

วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Technology & Innovation URU Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2561 ISSN 2630-0222

- 1 การพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
กณพ วัฒนา
- 13 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน
โรงเรียนยอดโพธิ์ทอง 1 จังหวัดอุดรดิตถ์
เชาวฤทธิ์ จันจัน สมุทร สีอ่อน ศุภราภรณ์ ทองสุขแก้ว
พิสุทธิ ศรีจันทร์ และศุภกร ทองสุขแก้ว
- 25 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยสับปะรดเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร
ดุษฎี บุญธรรม
- 32 การจัดการการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด
อดุลย์ พุกอินทร์ สุวิรัชย์ วัชรถาวรศักดิ์
และผกามาต พุกอินทร์
- 44 การปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก
กาญจนา ดาวเด่น ไชยยันต์ ชนะพรมา
วรารณ ชนะพรมา และพงศ์เทพ กุลชาติชัย

คณะกรรมการและกองบรรณาธิการ วารสารวิชาการ

เจ้าของ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์
ที่ปรึกษา	อธิการบดี
บรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์ อินทวงศ์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	อาจารย์ ดร.กณพ วัฒนา
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรจน์ นะเที่ยง
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์คุษฎี บุญธรรม

กองบรรณาธิการภายนอก			กองบรรณาธิการภายใน		
ศ.เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	รศ.ดร.สุภาวิณี สัตยาภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.วิชัย ศรีคำ	ข้าราชการเกษียณ	รศ.ดร.อิสระ อินจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.วิชัย แหวนเพชร	ข้าราชการเกษียณ	รศ.ดร.สิงเดช แต่งจวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ผศ.ดร.วีระพล คงนุ่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
		ผศ.ดร.อังกาบ บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.อชฎา โปราณานนท์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ผศ.ครรชิต พิระภาค	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.สุชาติ แยมเม่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ผศ.อดุลย์ พุกอินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูน	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ผศ.อรุณเดช บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ผศ.เจนศักดิ์ คชนิล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.ปราโมทย์ ศรีน้อย	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	ผศ.อภิศักดิ์ พรหมฝ่าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ	มหาวิทยาลัยศิลปากร	ผศ.ทวีศักดิ์ วรจักร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.ไพฑูรย์ ทองทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	ผศ.ธนภูมิ เฟื่องเพียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
		ดร.พลศักดิ์ คำฟู	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
รศ.ดร.เสถียร อัญญศรีรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	ดร.ศักดิ์ดา หอมหวล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ดร.เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดร.ขวัญนิจ คำเมือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ดร.ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดร.ภาณุ บุรณจารุกร	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ดร.ศกัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดร.ประยูร สุรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	ฝ่ายสนับสนุนการดำเนินการจัดทำวารสาร			
ผศ.ดร.วิษณุ บัวเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร	อาจารย์วรพล มะโนสร้อย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
		อาจารย์กานูวัฒน์ ชันจา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดร.พิชิต พระพินิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	นางสาววันนิสา เมฆทับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ผศ.ดอนสัน ปงผาบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง	นายกิตติพงษ์ ยินดีสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์		
ดร.วชิราภรณ์ เพิ่มพูนสินทรัพย์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน				

วัตถุประสงค์	1. เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดผลงานวิชาการและวิจัย ในรูปของสิ่งตีพิมพ์ 2. เพื่อสนับสนุนการนำผลงานวิชาการ และวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ 3. เพื่อสร้างเครือข่ายการเผยแพร่ผลงานวิชาการและวิจัย ระหว่างมหาวิทยาลัยกับหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน
สำนักงาน:	ฝ่ายงานวารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุดรดิตต์ จังหวัดอุดรดิตต์ 53000 Website: http://industrial.ur.ac.th/Journal/index.html
กำหนดการออก:	ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม
ลักษณะบทความ:	ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือต้องไม่อยู่ในขั้นตอนพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่น
พิมพ์ที่:	วนิดาการพิมพ์ 14/2 หมู่ 5 ตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์/โทรสาร 0 5311-0503-4

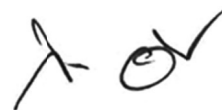
บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

สารจากฉบับดี

วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2561 ถึง ธันวาคม 2561 มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และสนับสนุนผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ นวัตกรรม ทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปต่อยอดในระดับการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม และยังสามารถแก้ปัญหาท้องถิ่น อย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนานวัตกรรมตามหลักพันธกิจสัมพันธ์เพื่อการท้องถิ่น และการพัฒนาประเทศเพื่อ การแข่งขันประชาคมอาเซียน ก่อนการตีพิมพ์ ผลงานทุกชิ้นจะได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานั้นๆ เพื่อให้เชื่อมั่นว่าเป็นผลงานที่มีคุณภาพ สมควรได้รับการตีพิมพ์สามารถนำไปเป็นสิ่งที่อ้างอิงทางวิชาการได้

เนื้อหาในวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยจำนวน 5 บทความ ได้แก่ การพัฒนาระบบรายงานผล การปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน โรงเรียนยอดโพธิ์ทอง 1 จังหวัดอุดรดิตถ์ การออกแบบและพัฒนา เครื่องแยกเส้นใยสับปะรด เพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร การจัดการการซ่อมบำรุงของบริษัท เอสดี แทรกเตอร์ จำกัด และการปรับปรุงโครงสร้างรถติดอกระบบไฮดรอลิก

ในฐานะบรรณาธิการ ใคร่ขอเชิญชวนอาจารย์และนักวิชาการ ร่วมส่งผลงานวิจัยหรือบทความวิชาการเพื่อ ตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยมีความคาดหวังว่าผลงานเหล่านี้จะ ได้รับการพัฒนาต่อยอดไปเป็นองค์ความรู้ของประเทศอันจะนำไปสู่การพึ่งพาตนเองได้ในระดับชาติ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์ อินทุวงศ์

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทความวิจัย	
■ การพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กณพ วัฒนา	1
■ การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน โรงเรียนยอดโพธิ์ทอง 1 จังหวัดอุตรดิตถ์ เชาวฤทธิ์ จั่นจัน สมุทร สีส่อน ศุภราภรณ์ ทองสุขแก้ว พิสุทธิ ศรีจันทร์ และศุภกร ทองสุขแก้ว	13
■ การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยสับปะรด เพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ดุชนันท์ บุญธรรม	25
■ การจัดการการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดีแตรกเตอร์ จำกัด อดุลย์ พุกอินทร์	32
■ การปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก กาญจนา ดาวเด่น ไชยยันต์ ชนะพรพมา วราภรณ์ ชนะพรพมา และพงศ์เทพ กุลชาติชัย	44

การพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

Development of Construction Reporting System by Information Technology

กณพ วัฒนา^{1*}

^{1*} อาจารย์, สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Kanop Wattana^{1*}

^{1*} Lecturer, Engineering Management, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

E-mail: kanoptm03@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ควบคุมงานเมื่อได้ใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน ด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ โดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาเครื่องมือ และการประเมินหาประสิทธิภาพ ระบบนี้ทำงานบนโปรแกรมประยุกต์ในสมาร์ทโฟน เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ดี การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของผู้ควบคุมงานก่อสร้างใน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการบริหารจัดการเวลาในการบันทึกผลการปฏิบัติงาน ด้านความสะดวก คล่องตัวเมื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานก่อสร้าง ด้านความครบถ้วนของหัวข้อการรายงานผลการปฏิบัติงาน และด้านพื้นที่การเก็บข้อมูลและความปลอดภัยของข้อมูล พบว่ามีผู้ประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในระดับมากทุกด้าน

คำสำคัญ: ระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง เทคโนโลยีสารสนเทศ สมาร์ทโฟน

Abstract

This research aimed to develop the construction reporting system by information technology and to investigate the effectiveness of the supervisor when using the developed system. Mixed methods were employed qualitatively and quantitatively by interviews with professionals, development tools and evaluated the effectiveness. This system was implemented on mobile application in smartphone and connected data server passed internet system. The research findings indicated that a developed system can work well and 4 aspects of the system effectiveness including time management of performance records, Comfort and convenience Flexible when used in construction site, The completeness of the topic of performance reporting and the completeness of the topic of performance reporting. It is found that the effectiveness is excellent level in all aspects.

