังหาริมทรัพย์มักถูกจำแนกด้วยระดับของราคาต่อหน่วย อาคารชุดเป็นประเภทที่อยู่อาศัยที่สามารถปรากฏขึ้นได้ในทุกช่วงราคา ตั้งแต่กลุ่มต่ำกว่า 3 ล้านบาท กลุ่มราคา 3-5 ล้านบาท กลุ่ม 5-10 ล้านบาท หรือแม้แต่ กลุ่มราคาเกิน 10 ล้านบาทต่อหนึ่งหน่วยขาย ในขณะที่ไม่พบบ้านเดี่ยวหรือบ้านแฝดในกลุ่มต่ำกว่า 3 ล้านบาท ในพื้นที่ย่านกลางเมืองเนื่องจากข้อจำกัดด้านต้นทุนการก่อสร้างและราคาที่ดินที่สูง

นอกจากราคาต่อหน่วยเริ่มต้นแล้ว อาคารชุดถูกแบ่งระดับราคาออกเป็น 7 ประเภทตามราคาต่อตารางเมตรอีกด้วย (ตารางที่ 1) ซึ่งนิยมนำมาใช้มากกว่าเนื่องจากสามารถเปรียบเทียบข้อโครงการต่อโครงการได้ดีกว่า

และข้อจำกัดทางด้านราคานี้เองที่ส่งผลต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของอาคารชุด ซึ่งแน่นอนว่าอาคารชุดจากราคาที่แตกต่างกันย่อมมีผลกระทบด้านราคาจาก COVID-19 ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ โดยจะกล่าวต่อไปในผลการศึกษา

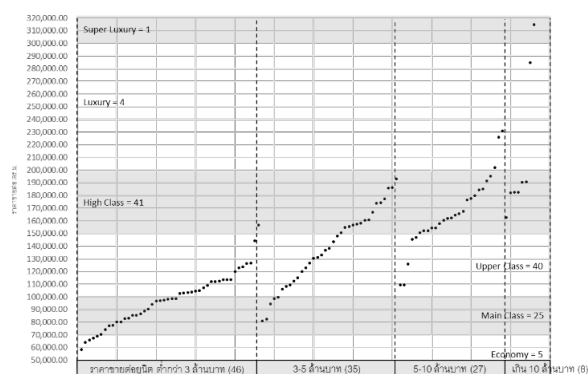
ตารางที่ 1 ระดับของอาคารชุด (บาท: ตารางเมตร) [7]

Segment	ลักษณะ
Super economy ต่ำกว่า 50,000	ราคาถูก มีไม่มากในตลาด
Economy 50,000 – 70,000	ราคาประหยัด จับกลุ่มคนเริ่มทำงาน ทำเลชานเมือง
Main Class 70,000 – 100,000	ระดับกลาง จับตลาดกลุ่มใหญ่ของลูกค้าระดับกลาง
Upper Class 100,000 – 150,000	อาคารชุดชั้นดี ทำเลอยู่ไม่ไกลจากรถไฟฟ้า เดินทางสะดวก
High Class 150,000 – 200,000	ระดับสูง ทำเลดี เกาะแนวรถไฟฟ้า วัสดุเกรดดี
Luxury 200,000 – 300,000	ระดับสูง ทำเลในเมือง การออกแบบและใช้วัสดุที่ดี
Super Luxury 300,000 ขึ้นไป	ระดับบน ตั้งใจกลางเมือง และย่านธุรกิจสำคัญ มีเอกลักษณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ทำการเก็บข้อมูลราคาขายอาคารชุดในเขตกรุงเทพมหานครเฉพาะที่เหลือน้อยกว่าหนึ่ง หลังการสำรวจเบื้องต้น (Pilot study) พบว่าเป็นโครงการระหว่างปี 2559 -2563 ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 448 โครงการ [3]

จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีการกำหนดเกณฑ์โดยพิจารณาขนาดของประชากรกำหนดให้ ขนาดประชากรหลักร้อยละใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยร้อยละ 25 [4-5] จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 116 โครงการ สามารถจำแนกตามช่วงราคาขาย (segment) ต่อหน่วย เป็น ต่ำกว่า 3 ล้านบาท 3-5 ล้านบาท 5-10 ล้านบาท และสูงกว่า 10 ล้านบาท นอกจากนี้ยังจำแนกตามช่วงราคาขายต่อตารางเมตร ได้แก่ Economy, Main Class, Upper Class, High Class, Luxury และ Super Luxury (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามช่วงราคาขายต่อหน่วย และช่วงราคาขายต่อตารางเมตร

ผลการศึกษา

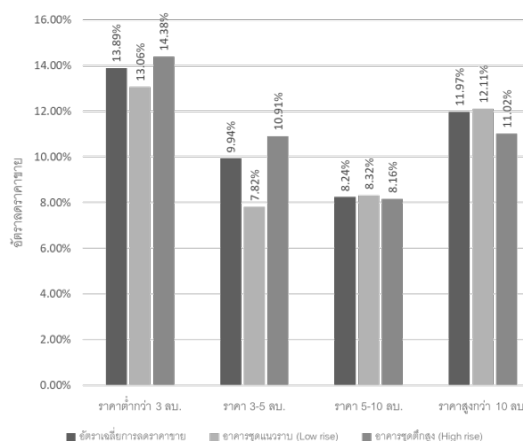
1. อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดที่จำแนกตามช่วงราคาขายต่อหน่วย

พบว่าอัตราเฉลี่ยการลดราคาขายอาคารชุดราคาต่ำกว่าสามล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 13.96 ของราคาขายเริ่มต้น อาคารชุดประเภทตึกสูงในกลุ่มนี้มีอัตราเฉลี่ยการลดราคามากที่สุดคือร้อยละ 14.38

เนื่องจากมีจำนวนหน่วยมากและมีอัตราเหลือขายสะสมสูงกว่าความต้องการตลาดมากไป

กลุ่มราคา 3-5 ล้านบาท มีอัตราเฉลี่ยการลดราคาน้อยเป็นอันดับสองคือร้อยละ 9.94 ที่น่าสนใจในกลุ่มนี้คือ และดูเหมือนว่าอาคารชุดแนวราบยังคงเป็นที่ต้องการอยู่ ส่วนกลุ่มราคา ขณะที่กลุ่มราคา 5-10 ล้านบาท มีอัตราเฉลี่ยการลดราคาหลัง COVID-19 น้อยที่สุด และใกล้เคียงกันทั้งอาคารชุดแนวราบและแนวสูง คือร้อยละ 8.24

กลุ่มสุดท้ายมีอัตราเฉลี่ยการลดราคาเป็นอันดับที่สาม คือร้อยละ 11.97 ซึ่งกลุ่มนี้แตกต่างจากกลุ่มราคาที่ผ่านมาตรงที่อาคารชุดแนวสูงมีอัตราการลดราคาน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งคือกลุ่มอาคารชุดราคาเกิน 10 ล้านบาทต่อหน่วย (รูปที่ 2) มีพื้นที่ใช้สอยกว้างและอยู่ในย่านใจกลางเมือง



รูปที่ 2 อัตราลดของราคาขายอาคารชุดหลัง COVID-19 ที่จำแนกตามช่วงราคาขายต่อหน่วย



รูปที่ 3 อัตราลดของราคาขายอาคารชุดหลัง COVID-19 ที่จำแนกตามช่วงราคาขายต่อตารางเมตร

2. อัตราการเปลี่ยนแปลงราคาขายอาคารชุดที่จำแนกตามช่วงราคาขายต่อตารางเมตร

เมื่อจำแนกอาคารชุดตามช่วงราคาขายต่อตารางเมตรพบว่า อัตราลดของราคาขายหลัง COVID-19 เฉลี่ยรวมอยู่ที่ร้อยละ 11.25 ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นราย segment จะพบว่าอัตราลดราคาที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ Economy ร้อยละ 14.39 Super Luxury ราคาขายลดลงร้อยละ 12.80 Upper class ราคาขายลดลงร้อยละ 12.43 และ High class ร้อยละ 11.70

ในขณะที่อีกสอง segments ที่เหลือ คือ Main class และ Luxury มีราคาขายลดลงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวม อยู่ที่ร้อยละ 8.30 และ 9.03 ตามลำดับ (รูปที่ 3) โดยทั้งสองช่วงราคานี้ถือเป็นกลุ่มราคาที่พบบ่อยในตลาดอาคารชุดเนื่องจากเป็นที่นิยม เพราะตอบสนองต่อความต้องการของผู้ซื้อกลุ่มหลัก

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

อาคารชุดหรืออาคารชุดที่มีโอกาสในการพัฒนาหลังจากเกิดการชะงักทางเศรษฐกิจด้วยเหตุการณ์ภัยพิบัติทางโรคติดต่อร้ายแรงจากเชื้อไวรัสโคโรนา คือ อาคารชุดกลุ่มราคา 5-10 ล้านบาท และแบบ Main

class เนื่องจากมีอัตราการปรับลดราคาขายเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 9.94 และ 8.30 จากราคาเปิดตัว ในขณะที่กลุ่มอาคารชุดที่มีราคาต่ำกว่า 3 ล้านบาท และแบบ Economy เป็นกลุ่มที่แสดงให้เห็นถึงกำลังซื้อที่ลดลงมากจนต้องปรับลดราคาขายเฉลี่ยลงถึงร้อยละ 13.89 และ 14.39 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสองเท่าของกลุ่มแรก นอกจากนี้อัตราการปรับราคาขายในกลุ่มอื่นๆสามารถนำไปเป็นทางเลือกในการพิจารณาตั้งราคาขายเพื่อกระตุ้นกำลังซื้อได้

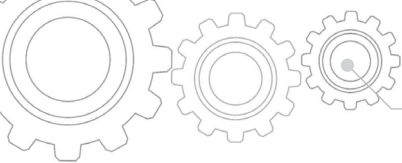
อย่างไรก็ตามนอกจากอาคารชุดแล้วสังหาริมทรัพย์ที่พัฒนาเพื่อขายประเภทอื่น ๆ ก็ได้รับผลกระทบและอยู่ในสถานการณ์เดียวกันนี้เช่นกัน ดังนั้นในอนาคตหากมีการศึกษาเรื่องนี้ในกลุ่มอสังหาริมทรัพย์อื่น ๆ จะทำให้เห็นภาพกว้างและแนวโน้มตลาดอสังหาริมทรัพย์หลังเหตุการณ์โควิดได้จากอีกมุมมองหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ดูแลโครงการอาคารชุดทุกโครงการ รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ รวมถึงคุณสิริภพ วงศ์นาถกุลที่อำนวยความสะดวกทางด้านข้อมูล ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Krungthai COMPASS. 2563. Residential market outlook (2020-2021) ปรับตัวให้พร้อมกับการพฤติกรรมผู้บริโภคในยุค New Normal [Online]. Available: <https://krungthai.com>. (วันที่ 15 มีนาคม 2564).
- [2] Nuntanach D. 2564. แนวโน้มตลาดอสังหาปี 2564 ผ่านมุมมองของ ศูนย์ข้อมูล-Plus Property-LPN Wisdom-JLL-CBRE [Online].