Keywords: Construction Reporting System, Information Technology, Smart phone

1. บทนำ

โครงการก่อสร้างจะประสบความสำเร็จใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ มีหลายกระบวนการที่ต้องดำเนินการตั้งแต่การกำหนดโครงการ การศึกษาความเป็นไปได้ การศึกษาผลกระทบ การออกแบบการประมาณราคา การดำเนินการก่อสร้างจนแล้วเสร็จ (วิสูตร จิระดำเกิง, 2552, น. 17) ซึ่งการรายงานผลการปฏิบัติงานเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะทำให้ผู้ตรวจรับมอบ เจ้าของงาน หรือผู้บริหาร ได้ทราบความเป็นไปของโครงการก่อสร้าง และมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ซึ่งผู้ควบคุมงานจะต้องบันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานก่อสร้างอย่างละเอียดทุกวัน เช่น ปริมาณงานที่ทำได้ ปริมาณของวัสดุก่อสร้าง คนงาน เครื่องมือ เครื่องจักร เทคนิควิธีการก่อสร้างที่ใช้ ความสำเร็จของงานก่อสร้าง เป็นต้น (กมลวรรณ ลิ้มปนาทร, 2543, น. 13-15)

ในสภาพการทำงานของผู้ควบคุมงานที่จะต้องอยู่ในบริเวณการก่อสร้าง ส่งผลให้ไม่สะดวกในการเขียนรายงานผลการปฏิบัติงาน การเก็บรักษา เป็นสาเหตุของการรายงานผลที่ไม่เป็นปัจจุบัน (นวฉัตร พูนศิริ และคณะ, 2558) ด้วยสภาพแวดล้อมของบริเวณการก่อสร้างมีผลทำให้ข้อมูลอาจมีการสูญหาย ถูกทำลาย ลบเลือน และอาจมีการลืมนำข้อมูลไม่ได้จนบันทึกที่เป็นปัจจุบัน ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานต่างๆ มากขึ้น สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เกิดความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นโดยใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เพื่อพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง และเพื่อประเมินประสิทธิผลในการทำงานของผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

2. ขอบเขตของการวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยการสร้างระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และเก็บข้อมูลประสิทธิผลในการใช้งานจริงดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 การสร้างระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาความต้องการของผู้ใช้เครื่องมือที่มีต่อระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง เพื่อการควบคุมงานก่อสร้างที่จะพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ และ 2) การพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการควบคุมงานก่อสร้าง และการหาคุณภาพของแบบประเมิน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมงานก่อสร้างตรวจสอบความเหมาะสมในประเด็นข้อคำถาม ความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)

2.1.2 การประเมินประสิทธิผลในการใช้งานของระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างเพื่อการควบคุม และตรวจงานก่อสร้างโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน

2.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งตามขั้นตอนของการวิจัยได้ดังนี้

2.2.1 กลุ่มตัวอย่างในการหาคุณภาพของเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมงานก่อสร้างหรือที่เกี่ยวข้อง ช่วยพิจารณาในข้อคำถามในแต่ละด้านของแบบประเมินประสิทธิผลของการใช้งานของระบบที่สร้างขึ้น

2.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการประเมินประสิทธิผลการใช้งาน โดยนำเครื่องมือที่ติดตั้งระบบไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานอยู่ในโครงการก่อสร้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ดังนี้

- 1) ผู้ควบคุมงานของบริษัทศิลป์โยธา จำกัด จำนวน 6 คน
- 2) ผู้ควบคุมงานของบริษัทท่าเลไทยธรรมชาติ จำกัด จำนวน 6 คน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสร้างระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในด้านการควบคุมงานก่อสร้างให้ทราบถึงสภาพปัญหาและความต้องการ เมื่อนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีใช้ในการรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้าง

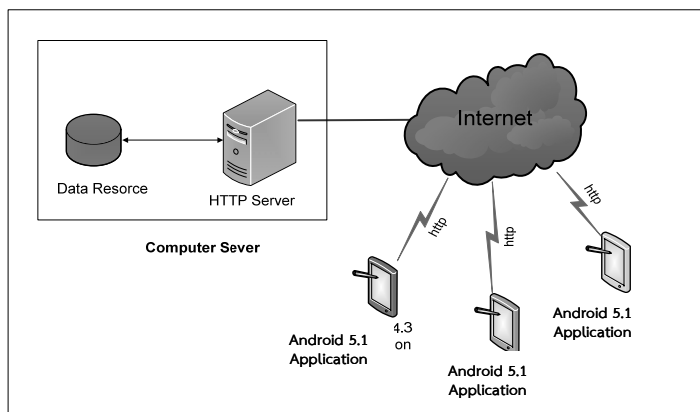
3.1.2 การพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้าง โดยเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการควบคุมงานก่อสร้าง และการหาคุณภาพของแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมงานก่อสร้างตรวจสอบความเหมาะสมในประเด็นความสอดคล้องกันของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) อยู่ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยได้ปรึกษา และร่วมพัฒนาให้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบต่างๆ 3 ส่วน คือ

- 1) ฐานข้อมูล (Data Resource)
- 2) ดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ (Database Server)
- 3) แอปพลิเคชันบนเครื่องสมาร์ทโฟน (Android Application 5.1)

องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนของระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้างที่กล่าวมานั้น มีหน้าที่ในการทำงานแตกต่างกันออกไป สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ในส่วน Data Server และ HTTP Server เป็นการสร้าง จัดการฐานข้อมูลเกี่ยวกับการบันทึกรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างในคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรม (Android Application) ในสมาร์ทโฟนเพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ 2

3.2 การประเมินประสิทธิผลในการใช้งานของระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างเพื่อการควบคุมและตรวจงานก่อสร้างโดยการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน



ภาพที่ 2 รูปแบบการทำงานของระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
(ที่มา : ปรับปรุงจาก กณพ วัฒนา และคณะ, 2556)

4. รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือ

รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือแบ่งเป็น 2 ส่วน สามารถอธิบายได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

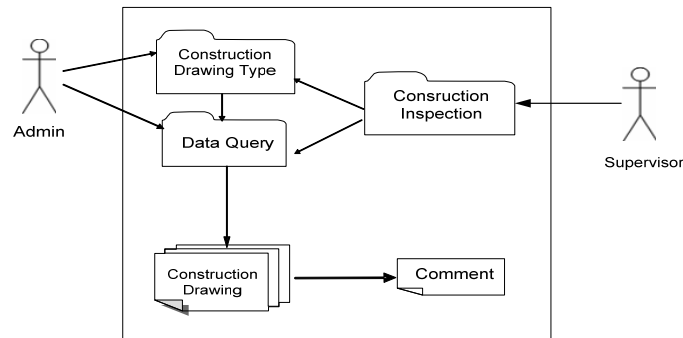
เป็นอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เก็บข้อมูลการบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันและโปรแกรมในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ฐานข้อมูลใช้โปรแกรม MySQL
- 2) ใช้ภาษา PHP ในการติดต่อระหว่าง เครื่องสมาร์ทโฟนกับฐานข้อมูล

ส่วนที่ 2 การทำงานบนสมาร์ทโฟน มีรายละเอียดดังนี้

- 1) โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาสร้างขึ้น จากภาษา JAVA
- 2) ระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟน คือ Android เวอร์ชัน 5.1 ขึ้นไป

ระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการควบคุมงานก่อสร้าง ถูกพัฒนาขึ้นภายใต้การให้คำปรึกษาแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ โดยแบ่งกลุ่มผู้ที่สามารถเข้าใช้งานระบบได้ 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ (Admin) ทำหน้าที่ดูแล ปรับปรุง และแก้ไขได้ทุกอย่างในระบบการตรวจงาน ผู้จัดการข้อมูล (User) ทำหน้าที่ป้อนข้อมูลในระบบก่อนนำไปใช้งาน ผู้ควบคุมงาน สามารถเข้าใช้งานระบบในสมาร์ทโฟนได้เพื่อบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันได้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การทำงานของระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง

(ที่มา : ปรับปรุงจาก กณพ วัฒนา และคณะ, 2556)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในกระบวนการทั้ง 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (สุทธิติ ชัตติยะ และวิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์, 2553, น. 280-296) ตามกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การตีความข้อมูล การเปรียบเทียบข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล และการสร้างข้อสรุป

ตอนที่ 2 การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมินเพื่อวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

ตอนที่ 3 การประเมินประสิทธิผลการใช้งานระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ (สุทธิติ ชัตติยะ และวิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์, 2553, น. 80) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 103)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	ความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือระดับ มากที่สุด
3.51-4.50	ความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือระดับ มาก
2.51-3.50	ความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือระดับ ปานกลาง
1.51-2.50	ความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือระดับ น้อย
1.00-1.50	ความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือระดับ น้อยที่สุด

6. ผลการวิจัย

6.1 การสร้างระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

6.1.1 ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมงานก่อสร้าง ทำให้ทราบถึงแนวทางการพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มีประเด็นสำคัญได้ดังนี้

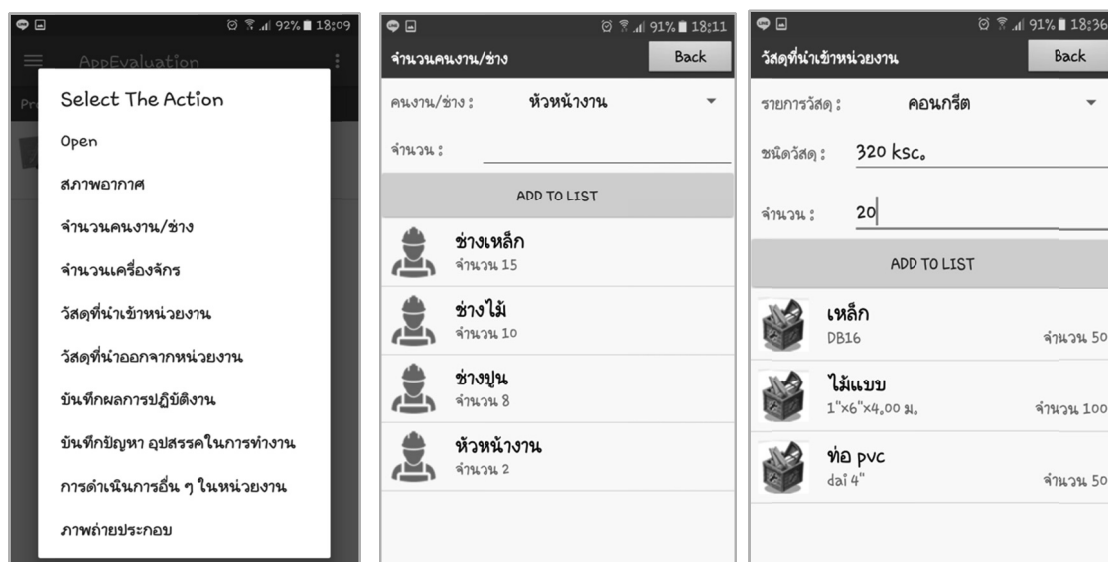
1) อุปกรณ์ที่ใช้ต้องกะทัดรัด และสะดวกต่อการนำไปใช้ในหน่วยงานก่อสร้าง
 2) ระบบมีความสามารถบันทึกข้อมูล และแสดงผลได้รวดเร็ว
 3) ระบบสามารถบันทึกเป็นข้อมูลได้หลายประเภท เช่น ตัวอักษร รูปภาพ
 4) ระบบต้องมีความสามารถกรอก บันทึก และส่งถ่ายข้อมูลได้
 5) ข้อมูลที่บันทึกลงในระบบสามารถยืนยันความถูกต้องได้จากผู้ควบคุมงาน และมีความปลอดภัยจากการแก้ไขเปลี่ยนแปลง

6) ระบบจะต้องมีหัวข้อในการบันทึกข้อมูลผลการปฏิบัติงานประจำวันที่เป็นให้ครบถ้วนเพียงพอ เช่น รายละเอียดของโครงการก่อสร้างทั่วไป สภาพอากาศ และสภาพแวดล้อมในการทำงาน จำนวนบุคลากรฝ่ายต่างๆ จำนวนเครื่องจักร ปริมาณเนื้องานที่ทำได้

6.1.2 ผลการพัฒนากระบวนงานผลการปฏิบัติก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการนำระบบที่ติดตั้งบนสมาร์ทโฟน ได้ผลดังนี้

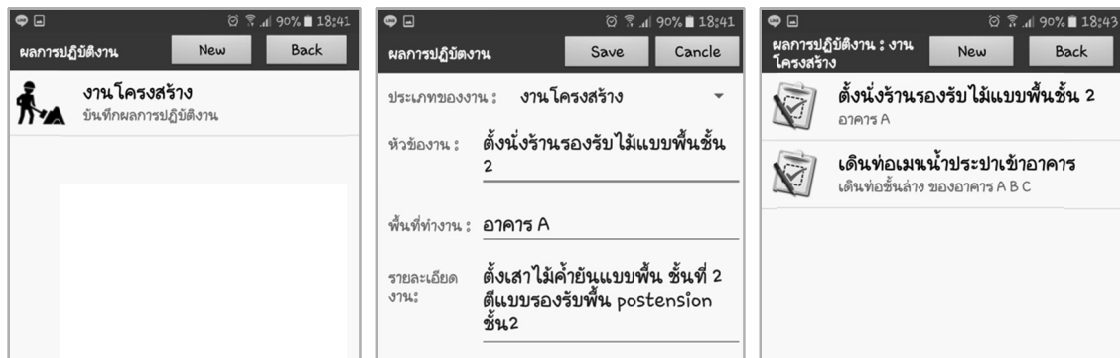
1) ระบบรายงานผลการปฏิบัติก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วยให้เกิดความสะดวก คล่องตัวในการรายงานผลการปฏิบัติงาน และความก้าวหน้าของงานก่อสร้าง ในการเข้าใช้งานครั้งแรก ผู้ดูแลระบบ (Admin) จะต้องเตรียมข้อมูลสำหรับผู้ควบคุมงานแต่ละคน ก่อนที่ผู้ควบคุมงานจะเข้าระบบเพื่อกรอกรายงานการปฏิบัติงานตามระบบที่ได้วางไว้ ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของแต่ละโครงการ เช่น ชื่อโครงการ ลักษณะโครงการ ผู้ควบคุมงาน งบประมาณ ระยะเวลาก่อสร้าง เป็นต้น

2) ผู้ควบคุมงานสามารถ Log in เข้าระบบเพื่อบันทึกรายงานการปฏิบัติงานตามหัวข้อที่ผู้ดูแลระบบได้จัดเตรียมไว้ในระบบ เช่น สภาพอากาศ คนงาน ช่าง วัสดุนำเข้าออก เครื่องจักร ดังภาพที่ 4



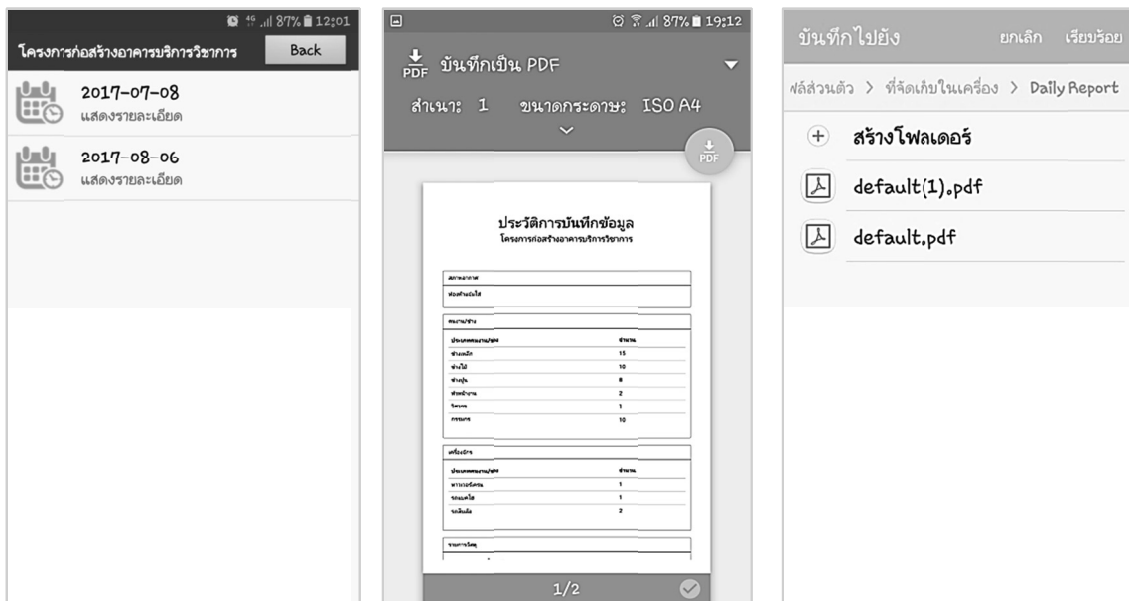
ภาพที่ 4 การบันทึกรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน

3) การบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวัน ในแต่ละหมวดงาน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันในแต่ละหมวดงาน

4) เมื่อบันทึกรายงานการปฏิบัติงานในแต่ละวันแล้วเสร็จ ระบบจะบันทึกข้อมูลตามวันที่ และสามารถบันทึกเก็บไว้ในสมาร์ทโฟนเป็น PDF File เพื่อส่ง E-mail หรือส่งพิมพ์ได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การสรุปผลการปฏิบัติงานในแต่ละวัน

6.2 การประเมินประสิทธิผลในการใช้งานระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการควบคุมงานก่อสร้าง

เมื่อนำสมาร์ทโฟนที่ติดตั้งระบบการรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง นำไปทดลองใช้ และประเมินประสิทธิผลของการทำงาน โดยการประเมินจากความพึงพอใจ 4 ด้าน ปรับปรุงจาก กณพ วัฒนา

และคณะ (2556) กับผู้ควบคุมงานของบริษัทรับเหมาก่อสร้าง ในโครงการก่อสร้างอาคารภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 12 คน ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 1 ด้านการบริหารจัดการเวลาในการบันทึกผลการปฏิบัติงาน

ด้านการบริหารจัดการเวลาในการบันทึกผลการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
1. ระบบสามารถบันทึก แสดงผล และส่งข้อมูลการปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว	4.33	86.67	มาก
2. ระบบมีส่วนช่วยจัดการให้ผู้ควบคุมบันทึกผลการปฏิบัติงานได้ทุกวัน (ช่วยแก้ปัญหาการลืมบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันได้)	4.33	86.67	มาก
3. ผู้ควบคุมงานสามารถบันทึกผลการปฏิบัติงานได้ทุกสถานที่	4.67	93.33	มากที่สุด
4. ผู้บริหารสามารถตรวจสอบผลการปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วและเป็นปัจจุบัน (Real Time)	3.58	71.67	มาก

ในหัวข้อระบบที่สามารถทำให้ผู้ควบคุมงานสามารถบันทึกผลการปฏิบัติงานได้ทุกสถานที่ ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจมากที่สุด และในหัวข้ออื่นมีความพึงพอใจในระดับมากเท่ากัน

ตารางที่ 2 ด้านความสะดวก คล่องตัว เมื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานก่อสร้าง

ด้านความสะดวก คล่องตัว เมื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานก่อสร้าง	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
1. อุปกรณ์มีขนาดกะทัดรัด พกพาสะดวก คล่องตัว สามารถนำไปบันทึกข้อมูลในสถานที่ก่อสร้างหรือสถานที่ต่างๆ ได้	5.00	100.00	มากที่สุด
2. ระบบสามารถเข้าถึงเมนูต่างๆ ได้สะดวก ไม่ยุ่งยาก	4.83	96.67	มากที่สุด
3. ระบบสามารถพิมพ์กรอกข้อมูลได้ง่าย	4.83	96.67	มากที่สุด
4. ระบบสามารถนำภาพถ่ายแนบในการบันทึกประจำวันได้อย่างสะดวก	4.33	86.67	มาก