Available: <https://thinkofliving.com>. (วันที่ 20 มกราคม 2564).

[3] กองยุทธศาสตร์บริหารจัดการกรุงเทพ. 2563. การจดทะเบียนอาคารชุดทั่วประเทศ [Online]. Available: <http://www.bangkok.go.th>. (วันที่ 15 มีนาคม 2564).

[4] ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543. **ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

[5] บุญชม ศรีสะอาด, 2535. **หลักการวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

[6] Think of Living. 2563. โปรโมชั่นบ้านและคอนโดโครงการพร้อมอยู่ทั่วประเทศ [Online].

Available: <https://thinkofliving.com/events/fast-deal>. (วันที่ 15 มีนาคม 2564).

[7] Think of Living. 2563. ประเภท Segment ของคอนโดมิเนียมและบ้านแนวราบ กับการรีวิวจา อะ ลี ก [Online]. Available: <https://thinkofliving.com>. (วันที่ 15 มีนาคม 2564).



การศึกษาและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

The Experimental and Study of Watermelon Rice Cracker Drying Using Solar Energy

สุกัญญา ทองโยธี^{1*} กันตภณ เปรมประยูร¹ ภาคิไนย์ ภูพวกเดชา¹ ชวนันท์ ทองโยธี²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

²สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

*Corresponding Author: Sukanya.tn@rmu.ac.th, 081-4440833

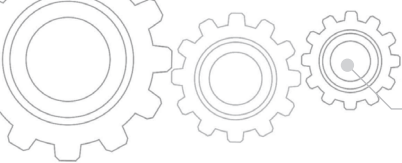
บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาลักษณะทางกายภาพของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม และการออกแบบทดสอบประเมินผลเครื่องอบแห้งข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ผลการศึกษาพบว่าวัตถุดิบและส่วนผสมของข้าวแต๋นน้ำแตงโม ได้แก่ ข้าวเหนียว 75 % น้ำแตงโม 7 % งาดำ 5 % กะทิ 5 % นมสด 5 % เกลือ 3 % ขนาดและรูปร่างเฉลี่ยของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 52.28 มิลลิเมตร ความหนา 0.79 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 51.31 % ค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสี $L^* = +41.5$, $a^* = +3.8$, $b^* = +12.8$ ความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 6.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การออกแบบเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดโครงสร้างเครื่อง, หีกรอบแห้ง, ตะแกรงวางแผ่นข้าวแต๋น, ชุดโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ ผลการทดสอบประเมินผลการทำงานของเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมอุณหภูมิเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส และเวลาที่เหมาะสม 60 นาที การเปรียบเทียบระหว่างการตากแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยแสงแดด และเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าความสามารถในการตากด้วยแสงแดดเท่ากับ 504 แผ่นต่อวัน และการอบด้วยเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานได้ 2,016 แผ่นต่อวัน

คำสำคัญ: แผ่นข้าวแต๋น; ความสว่างของสี; พลังงานแสงอาทิตย์; การอบแห้ง

Abstract

This research presents purpose of the study was to examine watermelon rice cracker properties and, to evaluate performance of the drying machine and to find break-even point analyze. The results of the study showed that, watermelon rice cracker consisted of 75% sticky rice, 7% watermelon juice, 5% black sesame, 5% coconut milk, 5% fresh milk, and 3% salt. The diameter of rice crack being dried was 52.28 millimeter. The thickness of rice crack being dried was 0.79 millimeter. The moisture content of rice cracker was 51.31 %db. The brightness of rice



cracker measured by Colorimeter when being dried in the oven with solar energy received $L^*=+41.5$, $a^*=+3.8$, $b^*=+12.8$ and density of rice cracker was 6.65 g per cubic centimeter. The dryer with solar energy for water melon rice cracker was assembled from dryer supports, Metal grid., Solar Energy. The result reported that of the dryer with solar energy performance, the proper temperature in the dryer was 75°C and the duration was 60 minutes. To compare with rice cracker being dried by sunlight, the quantity rice cracker being drying machine was 2,016 crackers a day whereas being dried by sun light was 504 crackers a day.

Keywords: Rice Cracker; Color Brightness; Solar Energy; Drying

บทนำ

ข้าว เป็นอาหารหลักของคนทุกคนสามารถนำข้าวมาแปรรูปทำเป็นอาหารหรือนำมาทำเป็นขนมต่าง ๆ ได้หลายเมนู เช่น ข้าวเหนียวมะม่วง ข้าวเหนียวสังขยา ข้าวเหนียวปิ้ง ข้าวโป่ง ข้าวเหนียวแดง โดยเฉพาะข้าวแต่น้ำแดงโม อย่างเช่นกลุ่มเกษตรกรของชุมชนบ้านหนองหัววัว ตำบลบ้านโคกสี อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น มีคุณสมบัติสิ่งขจรเป็นหัวหน้ากลุ่มนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดจากบรรพบุรุษมาประยุกต์แปรรูปข้าวให้มาเป็นขนมขบเคี้ยวที่มีรสชาติอร่อย ตีตปาก ตีตใจผู้บริโภค สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกร จากผลิตภัณฑ์ข้าวแต่น้ำแดงโม [1]

อย่างไรก็ตามการทำข้าวแต่น้ำแดงโมของกลุ่มเกษตรกร เป็นที่ต้องการของท้องตลาดและกลุ่มลูกค้าทั่วไป โดยการนำเทคโนโลยีการอบแห้งร่วมกับเครื่องอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร [2] ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกระบวนการอบแห้งมาใช้ให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ เพื่อรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ มีน้ำเป็นสารตัวกลางในการพาความร้อนที่แผ่รังสีพลังงานแสงอาทิตย์ไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนภายในตู้อบ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับผลิตภัณฑ์ โดยอากาศจะรับเอาความร้อนจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนไหลผ่านผลิตภัณฑ์ที่

วางบนชั้น ซึ่งออกแบบให้เกิดการไหลของอากาศแต่ละชั้นอย่างสม่ำเสมอและมีการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบอยู่ในช่วง 55 - 62 องศาเซลเซียส [3] โดยระยะเวลาการอบขึ้นอยู่กับความหนาและความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีกระบวนการยุ่งยาก และอุปกรณ์ที่ค่อนข้างราคาแพงเกษตรกรจึงนิยมใช้การตาก [4] ในการทำข้าวแต่น้ำแดงโมนั้น มีขั้นตอนการทำที่ต้องการความประณีตในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการตาก ในปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรใช้วิธีการตากแบบวางใส่ถาดมุ้งลวด แล้วนำไปตากด้วยแสงแดดให้แห้งสนิท ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ส่งผลให้เกษตรกรตากแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมไม่เพียงพอตามความต้องการของตลาด และกลุ่มลูกค้าทั่วไป [5]

จากปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการศึกษาเครื่องอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ในการสร้างพลังงานและควบคุมอุณหภูมิให้ใช้ได้ทั้งที่มีแสงแดด และแสงแดดไม่เพียงพอสามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนการตากเพื่อให้ข้าวแต่น้ำแดงโมแห้งสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องดำเนินงานเพื่อช่วยให้กลุ่มเกษตรกร สามารถผลิตข้าวแต่น้ำแดงโมนั้นได้เร็วขึ้นได้ปริมาณมากขึ้น และยังสามารถทำได้ทุกช่วงฤดูกาล เพื่อให้ส่งสินค้าได้ตาม



ความต้องการของท้องตลาด กลุ่มลูกค้าทั่วไป และ
เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรในชุมชน

วิธีดำเนินงาน

การออกแบบเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโม
ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
ศึกษาทดสอบและประเมินผลการทำงานของ
เครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาขนาดแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม จาก
กลุ่มเกษตรกรชุมชนบ้านหนองหัววัว ขั้นตอนการปั้น
แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม ในปัจจุบันใช้วิธีการปั้นด้วยมือ
ซึ่งกำหนดขนาดจากปั้นลงไปใบบล็อกแม่พิมพ์ขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เนื่องจากการปั้นแผ่น
ข้าวแต่น้ำแดงโมนั้นเกิดจากการปั้นของคน ขนาด
จึงแตกต่างกันออกไป แต่ยังคงมาตรฐานที่
ใกล้เคียงกัน และค่าชี้วัดผลการศึกษาแผ่นข้าว
แต่น้ำแดงโมโดยารจำลองระยะทาง พิจารณา
จากเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวแกน X แกน Y
และความหนาของแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม [6]
เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเบื้องต้นไปเป็นข้อมูลในการ
ออกแบบตะแกรงวางแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม
โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) ข้าวแต่น้ำแดงโม จำนวน 50 แผ่น
- 2) เครื่องชั่งดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง
(ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- 3) เวอร์เนียคาลิเปอร์ จำนวน 1 ตัว

1.2 วิธีการทดสอบ

1) ใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดขนาดเส้นผ่าน
ศูนย์กลางในแนวแกน X แกน Y และความหนาของ
แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมที่ยังไม่ตากแสงแดด จำนวน 50
ตัวอย่าง