ในหัวข้ออุปกรณ์มีขนาดกะทัดรัด พกพาสะดวก คล่องตัว สามารถนำไปบันทึกข้อมูลในสถานที่ก่อสร้างหรือสถานที่ต่างๆ ได้ ระบบสามารถเข้าถึงเมนูต่างๆ ได้สะดวก ไม่ยุ่งยาก และระบบสามารถพิมพ์กรอกข้อมูลได้ง่าย ทั้ง 3 หัวข้อนี้ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 3 ด้านความครบถ้วนของหัวข้อการรายงานผลการปฏิบัติงาน

ด้านความครบถ้วนของหัวข้อการรายงาน ผลการปฏิบัติงาน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
1. ระบบมีหัวข้อการบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันครบถ้วน	4.17	83.33	มาก
2. ระบบมีความสามารถในการบันทึกภาพการปฏิบัติงานลงใน รายงานประจำวันได้อย่างเพียงพอ	4.33	86.67	มาก
3. สามารถพิมพ์กรอกรายละเอียดผลการปฏิบัติงานประจำวันใน ทุกหัวข้อของระบบได้อย่างพอเพียง	4.92	98.33	มากที่สุด
4. ระบบมีความยืดหยุ่นในการเพิ่มหัวข้อ ตามความต้องการของ ผู้ควบคุมงาน	3.25	65.00	ปานกลาง

ในหัวข้อระบบสามารถพิมพ์กรอกรายละเอียดผลการปฏิบัติงานประจำวันในทุกหัวข้อของระบบได้อย่างพอเพียง พบว่าผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 4 ด้านพื้นที่การเก็บข้อมูล และความปลอดภัยของข้อมูล

ด้านพื้นที่การเก็บข้อมูล และความปลอดภัยของข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	การแปลผล
1. ระบบมีการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าใช้ระบบ	5.00	100.00	มากที่สุด
2. ระบบจะบันทึกผลการกรอกข้อมูลในฐานข้อมูลทันที เพื่อป้องกัน ข้อมูลสูญหาย	5.00	100.00	มากที่สุด
3. ระบบจะไม่อนุญาตให้ลบ เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูลที่ได้ บันทึกแล้ว (การแก้ไขต้องได้รับอนุญาตจากผู้ดูแลระบบ)	4.17	83.33	มาก
4. ระบบมีพื้นที่เพียงพอในการจัดเก็บข้อมูล	4.25	85.00	มาก

ในหัวข้อระบบมีการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าใช้ระบบ และระบบจะบันทึกผลการกรอกข้อมูลในฐานข้อมูลทันทีเพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย พบว่าทั้ง 2 หัวข้อนี้ ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจมากที่สุด

7. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพในการใช้งาน จากความพึงพอใจของกลุ่มผู้ควบคุมงานก่อสร้าง เมื่อได้ทดลองใช้งานระบบการรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟน พบว่ามีประเด็นสำคัญที่น่าสนใจที่ควรนำมาอภิปรายผลมีดังนี้

ด้านการบริหารจัดการเวลาในการบันทึกผลการปฏิบัติงานพบว่า ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจในประเด็นที่ผู้ควบคุมงานสามารถบันทึกผลการปฏิบัติงานได้ทุกสถานที่มากที่สุด อาจเป็นเพราะว่าผู้ควบคุมงาน

สามารถบริหารจัดการเวลา และสถานที่ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับกณ วัฒนา และคณะ (2556) ได้พัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Tablet) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจงานก่อสร้าง ซึ่งพบว่าเครื่องมือช่วยให้ประหยัดเวลาในตรวจงาน และติดตามความก้าวหน้าของการตรวจงานก่อสร้างจากเครื่องมือในเว็บไซต์ (Website) ได้ และสอดคล้องกับปกรณ เข้มมงคล (2560) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศทางไกลช่วยควบคุมงานก่อสร้าง กรณีการศึกษางานก่อสร้างอาคารนอกเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในระบบนี้ช่วยให้ผู้ควบคุมงานก่อสร้างสามารถเฝ้าติดตามความเป็นไปของสภาพหน้างานได้ทุกสถานที่ทุกเวลา ทำให้บริหารจัดการเวลาในการควบคุมงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ด้านความสะดวก คล่องตัวเมื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานก่อสร้างพบว่า ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจในประเด็นอุปกรณ์มีขนาดกะทัดรัด พกพาสะดวก คล่องตัว สามารถนำไปบันทึกข้อมูลในสถานที่ก่อสร้างหรือสถานที่ต่างๆ ได้มากที่สุด ซึ่งในสถานที่ก่อสร้างมีข้อจำกัดในการพกพาเอกสารในการจดบันทึก ระบบนี้ได้ติดตั้งในสมาร์ตโฟนจึงมีความสะดวกใช้งานในสถานที่ต่างๆ สอดคล้องกับนวนฉัตร พูนศิริณ, ประสิทธิ์พล บุญมาสืบ และเพชรรัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์ (2558) ที่ได้พัฒนาระบบช่วยในการตรวจสอบคุณภาพงานผ่านในสมาร์ตโฟนของงานคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยซึ่งประกอบด้วย องค์อาคารซึ่งแอปพลิเคชันนี้สามารถใช้งานได้ง่าย และทำให้เกิดความสะดวกสบายในการตรวจสอบคุณภาพงาน และยังสอดคล้องกับ Sarfraz Nawaz, Christos Efstratiou, Cecilia Mascolo, Kenichi Soga (2012) ได้ศึกษาระบบการวิเคราะห์ความคิดเห็นของบุคคลากรภาคสนามบนสังคมออนไลน์ (Social Media) มีการนำอุปกรณ์พกพามาใช้ เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต ซึ่งมีความสามารถในการถ่ายภาพ การบันทึกข้อมูลต่างๆ ในหน่วยงานก่อสร้าง ทำให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจในการดำเนินงานในภาคสนาม การติดตามความเคลื่อนไหวในการทำงาน นำไปสู่การปรับปรุงให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้อาคาร และการบำรุงรักษาอีกด้วย

ด้านความครบถ้วนของหัวข้อการรายงานผลการปฏิบัติงานพบว่าผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจในประเด็นสามารถพิมพ์กรอกรายละเอียดผลการปฏิบัติงานประจำวันในทุกหัวข้อของระบบได้อย่างพอเพียงมากที่สุด ซึ่งหัวข้อในการกรอกข้อมูลบันทึกประจำวันนี้ถือว่าสำคัญมาก หากไม่ครบถ้วนในสาระสำคัญแล้วอาจทำให้การรายงานผลไม่ครบถ้วน ไม่สามารถติดตามงานได้อย่างละเอียดชัดเจน รวมถึงการเก็บหลักฐานประกอบ เช่น ภาพถ่าย วิดีโอ จะเป็นหลักฐานชัดเจนที่จะทำให้การบันทึกผลการปฏิบัติงานประจำวันสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Risto Laine, Jouni Ikonen (2011) ซึ่งได้ศึกษาการแก้ปัญหาในงานวิศวกรรม การก่อสร้างโดยนำสมาร์ตโฟน มาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการดูภาพจากโปรแกรมประยุกต์แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ซึ่งระบบสามารถที่จะระบุถึงองค์ประกอบของอาคารและรายละเอียดต่างๆ ของอาคารได้โดยเครือข่ายมือถือจากโปรแกรมสร้างแบบจำลอง และยังสอดคล้องกับ Sarfraz Nawaz, Christos Efstratiou, Cecilia Mascolo, Kenichi Soga (2012) ได้ศึกษาระบบการวิเคราะห์ความคิดเห็นของบุคคลากรภาคสนามบนสังคมออนไลน์ (Social Media) ที่มีการนำอุปกรณ์พกพามาใช้ ซึ่งมีความสามารถในการถ่ายภาพ และการบันทึกข้อมูลต่างๆ ในหน่วยงานก่อสร้าง ทำให้เกิดการตัดสินใจในการสั่งการต่างๆ ในการควบคุมงานหรือการตรวจงานก่อสร้างต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านพื้นที่การเก็บข้อมูลและความปลอดภัยของข้อมูลพบว่า ผู้ควบคุมงานมีความพึงพอใจในประเด็นระบบมีการกรอกชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านก่อนเข้าใช้ระบบ ระบบจะบันทึกผลการกรอกข้อมูลลงในฐานข้อมูลในเซิร์ฟเวอร์ทันที เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย ทำให้ผู้ใช้และผู้ตรวจสอบมีข้อมูลการดำเนินการก่อสร้างที่ถูกบันทึกอย่างถาวร ไม่สูญหายอย่างแน่นอน สอดคล้องกับงานวิจัยของกณพ วัฒนา และคณะ (2556) ที่ได้พัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Tablet) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจงานก่อสร้าง ซึ่งพบว่าเกิดประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูลเพื่อการตรวจงาน และทำให้ข้อมูลไม่สูญหายอีกด้วย

8. บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้าง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกรายงานผลการปฏิบัติงานก่อสร้างของผู้ควบคุมงานก่อสร้างให้ดียิ่งขึ้น ลดข้อบกพร่องของการบันทึกรายงานผลการปฏิบัติงานในรูปแบบเดิม ทำให้เกิดการบันทึก และการรายงานผลการปฏิบัติงานในรูปแบบใหม่ที่มีความรวดเร็ว คล่องตัวมากยิ่งขึ้นเมื่อนำไปใช้งานในหน่วยงานก่อสร้าง ข้อมูลไม่สูญหาย สามารถตรวจสอบได้ และสามารถส่งข้อมูลต่างๆ ให้ผู้บริหารเพื่อประกอบการตัดสินใจในการรับมอบงานก่อสร้างอีกด้วย

9. เอกสารอ้างอิง

- กณพ วัฒนา, กุสุมา ผลาพรหม, สุทธิติ ชัดติยะ, และสมิตร ส่งพิริยะกิจ. (2556). การพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Tablet) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจงานก่อสร้าง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 9(2), 52-63.
- กมลวรรณ ลิ้มปนาพร. (2543). *หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการควบคุมและการตรวจงานก่อสร้าง*. เอกสารการสอนชุดวิชาการควบคุมและการตรวจงานก่อสร้าง, นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- นวนัตร พูนศิริบุญ, ประสิทธิพล บุญมาสืบ, และเพชรรัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์. (2558). ระบบช่วยตรวจสอบคุณภาพงานก่อสร้างสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20* (น.1-7). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปกรณ์ เข้มมงคล. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศทางไกลช่วยควบคุมงานก่อสร้าง : กรณีศึกษางานก่อสร้างอาคารนอกเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม ครั้งที่ 3*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- วิสูตร จิระดำเกิง. (2552). *การบริหารงานก่อสร้าง*. กรุงเทพฯ: วรณกวี.

สุทธิติ ขัตติยะ และวิไลลักษณ์ สุวจิตตานนท์. (2553). *แบบแผนการวิจัยและสถิติ*. กรุงเทพฯ: เปเปอร์เฮ้าส์.

Risto, L., Jouni, I. (2011). A Construction Plan Image Service for Smart Phones. *Proceeding 11th International Conference on Computer Systems and Technologies*, (pp. 292-297). Vienna, Austria.

Sarfraz N., Christos E., Cecilia M., Kenichi S. (2012). Social Sensing in the Field : Challenges in Detecting Social Interactions in Construction Sites. *MCSS '12 Proceedings of the 1st ACM workshop on Mobile systems for computational social science*, (pp. 28-32). Low Wood Bay, Lake District, United Kingdom.

การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจ

ตระเวนชายแดนโรงเรียนยอดโพธิ์ทอง 1 จังหวัดอุดรธานี

Development of Learning Management Skills by the Implementation of DLTV

EDLTV for School Teachers at Yot Pho Thong Border Patrol

Police 1 School in Uttaradit Province

เชาวฤทธิ์ จันจัน^{1*} สมุทร สีอุ่น² ศุภราภรณ์ ทองสุขแก้ว³ พิสุทธิ์ ศรีจันทร์⁴ และศุภกร ทองสุขแก้ว⁵

^{1*} คณบดี, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี,

^{2, 3, 4, 5} อาจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี,

Chaowarit chanceen^{1*} Samut Sri-oon² Suparaporn Tongasukkeaw³

Pisut Srichan⁴ and Supakorn thongsukkeaw⁵

^{1*} Dean, Graduate School Uttaradit Rajabhat University

^{2, 3, 4, 5} Lecturer, Faculty of Education Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: chaowarit.edu@gmail.com

บทคัดย่อ

การบริการทางวิชาการแก่สังคมเป็นพันธกิจที่สำคัญของสถาบันอุดมศึกษา จากการสำรวจความต้องการรับบริการวิชาการกับผู้บริหารโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน พบว่า โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ตั้งอยู่ที่ อำเภอบ้านโคก จังหวัดอุดรธานี เปิดสอนระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนรวมจำนวน 60 คน มีครูและผู้บริหารรวม 7 คน ซึ่งครบตามขั้นเรียนที่เปิดสอน นอกจากนั้นโรงเรียนยังประสบกับปัญหาการจัดการศึกษาอย่างอื่นอีกหลายประการ โดยในเบื้องต้นนี้ทางโรงเรียนมีความประสงค์จะพัฒนาทักษะการสอนด้วยระบบโทรทัศน์ทางไกล DLTV กับครูและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ EDLTV สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 และพัฒนาให้คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษา ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในการทำกิจกรรมบริการวิชาการร่วมกับชุมชนและสถานศึกษาในท้องถิ่น โดยมีกิจกรรมดังนี้ กิจกรรมที่ 1 การอบรมทักษะการสอนด้วย DLTV กับครู โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 วันที่ 25-26 มิถุนายน 2560 กิจกรรมที่ 2 การอบรมทักษะการสอนด้วย EDLTV กับครู วันที่ 11-12 กรกฎาคม 2560 กิจกรรมที่ 3 จัดทำแหล่งเรียนรู้ DLTV/EDLTV ปรับปรุงคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์สำหรับบริการครูในการจัดการเรียนการสอน จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ติดตั้งป้ายนิเทศให้ความรู้ EDLTV สำหรับครูและนักเรียน ครูร้อยละ 90 ได้รับความรู้จากการอบรมตัวแทนนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการได้รับความรู้จากการอบรม ได้แหล่งเรียนรู้ในการบูรณาการจัดการเรียนรู้ DLTV และ EDLTV ผลประเมินโครงการพัฒนาทักษะการสอนด้วยระบบโทรทัศน์ทางไกล DLTV กับ

ครู และพัฒนาแหล่งเรียนรู้ EDLTV สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 ในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านวิทยากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมาคือ ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และด้านการบริหารโครงการ/กระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12

คำสำคัญ: การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้, DLTV, EDLTV

Abstract

Mission for higher educational institutions. Having performed a survey with the administrators of Yot Pho Thong Border Patrol Police 1 School in Uttaradit Province, it was found that the school was located in Ban Khok District in Uttaradit Province, and provided primary and elementary education for 60 students with 7 of teachers and administrators to necessarily cover both educational stages. It was also reported that the school was facing the problem of insufficient learning management and disclosed their primary intention to develop the staff's instructional skills with distance learning television (DLTV) and improve the learning source with EDLTV to support the learning management at the school. Accordingly, the university responded to the school as academic services with its aims to develop the learning management by implementing the DLTV and EDLTV for the teachers, and to provide the staff and students from the university to experience this opportunity of actual learning by organizing academic services and activities for the local community under the Royal Initiative of His Majesty the King Bhumibol Adulyadej. The first activity was the instructional skills training with DLTV for teachers at Yot Pho Thong Border Patrol Police 1 School during 25-26 June 2017. The subsequent activity was the instructional skills training with EDLTV for the teachers during 11-12 July 2017. The third activity was the installation of DLTV/EDLTV learning source. To elaborate on this activity, a computer at the school was updated as website server in order to enhance the instructional management for the teachers, and bulletin boards were installed to make information about EDLTV available for use. Furthermore, 90% of the teachers gained their knowledge from the DLTV/EDLTV training activities, while the university students who were the training assistants in the activities could integrate their knowledge from classroom and the direct experience on DLTV and EDLTV learning management training activities. The evaluation after the activities was

performed. That is, the overall satisfaction of the teachers was in a high level (means = 4.44) When considered each aspect, it was found that the satisfaction for trainers was in a highest level (means = 4.65) As for the knowledge utilization aspect, the satisfaction was also in a highest level (means = 4.53) When asked about the administration of the activities and procedures, it was revealed that the satisfaction was in a high level (means = 4.12)

Keywords: Development of Learning Management, DLTV, EDLTV

1. บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีตามยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้วงการการศึกษาในประเทศไทยจำเป็นต้องตอบสนองต่อความท้าทายที่ต้องเผชิญอยู่นี้ เราต้องการรูปแบบการทำงานที่สามารถพัฒนากรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อที่สามารถจัดการศึกษาตอบสนองต่อความต้องการที่กำลังเปลี่ยนแปลงของสังคมซึ่งเยาวชนไทยกำลังเผชิญอยู่ ซึ่งนิยามของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 นั้นพบว่า ผู้เรียนในอนาคตมีคุณลักษณะ 4 ประการ ได้แก่ วิถีทางของการคิด คือ สร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ญาณ การแก้ปัญหา การเรียนรู้และตัดสินใจ (Ways of Thinking, Creativity, Critical Thinking, Problem-Solving, Decision-Making and Learning) วิถีทางของการทำงาน คือ การติดต่อสื่อสารและการร่วมมือ (Ways of Working, Communication and Collaboration) เครื่องมือสำหรับการทำงาน คือ เทคโนโลยีสารสนเทศและความรู้ด้านข้อมูล (Tools for Working, Information and Communications Technology, and Information Literacy) และทักษะสำหรับดำรงชีวิตในโลกปัจจุบัน คือ ความเป็นพลเมือง ชีวิตและอาชีพ และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม (Skills for Living in the World, Citizenship, Life and Career, and Personal and Social Responsibility) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนต้องมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (โชติมาพร ไชยสิทธิ์, 2559)

การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี (Technology-Based Learning) ครอบคลุมวิธีการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท เช่น อินเทอร์เน็ต (Internet) อินทราเน็ต (Intranet) เอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) การถ่ายทอดผ่านดาวเทียม (Satellite Broadcast) แดทบ้นทีกเสียงและวีดิทัศน์ (Audio/Video Tape) และซีดีรอม (CD-ROM) เป็นต้น การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีความสำคัญมากขึ้น แต่จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดนิ่งของเทคโนโลยีทำให้ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษา หาความรู้และเตรียมพร้อมตนเองเพื่อจะสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเหล่านี้ในการเรียนการสอน วิธีการเตรียมตัวในการใช้เทคโนโลยีในการสอน คือ เทคนิคครูเรา โดยสิ่งที่ครูต้องรู้มี 2 ประการ คือ การรู้และเข้าใจศักยภาพของทรัพยากรที่โรงเรียนมี เช่น ครูต้องรู้ว่าในโรงเรียนมีอะไรที่สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ และครูต้องมีความรู้ด้านเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน รวมไปถึงข่าวสารข้อมูลต่างๆ โปรแกรมประยุกต์ที่เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน สื่อภาพและเสียง วีดิทัศน์ข่าว และประเด็นที่เป็นที่สนใจ เป็นต้น เทคโนโลยีที่ครูสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีจำนวนมาก และครูสามารถ

เลือกใช้ได้ตามความถนัดหรือความสนใจ รายละเอียดดังนี้ (บุปผชาติ ทัพพิกิณ, 2551) นโยบายรัฐบาลปัจจุบันได้มุ่งทิศทางการพัฒนาประเทศชาติให้เกิดความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยเฉพาะในด้านการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนโรงเรียนในโครงการพระราชดำริ ซึ่งหนึ่งในนโยบายของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการเน้นความสำคัญของการส่งเสริมบทบาทให้สถาบันอุดมศึกษาในพื้นที่เป็นพี่เลี้ยงให้แก่สถานศึกษาในท้องถิ่น เพื่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาท้องถิ่น เพื่อร่วมผลักดัน ขับเคลื่อนนโยบายดังกล่าวให้เกิดผลเป็นรูปธรรม เครือข่ายเพื่อการพัฒนาอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่างจึงได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับสถานศึกษาในท้องถิ่น เพื่อเป้าหมายในการยกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของท้องถิ่นให้เกิดผลการพัฒนาการเรียนการสอนได้ในทุกมิติ ซึ่งหนึ่งในโครงการที่มุ่งดำเนินการคือ โครงการการสร้างแหล่งเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนสู่ท้องถิ่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ในฐานะสถาบันอุดมศึกษาสมาชิกของเครือข่ายเพื่อการพัฒนาอุดมศึกษาตอนล่างเห็นว่า การบริการทางวิชาการแก่สังคมเป็นพันธกิจที่สำคัญของสถาบันอุดมศึกษา โดยจากการสำรวจความต้องการรับบริการวิชาการกับผู้บริหารโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน พบว่า โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก ตั้งอยู่ที่ อำเภอบ้านโคก จังหวัดอุตรดิตถ์ เปิดสอนระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนรวมจำนวน 60 คน มีครูและผู้บริหารรวม 7 คน ซึ่งครบตามชั้นเรียนที่เปิดสอน นอกจากนั้น โรงเรียนยังประสบกับปัญหาการจัดการศึกษาอย่างอื่นอีกหลายประการ โดยในเบื้องต้นนี้ทางโรงเรียนมีความประสงค์จะพัฒนาทักษะการสอนด้วยระบบโทรทัศน์ทางไกล DLTV กับครู และพัฒนาแหล่งเรียนรู้ EDLTV สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยจึงเห็นควรจัดบริการวิชาการให้กับโรงเรียนแห่งนี้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV, EDLTV สำหรับครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1

2.2 เพื่อพัฒนาให้คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษา ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในการทำกิจกรรมบริการวิชาการร่วมกับชุมชนและสถานศึกษาในท้องถิ่น

3. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

เป้าหมายการดำเนินงานจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการจำนวนทั้งสิ้นประกอบด้วย

3.1 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ : อาจารย์ 6 คน นักศึกษา 25 คน รวม 31 คน

3.2 โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 : ผู้บริหาร 1 คน ครู 6 คน และนักเรียน 60 คน รวม 67 คน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

1. หน่วยงานมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

โรงเรียน : ตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1

โครงการ : โครงการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ DLTV และ EDLTV โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 ประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ตารางที่ 1 กิจกรรมและการดำเนินการ

กิจกรรม	เนื้อหาที่จะดำเนินการ
1. การอบรมทักษะการสอนด้วย DLTV	จัดอบรมทักษะการสอนด้วย DLTV ให้กับครู วันที่ 25-26 มิถุนายน 2560 เวลา 09.00-15.00 น. รวม 2 วัน ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้ 1. รู้จัก DLTV การใช้งานและอุปกรณ์เบื้องต้น 2. การบูรณาการการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ DLTV 3. การแก้ไขปัญหาอุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณเบื้องต้น
2. การอบรมทักษะการสอนด้วย EDLTV	จัดอบรมทักษะการสอนด้วย DLTV ให้กับครู วันที่ 11-12 กรกฎาคม 2560 เวลา 09.00-15.00 น. รวม 2 วัน ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้ 1. รู้จัก EDLTV การใช้งานและอุปกรณ์เบื้องต้น 2. การบูรณาการการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ EDLTV 3. การจัดกิจกรรมเสริม ลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ด้วย EDLTV 4. การแก้ไขปัญหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน EDLTV เบื้องต้น
3. สร้างแหล่งเรียนรู้ EDLTV/DLTV ภายในโรงเรียน	นักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ และชุมชน มุมการใช้แหล่งเรียนรู้ EDLTV ภายในโรงเรียน

ดำเนินการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วย DLTV และ EDLTV ตามการศึกษาระบบการออกแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาบทเรียนของของ ลิววิส (Lewis, 2000) สติกลอร์ และฮิลเบิร์ต (Stigler & Hiebert, 1999, p. 112-115) ทาคาฮาชิ และโยชิเดะ (Takahashi & Yoshida, 2004) และโยชิเดะ (Yoshida, 1999a) ได้นำเสนอกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียนไว้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดเน้นของบทเรียน (Focusing the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการร่วมกันกำหนดจุดเน้นของบทเรียนให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนของโรงเรียน จากนั้นเลือกเนื้อหา โดยพิจารณาเนื้อหาที่มีมีโนทัศน์ที่เป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอน และมีความยากสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนการสอน (Planning the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการศึกษา ค้นคว้าตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอนที่ร่วมกันพัฒนาขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนร่วมเพื่อพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้พัฒนาขึ้น (Teaching the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง โดยมีครูประจำการที่มีส่วน ร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนเป็นผู้สอนในห้องเรียนที่ตนรับผิดชอบเป็นปกติ โดยมีครูประจำการคนอื่นๆ เข้าร่วมสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ห้องเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูประจำการกับนักเรียน และ ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง ซึ่งอาจใช้การจดบันทึก การบันทึกวีดิทัศน์ หรือการบันทึกภาพประกอบเป็น หลักฐานเพื่อใช้ในการสะท้อนผล

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลและการประเมินผล (Reflecting and Evaluating) เป็นกระบวนการที่ ครูประจำการร่วมกันแสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปรายกันหลังการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง เสร็จสิ้นลง โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาใช้ในการอภิปราย การสะท้อนผลเริ่มต้นจากผู้สอนแสดง ความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนบรรลุจุดเน้นที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้นหรือไม่ อย่างไร ซึ่งอาจ บ่งชี้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนมีอะไรบ้าง จากนั้นครูประจำการคนอื่นๆ จึงเริ่มซักถาม และร่วมกันอภิปราย กัน แล้วจึงหาข้อสรุปสำหรับการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงแผนการสอน (Revising the Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการ ร่วมกันปรับปรุงแผนการสอน โดยอาศัยข้อสรุปจากการสะท้อนผลและประเมินผล และมีการเตรียมความ พร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป ในบางครั้งครูประจำการอาจตัดสินใจร่วมกันที่จะไม่จัดการ เรียนการสอนอีกครั้ง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนรอบแรกบรรลุจุดเน้นที่ได้ร่วมกันกำหนดขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 การจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว (Teaching the Revised Lesson) เป็นกระบวนการที่ครูประจำการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงอีกครั้งที่ ไม่ใช่ห้องเรียนเดิม โดยมีกระบวนการเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงในรอบแรก

ขั้นตอนที่ 7 การสะท้อนผลและประเมินผล (Reflecting and Evaluating) เป็นกระบวนการที่ครู ประจำการร่วมกันแสดงความคิดเห็น ชักถาม และอภิปราย หลังการเรียนการสอนในห้องเรียนจริงรอบสอง เสร็จสิ้นลง การสะท้อนผลครั้งนี้มีการเชิญผู้เชี่ยวชาญภายนอกในระดับมหาวิทยาลัย โดยบุคคลดังกล่าวจะเป็น ผู้แสดงความคิดเห็นในช่วงสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 8 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน (Sharing Results) เป็น กระบวนการที่ครูประจำการร่วมกันจัดทำรายงานผลของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน ซึ่งทางโรงเรียนอาจมี การจัดนิทรรศการเพื่อเผยแพร่ผลงานด้านการศึกษาและพัฒนาบทเรียน โดยเชิญครูประจำการจากโรงเรียน อื่น ผู้เชี่ยวชาญระดับมหาวิทยาลัย และผู้ให้ความสนใจเข้าร่วมสังเกตและสะท้อนผลการบริหารจัดการเรียน