- 2) ใช้เครื่องชั่งดิจิทัล ชั่งน้ำหนักของแผ่นข้าว
แต่น้ำแดงโม จำนวน 50 ตัวอย่าง
- 3) บันทึกผลการทดสอบ



รูปที่ 1 การวัดขนาดและชั่งน้ำหนักแผ่นข้าวแต่น้ำ
แดงโม

2. ทดสอบความชื้นเบื้องต้นของแผ่นข้าวแต่น้ำ
แดงโม (ภาพ 2) การทดสอบความชื้นของข้าวแต่น้ำ
แดงโม อ้างอิงตามมาตรฐาน AOAC 2010
(มาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์อาหาร) [3]
โดยใช้ตัวอย่างการทดสอบ 50 ตัวอย่าง อบด้วยตู้อบ
ลมร้อน และนำค่าที่ได้คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์
ความชื้นมาตรฐานแห้ง ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่าง
น้ำหนักน้ำต่อน้ำหนักแห้งของวัสดุ ซึ่งความชื้นแบบ
มาตรฐานแห้งนี้ นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ
อบแห้งทางทฤษฎี และทำให้การคำนวณสะดวกขึ้น
เพราะมวลของวัสดุแห้งมีค่าคงที่ระหว่างการอบแห้ง
[2] ดังสมการที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางใน

การออกแบบตู้อบเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

$$MC_{ab} = \frac{m_w}{m_d} = \frac{m_t - m_d}{m_d} \quad (1)$$

MC_{ab} = ความชื้นมาตรฐานแห้ง (เปอร์เซ็นต์)

m_t = มวลของวัสดุ (ข้าวแต๋น) หลังอบ ณ

เวลาที่ทดสอบ (กรัม)

m_w = มวลของน้ำในวัสดุ (ข้าวแต๋น) (กรัม)

m_d = มวลของข้าวแต๋น เมื่ออบด้วยอุณหภูมิ

105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (กรัม)



รูปที่ 2 การอบแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยตู้อบลมร้อน

3. ศึกษาความหนาแน่นของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม โดยเลือกใช้แผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมที่ปั่นด้วยมือแล้ว เนื่องจากความหนาแน่นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหลังจากผ่านการอบ หากต้องการที่จะให้แผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมออกมาได้ขนาดรูปร่างตามต้องการ และคงรูปจึงจำเป็นที่จะต้องศึกษา ค่าความหนาแน่นของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม ค่าชี้วัดผลพิจารณาจากการคำนวณหาปริมาตร และการชั่งน้ำหนักของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม

การหาปริมาตรของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม หาได้จากรัศมี และความหนาของแผ่นข้าวแต๋นน้ำ

แตงโม ซึ่งแผ่นจะมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ดังในสมการที่ 2 [7]

$$\text{ปริมาตรทรงกระบอก } V = \pi r^2 h \quad (2)$$

เมื่อ V = ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

π = ค่าคงที่

r = รัศมีฐานวงกลม (มิลลิเมตร)

h = ความสูงของทรงกระบอก

(มิลลิเมตร)

การหาค่าความหนาแน่นของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม โดยหาได้จากมวล และปริมาตรทรงกระบอกของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม ดังสมการที่ (3)

$$\text{ความหนาแน่น } \rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

m = มวลรวมของแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโม

(กรัม)

V = ปริมาตรรวมของแผ่นข้าวแต๋นน้ำ

แตงโม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

4. ศึกษาการทำงานของเกษตรกร ในการตากแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยแสงแดด โดยหาระยะเวลาในการตาก และใช้ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการศึกษาดังนี้

4.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) ข้าวแต๋นน้ำแตงโม จำนวน 2 กิโลกรัม
- 2) เครื่องชั่งดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
(ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
- 3) นาฬิกาจับเวลาดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง

4.2 วิธีดำเนินการ

- 1) นำข้าวแต๋นน้ำแตงโมชั่งน้ำหนักก่อนตากด้วยแสงแดด

2) นำข้าวแต่น้ำแต่งโมตากด้วยแสงแดดแล้ว
จับเวลา ซึ่งใช้เวลา 1-2 วัน ในช่วงเวลา 09.00 -
17.00 น. ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ [3]

3) นำข้าวแต่น้ำแต่งโมซึ่งน้ำหนักหลังจากตาก
ด้วยแสงแดด

4) บันทึกผลการทดสอบ

5. การทดสอบประเมินเครื่องอบข้าวแต่น้ำ
แต่งโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาลักษณะโดยทั่วไปของแผ่นข้าวแต่น้ำ
แต่งโม เพื่อนำมาเป็นแนวทางการออกแบบ แบ่ง
การออกแบบเป็น 4 ส่วนคือ ประกอบด้วย 1. ชุด
โครงสร้างเครื่อง 2. ตู้อบ 3. ตะแกรงวางผลิตภัณฑ์
และ 4. ชุดโครงสร้างแผงโซลาร์เซลล์

1. การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่อง ทำจาก
เหล็กกล่องขนาด 50.08 x 50.08 มิลลิเมตร และ
เหล็กฉากขนาด 50.08 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร
โดยออกแบบให้โครงสร้าง กว้าง 620 มิลลิเมตร ยาว
1,510 มิลลิเมตร และสูง 700 มิลลิเมตร ให้สามารถ
รองรับน้ำหนักอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องอบแห้ง และ
น้ำหนักชุดควบคุมระบบไฟฟ้าที่ 40 กิโลกรัม

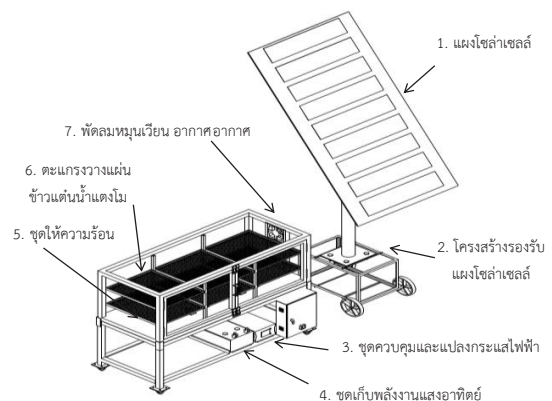
2. การออกแบบห้องอบแห้ง โครงสร้างทำจาก
อะลูมิเนียม กว้าง 600 มิลลิเมตร ยาว 1,500
มิลลิเมตร สูง 600 มิลลิเมตร ผนังของห้องอบแห้งทำ
ด้วยกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ประตูปิด-เปิด
ด้านหน้าของห้องอบแห้งแบบบานคู่ ภายในมีชั้นวาง
ตะแกรง 2 ชั้น ความสูงห่างกัน 170 มิลลิเมตร พื้น
ล่างทำการวางฮีตเตอร์ความร้อน 2 จุด แต่ละจุดห่าง
กัน 470 มิลลิเมตร อยู่ระหว่างกึ่งกลางของห้อง
อบแห้ง และด้านบนขวามือติดตั้งพัดลมดูดอากาศ
ขนาด 101.6 มิลลิเมตร จำนวน 1 ตัว

3. ตะแกรงวางผลิตภัณฑ์ โครงสร้างของ
ตะแกรงทำจากอลูมิเนียมหนา 10 มิลลิเมตร กว้าง

410 มิลลิเมตร ยาว 470 มิลลิเมตร ใช้ตะแกรง
ลวดสี่เหลี่ยม Mesh 35

4. ชุดโครงสร้างแผงโซลาร์เซลล์ ทำจากเหล็กฉาก
ขนาด 50.80 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร โดย
ออกแบบให้โครงสร้าง กว้าง 400 มิลลิเมตร ยาว 600
มิลลิเมตร สูง 350 มิลลิเมตร และเหล็กกลมกลวง
ขนาด 3 นิ้ว หนา 2.3 มิลลิเมตร สูง 1,650
มิลลิเมตร นำมาประกอบเข้ากับโครงสร้างแผงโซลาร์
เซลล์สูง 2,000 มิลลิเมตร โครงสร้างสามารถรองรับ
น้ำหนักแผงโซลาร์เซลล์ได้สูงสุด 2,900 กิโลกรัม และ
ทำให้แผงโซลาร์เซลล์รับแสงแดดได้เต็มที่ในมุม 90
องศาเซลเซียส

จากการออกแบบเครื่องอบเพื่อนำพลังงาน
แสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรม
เกษตรขนาดย่อม และสามารถช่วยลดระยะเวลาใน
การตากแผ่นข้าวแต่น้ำแต่งโมของเกษตรกร ดังรูป
ที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องอบข้าวแต่น้ำแต่งโมด้วยพลังงาน
แสงอาทิตย์

6. ทดสอบและประเมินผลเครื่องอบข้าวแต่น้ำ
แต่งโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

6.1. ทดสอบอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมใน
การอบข้าวแต่น้ำแต่งโม จากการใช้พลังงาน

แสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์ ทำการปรับตั้งอุณหภูมิ และเวลาที่ติดตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้ [7]

- ก) ชั่งน้ำหนักข้าวแต่น้ำแดงมาก่อนอบจำนวน 50 แผ่น
- ข) วางใส่ตะแกรงนำเข้าเครื่องอบ
- ค) เปิดเครื่อง-ปรับตั้งอุณหภูมิและกำหนดเวลาในการอบ
- ง) นำข้าวแต่น้ำแดงที่อบแล้วชั่งน้ำหนัก
- จ) บันทึกผลการทดสอบ
- ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปรับตั้งที่ เวลา 60 90 120 นาที
 - ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ปรับตั้งที่ เวลา 60 90 120 นาที
 - ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ปรับตั้งที่ เวลา 60 90 120 นาที

6.2 การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีของแผ่นข้าวแต่น้ำแดง โดยนำแผ่นข้าวแต่น้ำแดงที่ได้จากการอบวัดค่าสัมประสิทธิ์ และความสว่างของสีในแต่ละอุณหภูมิ [8]



รูปที่ 4 การวัดค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีข้าวแต่น้ำ

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวแต่น้ำแดง ขนาดแผ่นข้าวแต่น้ำแดง โดยการจำลองระยะทางพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในแกน X มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.41 มิลลิเมตร และแกน Y มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.14 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 52.28 มิลลิเมตร และความหนา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79 มิลลิเมตร นำข้อมูลเบื้องต้นเป็นข้อมูลในการออกแบบตะแกรงวางแผ่นข้าวแต่น้ำแดง

1.1 ผลการศึกษาความชื้นแผ่นข้าวแต่น้ำแดง พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 51.31 %db เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในศึกษาเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2 ผลการศึกษาความหนาแน่นแผ่นข้าวแต่น้ำแดง พบว่ามีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 6.65 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการนำความร้อนสู่แผ่นข้าวแต่น้ำแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3 ผลการศึกษาการทำงานของเกษตรกรในการตากแผ่นข้าวแต่น้ำแดง โดยใช้วิธีการตากด้วยแสงแดด พบว่าแรงงานคนที่ใช้ทำข้าวแต่น้ำแดงจำนวน 5 คน ใช้เวลาตากด้วยแสงแดด 1-2 วัน ในช่วงเวลา 09.00-17.00 น. ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ได้แผ่นข้าวแต่น้ำแดงจำนวน 504 แผ่นต่อวัน และจำนวนหีบห่อทั้งหมด 50 ห่อ

2. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาลักษณะโดยทั่วไปของแผ่นข้าวแต่น้ำแดง และห้องอบแห้ง ประกอบไปด้วยกระจกหนา 6 มิลลิเมตร มีพื้นที่ภายในตู้ 408,240 ลูกบาศก์เซนติเมตร ชุดตู้จัดทำจากอลูมิเนียมและกระจก ภายในตู้มีตะแกรงอลูมิเนียมขนาด 41x47 ตารางเซนติเมตร จำนวน 6 ตะแกรง เป็นตัววาง

ผลิตภัณฑ์ โดยอุณหภูมิสูงสุดภายในตู้เท่ากับ 95 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบกับแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิ จำนวน 50 แผ่น พบว่าแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิ เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 50.33 % เวลาในการอบ 60 นาที แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 วัตต์ ค่าสูญเสียของอินเวอร์เตอร์ 3 % กำลัง 9 วัตต์ ไฟฟ้าจากอินเวอร์เตอร์วัดได้จริง 291 วัตต์ต่อชั่วโมง คำนวณจากแสงแดดวันละ 5 ชั่วโมง สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1.455 หน่วยต่อวัน และยังสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 43.35 หน่วยต่อเดือน คำนวณจากค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 5.78 บาทต่อวัน เป็นตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์ และใช้ฮีตเตอร์ขนาด 250 วัตต์ จำนวน 2 ตัว แบตเตอรี่ขนาด 120 แอมแปร์ต่อชั่วโมง เก็บไฟได้ 20 ชั่วโมง และพัดลมดูดอากาศขนาด 0.1 แอมแปร์ต่อชั่วโมง [9]



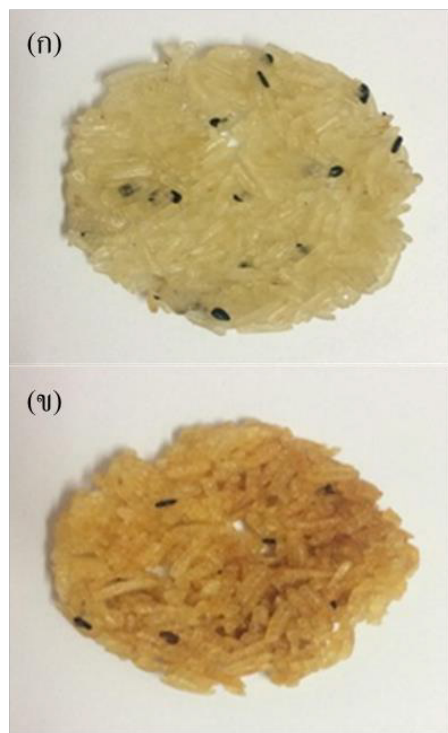
รูปที่ 5 เครื่องอบข้าวแต่น้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. ผลการทดสอบและประเมินเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมจิด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

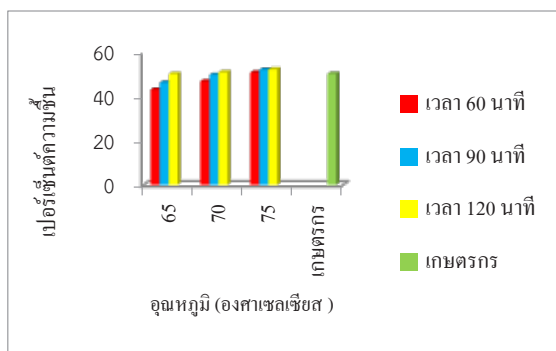
3.1 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเวลาการอบที่เหมาะสม พบว่าแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิของเกษตรกรที่ตากด้วยแสงแดด เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 51.31 % แผ่นข้าวแต่น้ำที่อบด้วยเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมจิด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้

อุณหภูมิที่ 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 43.24 46.41 และ 50.33 % เวลา 90 นาที ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 47.06 49.88 และ 51.09 % เวลา 120 นาที ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง 50.98 52.31 และ 52.43 % ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิ ที่เกษตรกรตากด้วยแสงแดด และใช้เครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมจิด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเกษตรกร ที่ตากด้วยแสงแดดใกล้เคียงกับการอบด้วยเครื่อง อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ที่เวลา 60 นาที ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 50.39% และ 50.33% ตามลำดับ



รูปที่ 6 ลักษณะของแผ่นข้าวแต่น้ำที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมจิด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยที่ ก) แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิที่ตากตามต้องการ และ ข) แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมจิที่ไม่ได้ตากตามต้องการเกิดการไหม้



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง

ตารางที่ 1 ค่าที่ได้จากการวัดค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมของเกษตรกร

ข้าวแต่น้ำแดงโม เกษตรกร	ค่าที่ได้จากการวัดค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสี		
	L*	a*	b*
	+40.6	+3.6	+12.7

3.2 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม พบว่าแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมที่ตากด้วยแสงแดด ได้ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสี ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 2 แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมที่อบด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้อุณหภูมิที่ 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 60 90 และ 120 นาที อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีข้าวแต่น้ำแดงโม พบว่าค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีจะมีแนวโน้มค่าความสว่างลดลง เมื่อใช้เวลาในการอบมากขึ้น เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อทำการอบแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 60

ตารางที่ 2 ค่าที่ได้จากการวัดค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมของเครื่องอบข้าวแต่น้ำ

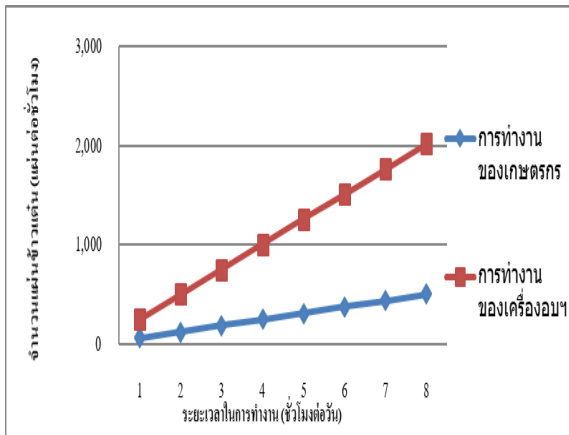
เครื่องอบข้าวแต่น้ำ	ค่าที่ได้จากการวัดค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสี		
	L*	a*	b*
ที่อุณหภูมิ 65 °C เวลา 60 นาที	+42.9	+6.6	+15.3
ที่อุณหภูมิ 65 °C เวลา 90 นาที	+42.2	+6.2	+14.9
ที่อุณหภูมิ 65 °C เวลา 120 นาที	+41.5	+4.9	+13.2
ที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 60 นาที	+45.0	+5.5	+13.5
ที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 90 นาที	+41.0	+5.0	+13.9
ที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 120 นาที	+40.0	+4.1	+13.1
ที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 60 นาที	+41.5	+3.8	+12.8
ที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 90 นาที	+43.8	+5.1	+13.5
ที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 120 นาที	+44.0	+5.2	+14.1

90 และ 120 นาที ค่าสัมประสิทธิ์และความสว่างของสีจะมีแนวโน้มค่าความสว่างมากขึ้น เมื่อใช้เวลาในการอบเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้อุณหภูมิการอบสูงและใช้เวลาในการอบ 90 และ 120 นาที จะทำให้เกิดการไหม้ของแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์และค่าความสว่างของสีที่เกษตรกรตากด้วยแสงแดดเทียบกับการใช้เครื่องอบ พบว่าข้าวแต่น้ำแดงโมอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 60 นาที มีค่าใกล้เคียงกับแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมที่เกษตรกรตากด้วยแสงแดด ซึ่งผลที่ได้ พบว่าการใช้คนในการตากด้วยแสงแดดใช้เวลา 1-2 วัน ได้แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม 504 แผ่น แต่หากใช้เครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม 2,016 แผ่นต่อวัน และจำนวนหีบห่อรวม 201 ห่อต่อวัน

3.3 ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องราคาแรกซื้อ 34,635 บาท ใช้คนควบคุม

เครื่อง 2 คน ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในเวลา 1 ปี สามารถทำงานได้ 240 วัน ในระดับอุณหภูมิที่ 75 องศา เวลา 60 นาที ความสามารถในการทำงาน 252 แผ่นต่อชั่วโมง



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของเกษตรกรและการทำงานของเครื่องอบ

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาและทดสอบเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ประเมินผลการทำงาน อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการอบแผ่นข้าวแต่น้ำแดงคือ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที การเปรียบเทียบระหว่างตากแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโดยแสงแดด และเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าความสามารถในการตากด้วยแสงแดด เท่ากับ 504 แผ่นต่อวัน และการอบด้วยเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดงโดยใช้พลังงานได้วันละ 2,016 แผ่นต่อวัน

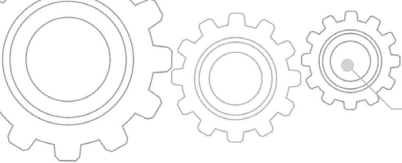
กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกล เกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่สนับสนุนสถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] อุบล สิงห์ขร. 19 ตุลาคม 2562. ประธานกลุ่มเกษตรกรชุมชนบ้านหนองหัววัว. สัมภาษณ์. [Online]. Available: <http://lenergyguru.com/2015/09/drying>. (วันที่ 28 ตุลาคม 2559).
- [2] ปิยะ ยินขุนทด. 2555. “เครื่องอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร”. ปรินิพนธ์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์ อดุสากรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] ชลสวัสดิ์ จำรัสภูมิ วัชรนุกร สุขบำรุง และสถิตพงษ์ พิมพ์รส. 2561. “การออกแบบเครื่องอบข้าวแต่น้ำแดง”. ปรินิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.
- [4] รัตนา อู่อรุณา. 2559. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าวแต่น้ำแดง [Online]. Available: <http://www.gotoknow.org/posts/535559>. (วันที่ 28 ตุลาคม 2559).
- [5] บรรลุ เพ็ชรชิน. 2557. “เครื่องกะเทาะลูกเต๋อยขนาดเล็ก”. วิทยานิพนธ์ ปรินิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [6] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2556. ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน [Online]. Available: <https://>



ienergyguru.com/2015/09/ heat-transfer-through-the-building-envelope. (วันที่ 24 สิงหาคม 2560).