การสอนตามแผนการสอนที่ครูประจำการในโรงเรียนร่วมกันพัฒนาขึ้นตามกระบวนการของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน

ประสบการณ์ของนักการศึกษาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวคิดของการปฏิรูปการเรียนรู้ในโรงเรียน ซึ่งมีสาระสำคัญโดยสรุปว่า การนำนวัตกรรมมาใช้ในโรงเรียนจัดว่าเป็นการแทรกแซง (Intervention) การดำเนินงานของโรงเรียน ซึ่งจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับความยินยอมรับของครูประจำการและผู้มีส่วนร่วมในการใช้นวัตกรรม โดยสามารถพิจารณาได้จากความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการใช้นวัตกรรม เนื่องจากรู้สึกว่าได้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมตลอดจนการมีความรู้สึกผูกพันและต้องการสนับสนุนให้มีการใช้นวัตกรรมนั้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับแนวทางการปรับใช้นวัตกรรมในวิถีทางที่ช่วยส่งเสริมวัฒนธรรมการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย (Arraf, 1996, online; Bodilly, 2001, online; Chalmer, 2001, Online; Delcourt et al., 2001, online; Halkinger & Kantamara, 2001; Lee, 2001, online; Scheerens, 2001)

ทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมของโรเจอร์ส (Innovation Adoption Theory) ซึ่งนักการศึกษาและนักวิจัยให้การยอมรับว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิรูปการเรียนรู้ในโรงเรียนได้ (สำนักงานคณะกรรมการเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549ข, น. 25) ในสาระสำคัญของทฤษฎีนี้ โรเจอร์ส (Roger, 1962, p. 76-120) ได้อธิบายไว้ถึงกระบวนการการยอมรับนวัตกรรม (Adoption Process) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นตระหนัก 2. ขั้นสนใจ 3. ขั้นประเมิน 4. ขั้นทดลอง และ 5. ขั้นยอมรับ จากการวิเคราะห์กระบวนการเหล่านี้พบว่า การยอมรับนวัตกรรมอาจไม่ได้สิ้นสุดอยู่ที่ขั้นการยอมรับ และอาจเกิดขึ้นโดยไม่เรียงตามลำดับขั้นของกระบวนการดังกล่าวก็ได้ เช่น การประเมินอาจเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการมากกว่าที่จะเกิดขึ้นในขั้นประเมินเท่านั้น โรเจอร์สและชูมาเกอร์ (Rogers & Shumaker, 1971, p. 101-118) จึงได้นำเสนอกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรม (Innovation-Decision Process) ขึ้นมาใหม่ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นความรู้ 2. ขั้นความรู้สึก 3. ขั้นตัดสินใจ และ 4. ขั้นยืนยัน ต่อมาโรเจอร์ส (Rogers, 1983, p. 163-169) ได้ปรับปรุงกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมอีกครั้งจนเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันซึ่งมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นความรู้ 2. ขั้นสนใจ 3. ขั้นตัดสินใจ 4. ขั้นนำมาใช้ และ 5. ขั้นยืนยัน

ตัวบ่งชี้ที่เป็นองค์ประกอบของการยอมรับในการศึกษาและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ของครูผู้บริหารโรงเรียน ผู้เชี่ยวชาญภายนอก และศึกษานิเทศก์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนให้สอดคล้องกับความคิด ความเข้าใจ และความรู้สึกของบุคคลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตามกระบวนการตัดสินใจของโรเจอร์ส

กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลในแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
1. ขั้นความรู้	ศึกษาหาข้อมูลเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับนวัตกรรมในด้านต่อไปนี้ 1. หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง หรือเป้าหมายที่อยู่เบื้องหลังของการใช้นวัตกรรม 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมให้สามารถนำนวัตกรรมมาใช้ได้อย่างเหมาะสม 3. แนวทางการดำเนินงานในการใช้นวัตกรรม	1. การมีความเข้าใจในเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการศึกษาและพัฒนาบทเรียน 2. การมองเห็นประโยชน์จากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน 3. การสนับสนุนและยืนยันให้มีการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
2. ขั้นสนใจ	สามารถพิจารณาความเหมาะสมและคุณค่าของนวัตกรรมที่มีต่อบุคคลและหน่วยงานตามสภาพการทำงานที่เป็นอยู่ โดยคำนึงถึงประโยชน์และโทษเมื่อมีการนำนวัตกรรมมาใช้	4. การมีทางออกให้กับข้อจำกัดที่พบจากการนำการศึกษาและพัฒนาบทเรียนมาใช้ในโรงเรียน
3. ขั้นตัดสินใจ	สามารถประมวลความรู้ความเข้าใจที่มีต่อนวัตกรรม ความเหมาะสมและคุณค่าของการนำนวัตกรรมมาใช้เพื่อตัดสินใจที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับนวัตกรรม	
4. ขั้นนำมาใช้	นำนวัตกรรมมาใช้ในสถานการณ์จริง และสืบสอบเพื่อให้ได้คำตอบในสิ่งที่เคลือบแคลงสงสัยเกี่ยวกับความเหมาะสมและคุณค่าอันเกิดจากการใช้นวัตกรรม ข้อจำกัดของการใช้นวัตกรรม และเสนอทางออกให้ข้อจำกัดนั้นได้ รวมถึงสามารถให้รายละเอียด เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการให้สามารถใช้นวัตกรรมได้เหมาะสมกับสภาพการทำงานที่เป็นอยู่	

ตารางที่ 2 องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนจากการวิเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลตามกระบวนการตัดสินใจของโรเจอร์ส (ต่อ)

กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลในแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมของโรเจอร์ส	องค์ประกอบซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการยอมรับในการศึกษาและพัฒนาบทเรียนของผู้ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาและพัฒนาบทเรียน
5. ขึ้นยืน	แสดงออกถึงการสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนให้มีการนำนวัตกรรมมาใช้ในการปฏิบัติงานอีก	

4.2 รูปแบบกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 การอบรมทักษะการสอนด้วย DLTV กับครู ณ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน ยอดโพธิ์ทอง 1 (วันที่ 4-5 มีนาคม พ.ศ. 2559 เวลา 09.00 - 15.00 น.)

08.00 - 09.00 น. ลงทะเบียน

09.00 - 12.00 น. รู้จัก DLTV การใช้งานและอุปกรณ์เบื้องต้น

13.00 - 15.00 น. การบูรณาการการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ DLTV

15.00 - 17.00 น. การแก้ไขปัญหาอุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณเบื้องต้น

กิจกรรมที่ 2 การอบรมทักษะการสอนด้วย EDLTV กับครู (วันที่ 25-26 มีนาคม พ.ศ. 2559 เวลา 09.00 - 15.00 น.)

08.00 - 09.00 น. ลงทะเบียน

09.00 - 12.00 น. รู้จัก EDLTV การใช้งานและอุปกรณ์เบื้องต้น

13.00 - 15.00 น. การบูรณาการการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ EDLTV

15.00 - 17.00 น. การแก้ไขปัญหาอุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณเบื้องต้น

กิจกรรมที่ 3 จัดทำแหล่งเรียนรู้ DLTV/EDLTV

1. ปรับปรุงคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ สำหรับบริการครูในการจัดการเรียนการสอน

2. ติดตั้งป้ายนิเทศให้ความรู้ EDLTV สำหรับครูและนักเรียน

4.3 ผลผลิต/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ/ผลลัพธ์

1. ครูร้อยละ 90 ได้รับความรู้จากการอบรม

2. ตัวแทนนักศึกษา ที่เข้าร่วมโครงการได้รับความรู้จากการอบรม

3. ได้แหล่งเรียนรู้ในการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ DLTV และ EDLTV

4.4 วิธีการติดตามและประเมินผลโครงการ

ครั้งที่ 1 ประเมินติดตามการใช้ DLTV ประกอบคู่มือการจัดการเรียนการสอน ในวันที่ 11 กรกฎาคม 2560

ครั้งที่ 2 ประเมินติดตามการใช้ EDLTV ประกอบคู่มือการจัดการเรียนการสอน ในวันที่ 27 สิงหาคม 2560

5. การประเมินผล

โครงการพัฒนาทักษะการสอนด้วยระบบโทรทัศน์ทางไกล DLTV กับครู และพัฒนาแหล่งเรียนรู้ EDLTV สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1 วันที่ 25-26 มิถุนายน 2560 และวันที่ 11-12 กรกฎาคม 2560 ณ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1

ตารางที่ 4 ผลการประเมินโครงการ

รายการประเมิน	SD	$\bar{X}$	ระดับการประเมินความพึงพอใจ
1. ด้านการบริหารโครงการ/กระบวนการ			
1.1 มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม	.62	4.10	มาก
1.2 กระบวนการจัดกิจกรรมตรงกับวัตถุประสงค์การจัดโครงการ	.61	4.32	มาก
1.3 มีการอำนวยความสะดวกในการเข้าร่วมกิจกรรม	.79	4.25	มาก
1.4 การประชาสัมพันธ์โครงการ	.81	4.00	มาก
1.5 การติดต่อประสานงาน การอำนวยความสะดวก	.94	4.00	มาก
1.6 ความเหมาะสมของสถานที่อบรม	.69	4.46	มาก
1.7 อาหารว่าง/อาหาร	.95	3.89	มาก
1.8 ความในการเดินทาง	1.11	3.85	มาก
1.9 ภาพรวมของการจัดการโครงการ	.75	4.25	มาก
รวม	4.12		มาก
2. ด้านวิทยากร			
2.1 ความเหมาะสมในการแต่งกาย/บุคลิก/ท่าทาง	.49	4.60	มากที่สุด
2.2 ความรู้ความเชี่ยวชาญของวิทยากรความรู้ความสามารถในการบริการ เช่น การตอบคำถาม ชี้แจงข้อสงสัย แนะนำ	.41	4.78	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาสาระที่ได้จากการอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	.47	4.67	มากที่สุด