[8] อรัญ หาญสืบสาย. 2557. **“คุณสมบัติทางกายภาพของสี”**. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[9] กองพัฒนาพลังงานทดแทน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2558. โซลาร์เซลล์ [Online]. Available: <http://www3.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>. (วันที่ 27 กันยายน 2559).



การพยากรณ์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนรางเบาตามกรอบการพัฒนา
ระดับหัวเมืองภูมิภาค

Light Rail Transit System's Accessibility Forecasting According to
the Regional Prefecture Plan

ปริญ นาชัยสิทธิ์¹, ศุภฤกษ์ ขามงคลประดิษฐ์², หริส ประสารฉ่ำ³, ปฏิภาณ แก้ววิเชียร³,
และ วรรณะ ประภาภรณ์^{3*}

¹ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40000

² สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40000

³ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40000

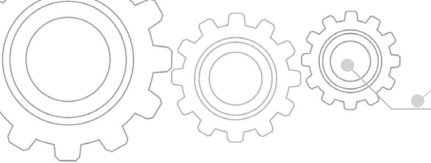
*Corresponding Author: wantana.pa@rmuti.ac.th, 083-677-7796

บทคัดย่อ

บทบาทของระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง เป็นโครงสร้างที่สนับสนุนการเดินทางเพื่อการเข้าถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ การเคลื่อนย้ายประชากรจึงความสัมพันธ์กับโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งมวลชน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และนโยบายการพัฒนาเมือง ในระดับเมืองโดยตรง งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนรางเบาด้วยการเดินทางในเขตเทศบาลนครขอนแก่น ตามกรอบการพัฒนาระดับหัวเมืองภูมิภาค โดยการคาดการณ์ประชากรในปี พ.ศ. 2579 ผลการศึกษาพบว่า จำนวนประชากรที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งทางรางด้วยการเดินในระยะ 5 นาที ในพื้นที่ตัวอย่าง เป็นจำนวน 113,673 คน คิดเป็นราว 11% ของประชากรกลุ่มอายุ 10 – 64 ปี ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนถึงจำนวนผู้อาศัยในจังหวัดกว่า 80% จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมต่อการเดินทางมากกว่า 1 ชนิด เพื่อเข้าถึงระบบบริการสาธารณะทางระบบรางระดับเมือง นอกจากนี้ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่า หากปราศจากสนับสนุนนโยบายเชิงการพัฒนาพื้นที่ ปริมาณการเข้าถึงบริการระบบขนส่งมวลชนรางเบาโดยการเดินจะอยู่ในระดับต่ำ นำมาซึ่งข้อศึกษาทางนโยบาย การส่งเสริมการพัฒนาที่ดินแบบมุ่งเน้นรอบสถานี (Transit Oriented Development: TOD) ด้านการเวนคืนที่ดิน (Land acquisition) การจัดสรรที่ดิน (Land use management) และมาตรการส่งเสริมการพัฒนาด้วยการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR)

คำสำคัญ: รถไฟฟ้ารางเบา; ความสามารถในการเข้าถึง; หัวเมืองภูมิภาค; การพัฒนาที่ดินแบบมุ่งเน้นรอบสถานี

Infrastructure for public transportation has been constructed to support the expected level of urban mobility for effective accessibility. The mass public transportation, land use, and urban development plan are all related to urban migration. According to the Regional Prefecture Plan, this research was conducted to assess the walkability of the Light Rail Transit system (LRT) plan in the Khon Kaen Municipality area. The population that can walk to the LRT



in 5 minutes in 2036 AD, or 11% of the Khon Kaen population prefecture in the demographic sample ages 10 to 64, is estimated to be 113,673 people. The results showed that more than 80% of the population needed multimodal transportation in order to use the LRT. As a result, without the public strategy support policy, the walk access demand has low performance. Bring about analyses of novel urban policies such as FAR credit policy, land purchase, plans for land use, and Transit Oriented Development (TOD).

Keywords: Light Rail Transit; Accessibility; Regional Prefecture; Transit Oriented Development

บทนำ

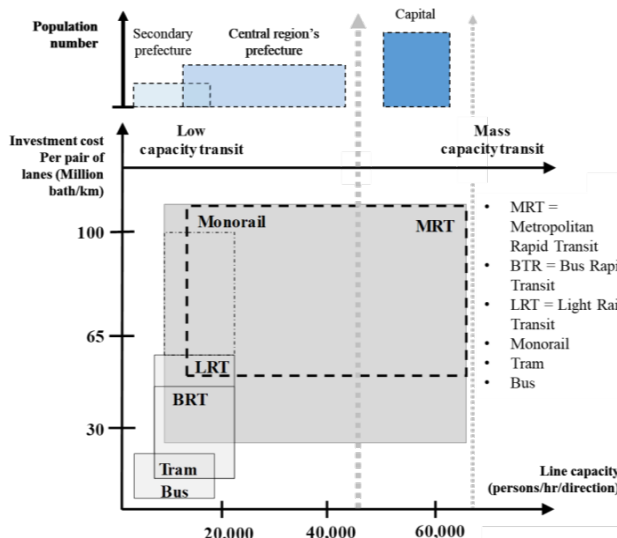
หลักฐานการพัฒนานวัตกรรมขนส่ง ได้ปรากฏชัดในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา ที่ซึ่งพัฒนามาจากการเดินทางด้วยล้อเกวียน สู่วัสดุวิศวกรรม (เครื่องยนต์สันดาป) และ เป็นยุคการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี ที่การขนส่งระบบรางเป็นที่ยอมรับในการเคลื่อนย้ายคนและสินค้ามีประสิทธิภาพสูงสุด [1] พัฒนาการนวัตกรรมที่เกิดขึ้นนั้นแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยระหว่าง ขนาดเม็ดเงินลงทุน และ ปริมาณการใช้งาน [2-4] ลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวอธิบายได้ถึงลักษณะของรูปแบบการพัฒนาที่เหมาะสมของการขนส่งระดับเมืองในภูมิภาค ตามขีดความสามารถของประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ โครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ในปัจจุบัน นำมาสู่ความสามารถในการพัฒนาที่เหมาะสมกับขนาดของเมือง หรือ ระบบขนส่งมวลชนรางเบา (LRT, TRAM หรือ BRT) [3, 5] ในหัวเมืองระดับภูมิภาค แสดงในรูปที่ 1

นอกจากนั้นกลไกการขับเคลื่อนของการพัฒนาระบบรางในเมืองได้ปรากฏหลักฐานการพัฒนาในบริบทที่แตกต่างออกไปตาม ข้อบังคับ กฎระเบียบ ความจำเป็น และ ความพร้อมของแต่ละประเทศ เช่น รูปแบบการพัฒนาการร่วมลงทุนเส้นทางหนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง (One Belt, One Road) ของสาธารณรัฐประชาชนจีนในประเทศลาว [6-7] นวัตกรรมนโยบายเชิงพื้นที่แบบเน้นการพัฒนาพื้นที่รอบสถานี (Transit Oriented development: TOD) [8-10] การพัฒนาพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC ประเทศไทย [11-12] การพัฒนา

รถไฟความเร็วสูงในประเทศญี่ปุ่นและประเทศจีน [13-16] เป็นต้น ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นตัวอย่างขององค์ประกอบของการพัฒนาระบบขนส่งทางรางอย่างเป็นองค์ภาพ

จากยุทธศาสตร์ชาติของประเทศไทยระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ในประเด็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ซึ่งมุ่งเน้นให้มีการขยายขีดความสามารถและพัฒนาคุณภาพการให้บริการเพื่อรองรับการขยายตัวของเมือง และพื้นที่เศรษฐกิจหลักของประเทศ ภายใต้ตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ ซึ่งมีพื้นที่อยู่ใจกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถเดินทางเชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้านในภูมิภาคอาเซียน GSM ด้วยเส้นทาง EWEC และ North-South ด้วยระบบโลจิสติกส์ โดยพื้นที่ดังกล่าวได้ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพด้านอุตสาหกรรมระบบรางตามยุทธศาสตร์ของกลุ่มจังหวัดฯ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยเทศบาลนครและองค์กรส่วนท้องถิ่นมีการสนับสนุนการก่อสร้างโครงการด้านระบบขนส่งทางรางขนาดใหญ่ คือโครงการรถไฟฟ้ารางเบาหรือ LRT เส้นทางท่าพระ-สำราญ เพื่อเสริมศักยภาพในการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการพัฒนาเมือง ด้วยเหตุนี้การศึกษาเชื่อมโยงถึงความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนรางเบาภายในพื้นที่เทศบาลนครขอนแก่น โดยอาศัยกรอบการพัฒนาระดับหัวเมืองภูมิภาค จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการสนับสนุนการดำเนินงานระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพในอนาคต

บทความนี้ จึงเป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อ 1. ศึกษาภาพรวมเส้นทางการลงทุนระบบราง ขนาดเมือง กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น 2. เพื่อศึกษาความสามารถในการเข้าถึงด้วยการเดิน (Walkability) เพื่อใช้บริการระบบขนส่งทางราง ตามตำแหน่งแผนการพัฒนาศถานี และ 3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการกลไกโครงสร้างการพัฒนาเมือง ด้วยระบบขนส่งทางราง สำหรับกรณีศึกษาเมืองระดับภูมิภาค กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย ผ่านการนำเสนอรูปแบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์



รูปที่ 1. การแสดงต้นทุน/รายได้ของระบบรถไฟ และรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT): ประสิทธิภาพ และแข่งขันได้ (โหมดการขนส่ง) [4, 17-21]

วิธีดำเนินงาน

1. ทฤษฎี

การพัฒนาพื้นที่เขตเมืองอย่างไร้ทิศทาง ในระยะยาวจะทำให้ความต้องการเป็นเจ้าของรถยนต์ส่วนบุคคลและการใช้รถส่วนบุคคลจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดการเพิ่มจำนวนยานพาหนะ เกิดการจราจรที่แออัด ส่งผลให้ต้องเพิ่มโครงข่ายถนนและท้ายที่สุดส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง [22] ทั้งจากมลพิษทางอากาศ ทางเสียง สภาวะโลกร้อนและ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับพื้นที่เขตเมือง ความถดถอยในความน่าอยู่ของเมืองมีผลจากรูปแบบการพัฒนาระบบเมือง ระบบการขนส่งและระบบกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในเมือง

ดังนั้นปัจจัยซึ่งสัมพันธ์กันและต้องคำนึงถึงเมื่อต้องการวางแผนการขนส่งในเขตเมือง [23] จึงประกอบด้วย ปัจจัยด้านการขนส่ง รูปแบบการใช้ที่ดินและสิ่งแวดล้อม การเพิ่มจำนวนถนนเส้นหนึ่งนั้นเกิดจากความต้องการในการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้น ในแง่บวกจะส่งผลให้การขยายตัวทางเศรษฐกิจในหลายด้าน ได้แก่ การขนส่งคนและสินค้า รายได้ของครัวเรือนและประชากร ความสามารถในการครอบครองยานพาหนะ การเข้าถึงระบบการขนส่งสาธารณะ รวมถึงความสามารถในการเดินทางได้ไกลขึ้น จากที่กล่าวมาทำให้การพึ่งพารถยนต์ส่วนบุคคลเพื่อเดินทางจึงกลายเป็นรูปแบบการเดินทางหลักของประชากรหรือชุมชนที่อาศัยอยู่ภายในพื้นที่เขตเมือง [24-25] อย่างไรก็ตามผลในแง่ลบ เมื่อมีจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มมากขึ้น โอกาสการเกิดอุบัติเหตุจะสูงขึ้น และหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะเกิดปัญหาการจราจรติดขัด นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [26]

นอกเหนือจากการสร้างถนนเพื่อรองรับปริมาณจราจรในเขตเมืองที่เพิ่มมากขึ้น การก่อสร้างอาคารการลงทุนเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของเมือง จะก่อให้เกิดความหนาแน่น รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของประชากรในพื้นที่เขตเมืองเพิ่มมากขึ้น การจ้างงานที่เพิ่มมากขึ้นจากการลงทุนดังกล่าวส่งผลให้ความต้องการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหากพื้นที่เขตเมืองนั้นมีการพัฒนาระบบการขนส่งสาธารณะที่ดี เช่นระบบขนส่งทางราง การวางแผนการขยายตัวของเมืองที่ดี ที่กระชับ (ไม่กระจัดกระจายและไร้ทิศทาง) จะทำให้การเติบโตของเมืองนั้นกระชับและมีความหนาแน่นสูง เกิดระยะทางในการเดินทางที่ลดลง ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะง่ายขึ้น ส่งผลต่อการใช้ยานพาหนะที่ลดลง การใช้

พลังงานเชื้อเพลิงลดลง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลดลง ทำให้นักลงทุนตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งโครงการที่จะลงทุนหรือภาครัฐวางแผนการลงทุนด้านระบบการขนส่งได้ง่ายขึ้น แผนที่วางไว้สามารถให้บริการต่อประชากรในพื้นที่เขตเมืองที่คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูง

สำหรับรูปแบบของการพัฒนาเมืองแบบกระจับกับค่าความหนาแน่นที่เหมาะสม ค่าความหนาแน่นขั้นต่ำของพื้นที่พักอาศัย เช่น ทาวน์เฮาส์ อาคารพาณิชย์ อาคารสูง นั้นจะต้องมีมากพอที่จะสามารถรองรับเวลาห่าง (Headway) ของการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะได้ และรวมถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบต้องมีคุณภาพ มีพื้นที่เดินเท้าซึ่งมีระยะที่สั้นและเชื่อมโยงกับจุดศูนย์กลางของระบบขนส่งและเอื้อประโยชน์ในการเข้าถึงด้วยการใช้รถจักรยานมากกว่าการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ความหนาแน่นสูงสุดควรอยู่ใกล้พื้นที่ให้บริการมากที่สุด และลดลงตามระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง [23]

2. ระเบียบวิจัย

ความสามารถในการเข้าถึง [27-30] เป็นเรื่องพื้นฐานที่ผู้อยู่อาศัยในเมืองพึงได้รับ ความสามารถของเมืองนั้นจึงเกี่ยวข้องโดยตรงกับการยกระดับความสามารถเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะ กรอบการวัดความสามารถในการเข้าถึงในงานวิจัยนี้จึงได้พิจารณาความสามารถเชิงพื้นที่สำหรับการเดินเข้าถึงสถานีในระยะ 400 เมตร (ตามความเร็วเฉลี่ย 80 เมตร / นาที; 5 นาทีในการเข้าถึง) สำหรับสถานีระหว่างทาง และ 800 เมตร ตามแผนการพัฒนาพื้นที่รอบสถานี โดยระบบรถโดยสารสาธารณะ และ ระบบขนส่งรถไฟฟ้ารางเบาระดับเมืองของจังหวัดขอนแก่น แสดงในรูปที่ 2 และแสดงรายละเอียดการคำนวณความสามารถในการเข้าถึงในสมการที่ 1

$$A_q = \frac{\sum_{i \in N_i} A_s P_{it}}{\sum_{i \in N_i} P_{it}} \quad (1)$$

A_q = ค่าเฉลี่ยจำนวนของโอกาสของ “m” ที่สามารถเข้าถึงจุดเริ่มต้น “j” ในพื้นที่ “i”

A_s = ผลรวมของโอกาสของ “m” ที่มีความสามารถในพื้นที่ “i” ตามขีดความสามารถของ “k”

P_{it} = จุดเริ่มต้นบนพื้นที่ “i” ตามชนิดของ “t”

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

ตามแผนพัฒนาในการยกระดับการคมนาคมระดับหัวเมืองภูมิภาคในกรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น ตามแผนพัฒนาระบบขนส่งทางราง จากแบบจำลองเห็นได้ว่าจำนวนคนที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งทางราง ด้วยการเดินในระยะ 5 นาที มีจำนวน 113,673 คน คิดเป็น 11% ของประชากรกลุ่มอายุ 10-64 ปี ตามการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2036 [31-32] แสดงในตารางที่ 1 ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนถึงจำนวนผู้อาศัยในจังหวัดกว่า 80% จำเป็นต้องอาศัยมากกว่า 1 ชนิดการเชื่อมต่อการเดินทางเพื่อเข้าถึงระบบบริการสาธารณะทางระบบรางระดับเมือง หากปราศจากการส่งเสริมการพัฒนาที่ดินแบบมุ่งเน้นรอบสถานี อนึ่งเกี่ยวข้องกับเครื่องมือทางนโยบายการใช้ที่ดิน เช่น การเวนคืนที่ดิน และการจัดสรรที่ดิน จึงเป็นความจำเป็นถึงการพัฒนานวัตกรรมทางนโยบายเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองทั้งการปริมาณผู้ใช้งาน การเคลื่อนย้ายระดับเมือง และการบริหารจัดการประโยชน์การใช้ที่ดิน

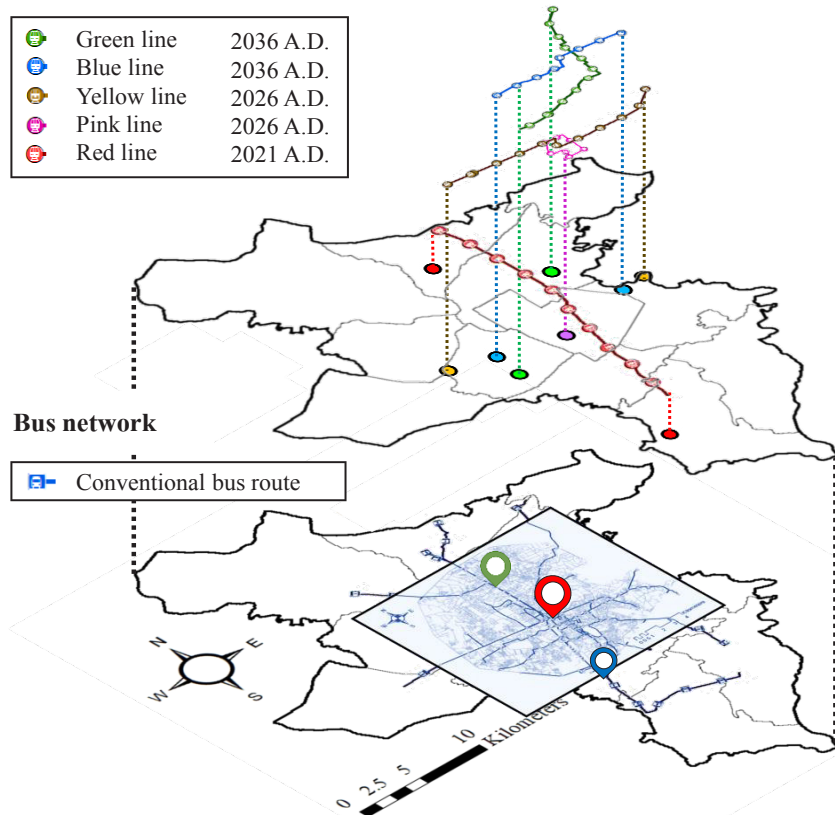
การพัฒนาต้นแบบระบบขับเคลื่อนรถไฟฟ้ารางเบา ตามแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบรางระดับเมือง [33-36] จึงเป็นแนวทางยกระดับคุณภาพชีวิตชุมชนเมือง ส่งเสริมเศรษฐกิจใหม่ (อุตสาหกรรมระบบราง) โดยผลจากการวิเคราะห์พบว่า ลักษณะการดึงดูดเชิงพื้นที่และการหมุนเวียนของประชากรมีลักษณะการเติบโตตามหน่วยการบริการสาธารณะ โดยเฉพาะหน่วยงานราชการและหน่วยของกิจกรรมชุมชน ซึ่งจะมีลักษณะขยายตลอดแนวแนวดนที่เชื่อมโยงกันของบริเวณโดยรอบ ส่วนหนึ่งอยู่ในรูปแบบของรถเข็นอาหาร ประเด็นดังกล่าวยังเป็นผล

Tram network plan

	Green line	2036 A.D.
	Blue line	2036 A.D.
	Yellow line	2026 A.D.
	Pink line	2026 A.D.
	Red line	2021 A.D.

Bus network

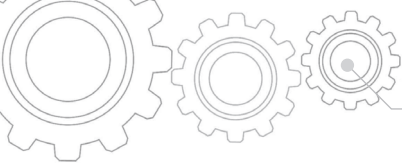
	Conventional bus route
---	------------------------



รูปที่ 2. ข้อมูลเปรียบเทียบแผนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานระบบรางในเมืองและโครงข่ายรถโดยสารประจำทาง

ตารางที่ 1. ข้อมูลศักยภาพการคำนวณจำนวนคนที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งทางราง ด้วยการเดินในระยะ 5 นาที ในปี ค.ศ. 2021-2036 AD.

ลำดับ	สถานี	จำนวนประชากรคาดการณ์ในการเดินเข้าถึงสถานีในระยะรัศมี : กลุ่มประชากรช่วงอายุ 10 – 64 ปี											
		100 เมตร			200 เมตร			300 เมตร			400 เมตร		
		2021 (AD.)	2026 (AD.)	2036 (AD.)	2021 (AD.)	2026 (AD.)	2036 (AD.)	2021 (AD.)	2026 (AD.)	2036 (AD.)	2021 (AD.)	2026 (AD.)	2036 (AD.)
RED line													
1	จำนวนประชากรที่สามารถเข้าถึง	681	675	646	3,601	3,568	3,415	9,440	9,354	8,952	17,368	17,210	16,471
Pink and Yellow line													
2	จำนวนประชากรที่สามารถเข้าถึง	2,665	2,641	2,528	11,912	11,804	11,297	25,542	25,309	24,223	38,739	38,387	36,739
Blue and Green line													
3	จำนวนประชากรที่สามารถเข้าถึง	4,373	4,333	4,147	19,798	19,618	18,776	42,118	41,735	39,944	63,755	63,175	60,463
	จำนวนประชากรสะสมที่สามารถเข้าถึง 1 เส้นทาง	681	675	646	3,601	3,568	3,415	9,440	9,354	8,952	17,368	17,210	16,471
	จำนวนประชากรสะสมที่สามารถเข้าถึง 3 เส้นทาง	3,346	3,316	3,174	15,513	15,372	14,712	34,982	34,663	33,175	56,107	55,597	53,210
	จำนวนประชากรสะสมที่สามารถเข้าถึง 5 เส้นทาง	7,719	7,649	7,321	35,311	34,990	33,488	77,100	76,398	73,119	119,862	118,772	113,673



ให้เกิดอุปสรรคด้านการจัดการกลุ่มร้านค้าดังกล่าว เช่น การสนับสนุนผู้ประกอบการร้านค้ารายย่อยจากภาครัฐที่เป็นระบบ และการจัดการความสะอาดเรียบร้อยเชิงพื้นที่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมศาสตร์อธิบายลักษณะพฤติกรรมเชิงชุมชนเห็นได้ว่า ชุมชนไทยมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับหน่วยกิจกรรมท้องถิ่น อาทิเช่น ตลาด และวัด เป็นอย่างมาก

ทั้งนี้จำนวนประชากรที่สามารถเดินทางเข้าสู่ระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพได้ คือ เป้าหมายการลดต้นทุนค่าครองชีพ และเพิ่มประสิทธิภาพกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อันจะก่อให้เกิดเศรษฐกิจระดับเมืองถูกขับเคลื่อนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น รวมถึงเป็นโอกาสของเมืองระดับภูมิภาคที่กำลังเติบโต ที่ซึ่งการพัฒนาจึงอยู่ในลักษณะการพัฒนาเมืองใหม่ แตกต่างกับเมืองที่ได้เจริญเติบโตแล้ว

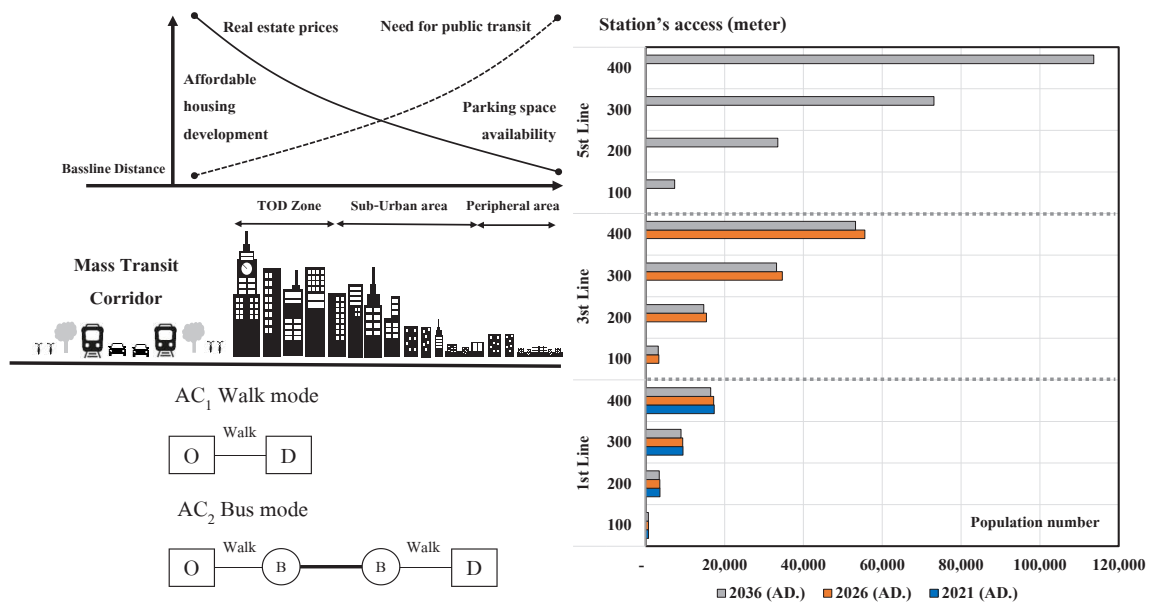
จากการศึกษาพบว่าแนวทางการพัฒนาเมืองตาม LEED V.4 และ Form Based Code [37-38] ประเทศอังกฤษพบว่าความสามารถในการเดินเข้าสู่ระบบขนส่งทางรางส่งผลให้เกิดเศรษฐกิจจุลภาคตามแนวทางการเดินเข้าถึงของสถานี จึงเป็นเป็นต้นแบบของการพัฒนาพื้นที่รอบสถานี (TOD) ที่ปรากฏในกรณีศึกษาในหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน ฝรั่งเศส และ เยอรมนี [39] ดังนั้นระดับความสามารถทางการขับเคลื่อนนโยบายในการกำกับดูแลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการส่งเสริมให้เกิดเศรษฐกิจชุมชนจะเป็นกลไกสำคัญอันจะนำมาซึ่งการไม่ทอดทิ้งและเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่ประชาชนผู้อยู่อาศัยตลอดจนผู้ประกอบการรายย่อยทั้งในและนอกระบบสามารถแข่งขันได้

นอกจากนี้ แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมระบบรางจะก่อให้เกิดการส่งเสริมอุตสาหกรรมใหม่ (ชิ้นส่วนรถไฟ) ซึ่งจะส่งผลให้อุตสาหกรรมรถไฟเกิดการผลิตและพัฒนาในประเทศ นำมาถึงโอกาสการพัฒนาเส้นทางรถไฟระดับเมือง เป้าหมายดังกล่าวก่อให้เกิดการหมุนเวียนเศรษฐกิจใหม่ระดับจุลภาคที่

จะขับเคลื่อนส่งผลให้ประโยชน์ของการใช้พื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะ (ความสามารถในการเข้าถึง) ระดับเมืองมีประสิทธิภาพ และสะท้อนไปถึงเศรษฐกิจระดับประเทศต่อไป

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาและการพยากรณ์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนรางเบาตามกรอบการพัฒนาระดับหัวเมืองภูมิภาคโดยอาศัยการรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่ออภิปราย กรอบแนวคิดการพัฒนาเมืองผ่านระบบขนส่งมวลชนด้านระบบขนส่งทางราง (รถไฟฟ้ารางเบา) ในมิติทางนโยบาย สำหรับกรณีศึกษาเมืองระดับภูมิภาค กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่า ลักษณะการใช้ที่ดินในกลุ่มตัวอย่าง มีแนวโน้มการกระจายตัวออกจากจุดศูนย์กลาง ซึ่งมีจุดดึงดูดโดยหน่วยงานภาครัฐ เมื่อตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงสถานีตามแผนการลงทุนขนส่งมวลชนรางเบา พบว่ามีแนวโน้มกระจายตัวออกในแนวราบ จึงเป็นปัญหาสำคัญของภาครัฐในการส่งเสริมความเข้มข้นของพื้นที่รอบสถานีสำหรับเมืองในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานระบบราง อาทิเช่น นโยบายการเพิ่ม FAR ในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจตามแนวเส้นทางรถไฟฟ้า หรือ การส่งเสริมด้านภาษีสำหรับอาคารประเภท Mix use unit รอบสถานี หรือ การส่งเสริมภาษีสิ่งปลูกสร้างที่เอื้อต่อการปลูกสร้างอาคารพักอาศัยใน [40] เป็นต้น ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 3 ในขณะที่มาตรการและกระบวนการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อก่อให้เกิดอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งทางรางในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นและใกล้เคียง ถือได้ว่าเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมความเข้าใจด้านระบบขนส่งสาธารณะต่อประชาชน และสามารถขับเคลื่อนการเป็นเมืองอัจฉริยะในอนาคตได้อย่างยั่งยืน



รูปที่ 3. ความสามารถในการเดินเข้าถึงสถานีในระยะ 400 เมตร ตามช่วงเวลาการลงทุน
แผนระบบขนส่งมวลชนรางเบาระดับหัวเมืองภูมิภาค กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pan, Q., Pan, H., Zhang, M., & Zhong, B. (2014). Effects of Rail Transit on Residential Comparison Study on the Rail Transit Lines in Houston, Texas, and Shanghai, China. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 118-127. <https://doi.org/10.3141/2453-15>.
- [2] Haixiao, P., Qing, S., Ming, Z. (2009). Influence of Urban Form on Travel Behaviour in Four Neighborhoods of Shanghai. *Urban studies*, 46 (2), 275 - 294, <https://doi.org/10.1177/0042098008099355>.
- [3] Qisheng, P., Haixiao, P., Ming, Z., Baohua, Z. (2014). Effects of Rail Transit on

Residential Comparison Study on the Rail Transit Lines in Houston, Texas, and Shanghai, China. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 118-127. <https://doi.org/10.3141/2453-15>.

- [4] GAO. Report to Congressional Requesters. (2001). *MASS TRANSIT Bus Rapid Transit Shows Promise*. Washington, D.C.: United States General Accounting Office.

[5] Xinjian, L. and Peter, E.D.Love. (2022). Procuring urban rail transit infrastructure by integrating land value capture and public-private partnerships: Learning from the cities of Delhi and Hong Kong. *Cities*, Volume 122, March 2022, 103545. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103545>.

[6] Chu, C.H., Hoang, M.H. (2022). Lao PDR's Perceptions and Strategies toward China's Belt and Road Initiative. *International Journal of Social Science and*



Human Research, ISSN (print): 2644-0679, ISSN (online): 2644-0695 Volume 05 Issue 05 May 2022 DOI: 10.47191/ijsshr/v5-i5-18, Page No: 1695-1705.

[7] Sonexay, P. and Donghua, Y. (2022). “China-Laos Economic and Trade Cooperation and Construction of Sustainable Energy Cargo Channel under the Background of “One Belt, One Road”. *Hindawi Scientific Programming*, Volume 2022, Article ID 9048584, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2022/9048584>.

[8] Bryan, D.G. and Montenegro, K. S. (2021). A large neighborhood search algorithm to optimize a demand-responsive feeder service”. *Transportation Research Part C*, 103102, 2021. <https://doi.org/10.1002/net.22095>.

[9] Japan TOD’s guild book. (2021). International Affairs Office, City Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT).

[10] Department of Urban Engineering. (1994). *Contemporary studies in urban planning and environmental management in Japan*. Tokyo: Kajima Institute Publishing Co.Ltd.

[11] นพดล วียาภรณ์, เอกพร รักความสุข. (2019). การบริหารการพัฒนาโครงการพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษ ศึกษากรณี: พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC. *วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, ปีที่ 6 ฉบับที่ 2. หน้า 1-15.

[12] ความต้องการแรงงาน ในเขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก. กองบริหารข้อมูลตลาดแรงงาน กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน. กกจ. 25/2561 กบต. 8. ISBN 978-616-555-174-8.

[13] Dai, N. and Masatoshi, H. (2007). Revaluation of Japanese high-speed rail construction: Recent situation of the north corridor Shinkansen and its way to completion. *Transport Policy*, Volume 14, Issue 2, March 2007, Pages 150-164.

[14] Li, Z. and Zhiyun, S. (2011). Progress in high-speed train technology around the world. *Journal of Modern Transportation*, Volume 19, Number 1, March 2011, Page 1-6 Journal homepage: jmt.swjtu.edu.cn. DOI: 10.1007/BF03325733.

[15] Takeshi, K. and Lingling, W. (2015). The Impact of High Speed Rail on Tourism Development: A Case Study of Japan. *The Open Transportation Journal*, 2016, 10, (Suppl-1, M4) 35-44.

[16] Zhigang, L. and Hangtian, X. (2016). High speed railroad and economic geography : Evidence from Japan. ASIAN DEVELOPMENT BANK.

[17] Cervero, R. (2013). Bus Rapid Transit (BRT) : An Efficient and Competitive Mode of Public Transport. UNIVERSITY OF CALIFORNIA: Institute of urban and regional development. Working Paper 2013-01. 2013-10-01.

[18] PCBK, International Co., Ltd. (2011). The Study on Transport and Traffic Development Master Plan. Executive Summary Report, PCBK International Co., Ltd and Thammasat University Research and Consultancy Institute.

[19] Daniel, P., Georges, D., Ramon, M.R., Joanna, M. (2018). *The urban rail development handbook*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

[20] Kittelson & Associates, INC., KFH Group, INC. Parsons Brinckerhoff quade & gouglass, inc. Dr. Katherine hunter -zaworski. (2003). *Transit Capacity and Quality of Service Manual*, 2nd edition. Washington, D.C: Transportation research board.

[21] Vuchic, V.R. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*. John Wiley & Sons, Inc.

[22] GTZ. (2004) Sustainable transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities (Module 2a): *Land use planning and urban transport* (revised September 2004). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

[23] พนกฤษณ คลังบุญครอง. *การวางแผนการขนส่งในเขตเมืองอย่างยั่งยืน : หลักการและปฏิบัติการ*. ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. พิมพ์ครั้งที่ 1. 2561.

[24] นันทพิพัฒน์ ธนาริวัฒนา, อาทิตย์ อภิโชติธนกุล, ศิรวดี อธิฐานารณ. (2020). การขนส่งสินค้าภายในเมืองโดยการขนส่งทางถนนร่วมกับระบบรถไฟฟ้ารางเบา. *วารสารวิจัยราชชมงคลกรุงเทพ*, Vol.14 No.2 July - December 2020.

[25] ศิวพงศ์ ทองเจือ. (2016). การวางแผนออกแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและอาคาร ตามเกณฑ์ Form-Based Codes1 และ LEED-ND2 ในการพัฒนาเมืองและย่าน ภายใต้พระราชบัญญัติการผังเมือง (ฉบับที่4) พ.ศ.2558. *การประชุมวิชาการผังเมืองครั้งที่ 3 ประจำปี 2559 ของสมาคมการผังเมืองไทย*.

[26] Hayashi, Y. (1996). Economic development and its influence on the environment: urbanization, infrastructure and land use planning systems. In

Transport, Land-use and the Environment (pp. 3-25). Springer, Boston, MA.

[27] Chandra, S., & Quadrifoglio, L. (2013). A new street connectivity indicator to predict performance for feeder transit services. *Transportation Research Part C*, 30, 67-80. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.02.004>.

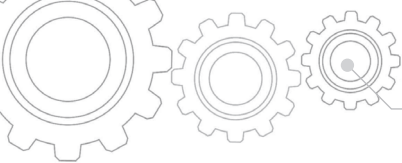
[28] Geurs, K.T. (2018). Transport planning with accessibility indices in the Netherlands. Transport Planning with Accessibility Indices in the Netherlands Discussion Paper, OECD. *International Transport Forum Discussion Paper*, No. 2018-09, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/c62be65d-en>.

[29] Geurs, K.T. & Wee, B.V. (2004). Accessibility evaluation of land use and transport strategies: review and research directions". *Journal of Transport Geography*, 12, Pages 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>.

[30] Litman, T. (2020). Evaluating Accessibility for Transport Planning Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities. *Victoria Transport Policy Institute*.

[31] NSO. (2018). The Population and Houses Classified by District and Sub-district, Khon Kaen Province as of December 2010. URL: <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/districtList/S010107/th/56.htm>.

[32] NSO. (2020). "The Demographic Statistics Population and Housing". URL: <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx>.



[33] Office of Transport and Traffic Policy and planning of Thailand. (2016) Office of Transport and Traffic Policy and Planning (Ministry of transport). URL: <http://www.otp.go.th/index.php/edureport/view?id=137>.

[34] Office of Transport and Traffic Policy and planning of Thailand. Office of Transport and Traffic Policy and Planning (Ministry of transport). URL: <http://www.otp.go.th/index.php/edureport/view?id=137>, 2016.

[35] OTP. (2018). “The Light Rail Mass Transit System, North-South line (Samran – Tha Phra)”. URL: <https://otp.gdcatalog.go.th>.

[36] The 12th National Economic and Social Development Plan. (2017). Office of the national Economic and Social Development Council (2017, 02 02. 5th December 2020. URL:<https://www.nesdc.go.th>.

go.th/ewt_news.php?nid=6420&filename=develop_issue.

[37] LEED v4 for Neighborhood Development. URL: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-neighborhood-development-current-version>. 2565.

[38] Form-Based Codes. URL: <https://formbasedcodes.org/definition/>. 2565

[39] Christopher, D. Higgins, (2016). A latent class method for classifying and evaluating the performance of station area transit-oriented development in the Toronto region. *Journal of Transport Geography*, 61-72. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.02.012.

[40] Olga, F. (2020). Impact of bus rapid transit on residential property prices in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, Volume 86, June 2020, 102780. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102780>.