ตารางที่ 4 ผลการประเมินโครงการ (ต่อ)

รายการประเมิน	SD	$\bar{X}$	ระดับการประเมิน ความพึงพอใจ
2.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม	.47	4.67	มากที่สุด
2.5 มีการวิเคราะห์และชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาคัดเจน ตรงประเด็น	.50	4.57	มากที่สุด
รวม	4.65		มากที่สุด
3. ด้านการนำไปประยุกต์ใช้			
3.1 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์และสามารถนำไป ปฏิบัติงานได้จริง และถ่ายทอดได้	.57	4.53	มากที่สุด
รวม	4.53		มากที่สุด
ผลรวม	4.44		มาก

จากผลประเมินโครงการพัฒนาทักษะการสอนด้วยระบบโทรทัศน์ทางไกล DLTV กับครู และพัฒนา
แหล่งเรียนรู้ EDLTV สำหรับสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนยอดโพธิ์ทอง 1

ในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน
พบว่า ด้านวิทยากร มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมาคือ ด้านการนำไป
ประยุกต์ใช้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และด้านการบริหารโครงการ/
กระบวนการ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12

6. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การบริการวิชาการบูรณาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนมีความ
จำเป็นอย่างยิ่งที่มหาวิทยาลัยจะต้องร่วมพัฒนาศักยภาพครูและโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากโรงเรียนเป็น
โรงเรียนภายนอกโครงสร้างสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)

7. เอกสารอ้างอิง

โชติมาพร ไชยสิทธิ์. (2555). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สอนอย่างไรให้เกิดผลกับผู้เรียน*:

วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2551). *เทคโนโลยีทางการศึกษา ทฤษฎี และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ทิตนา แคมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้*

ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2548). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ:

ด้านสุทธาการพิมพ์.

วัฒนา ระจับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที เฟลส.

Inprasitha, M., Pattanajak, A. & Tesarin, P. (2007). Context Preparation for Application in Japanese Teaching Professional Development called “Lesson Study,” in Thailand. Proceedings of The First National Academic Conference in Japanese Study Network. Bangkok: Sangseau Co. Ltd.

Rogers, E. M., and Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of Innovation A Cross-Cultural Approach*. (2nd ed). NY: The Free Press.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยสับปะรด เพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร

Design and Development of Pineapple Fiber Separator for Increase The Value of Agricultural Waste

ศุภฎี บุญธรรม^{1*}

^{1*}ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Dussadee Buntam^{1*}

^{1*} Assistant Professor, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: dussadeebuntam@gmail.com

บทคัดย่อ

จังหวัดอุดรดิตถ์เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกสับปะรดห้วยมุ่นจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัด โดยหลังจากการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดจะมีการรื้อแปลงเพื่อปลูกใหม่ และจะต้องทำการเตรียมดินเพื่อปลูก สับปะรดมักจะใช้รถไถเดินจนซากต้นไม้ใบหญ้ากลายเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยเพื่อให้เศษซากพืชเน่าสลายในดิน หรือ เฝ้าทำลาย ซึ่งเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรและส่งผลต่อผลกำไรที่ได้รับ สำหรับวัสดุเหลือทิ้ง การเกษตรที่เหลือหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นมีจำนวนมาก คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ การเกษตร โดยการพัฒนาเครื่องแยกใยจากใบสับปะรดให้สามารถแยกใยออกจากใบสับปะรด โดยลักษณะ เครื่องจักรที่ทำการพัฒนาใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ เป็นต้นกำลัง เพื่อใช้ในการขูดใบมีดขูดใบ สับปะรด โดยจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา โดยมีกำลังการผลิตในการแยกเส้นใยสับปะรดสด 39.6 กรัมต่อชั่วโมง มีอัตราคุณภาพของเส้นใยสับปะรดสดที่ 2.9% และมีอัตราคุณภาพของเส้นใยสับปะรดสดที่ 1.5%

คำสำคัญ: เส้นใยสับปะรด วัสดุเหลือทิ้งการเกษตร กำลังการผลิต อัตราผลผลิต

Abstract

Uttaradit Province, there are many farming of Hui-mon pineapple which it regarded as the economy of the province. After harvesting pineapple, farmer will replanted in the old planting crop. Then soil was prepared for pineapple planting by tractor, until the old plant buried to the leaf degradation or burn. This is a cost of farmers, which affects to profit for the remaining agricultural residues, after harvesting there had many crops. The researcher had idea of increasing the value of agricultural materials by development machine for separation fiber from the pineapple leaves. It was extracted the fiber from the pineapple leaves. The machine was developed by used 3-HP power motor 220 volt to use the knife to scrape the pineapple leaves. It rotated counterclockwise. The results showed that the

machine had a capacity of 39.6 grams per hour, the quality of fresh pineapple fiber was 2.9% and the quality of dried pineapple fiber was 1.5%.

Keyword: Pineapple Fiber, Agricultural Waste, Capacity, Yield

1. บทนำ

จังหวัดอุดรดิตถ์เป็นพื้นที่ปลูกสับปะรดและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัด โดยเฉพาะสับปะรดห้วยมุ่นเป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ถูกนำเข้าไปปลูกในตำบลห้วยมุ่นประมาณ 50 ปี จนกลายเป็นพันธุ์ท้องถิ่น (มติชนออนไลน์, 2560) ปัจจุบันกรมทรัพยากรปศุสัตว์ กระทรวงพาณิชย์มีการได้ขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์สับปะรดห้วยมุ่น จังหวัดอุดรดิตถ์ เมื่อวันที่ 18 กันยายน 2556 (วิฑูร สุขพูล, 2557) ในปี 2556 พบว่าจังหวัดอุดรดิตถ์มีเนื้อที่ในการปลูกสับปะรด 13,257 ไร่ เนื้อที่ให้ผลผลิต 12,864 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 46,544 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว 3,618 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ในการเพาะปลูกจะอยู่ที่ตำบลห้วยมุ่น อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุดรดิตถ์ จากพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในจังหวัดอุดรดิตถ์พบว่า มีใบสับปะรดที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรถึง 250,557.3 ตันต่อปี (13,257 ไร่ $\times$ 18,900 ตันต่อไร่)



ภาพที่ 1 พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดห้วยมุ่น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์จากใบสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษวัสดุเหลือใช้การเกษตรให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดห้วยมุ่นในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยการพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด เพื่อนำเส้นใยสับปะรดไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ ซึ่งจะสามารถเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดห้วยมุ่น และเป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้การเกษตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการพัฒนาอาชีพในชุมชนและยังก่อให้เกิดการเพิ่มรายได้ให้กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด ในจังหวัดอุดรดิตถ์ต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยเน้นกระบวนการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ในการเพิ่มมูลค่าให้กับใบสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งการเกษตร ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนด แนวขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญดังนี้

2.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการออกแบบ

ทำการศึกษาคุณสมบัติของใบสับปะรดที่จะทำการคัดแยกเส้นใย และความต้องการของผู้ประกอบการ ทั้งลักษณะของใบสับปะรด คุณภาพ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงวิศวกรรมโดยสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการ

2.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด ได้ศึกษาแนวทางการคัดแยกเส้นใย ด้วยเครื่องจักรกลแบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและยึดหลักเกณฑ์ในการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

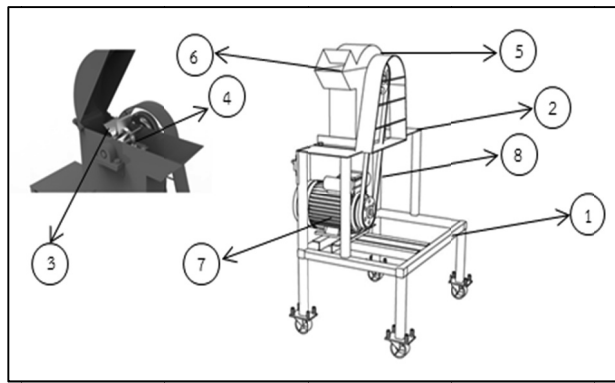
- 2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นไม่สูง
- 2.2.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ
- 2.2.3 มีกลไกการทำงานที่ไม่ซับซ้อนใช้งานง่าย
- 2.2.4 มีความแข็งแรงของโครงสร้าง
- 2.2.5 การบำรุงรักษาง่าย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรดจะได้เครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด ตามภาพที่ 2 (ก) และมีส่วนประกอบตามภาพที่ 2 (ข) โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ชุดโครงสร้างมีสองชั้น โดยทำมาจากเหล็กกล้า ชั้นล่างใช้วางชุดต้นกำลัง (1) ด้านบนของตัว โครงสร้าง (2) จะมีการติดตั้งชุดใบมีดสำหรับแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

ส่วนที่ 2 ชุดใบมีด จะมีใบมีด (3) จำนวน 8 ชิ้น ยึดกับล้อหมุน (4) ที่ยึดกับแกนเพลลา ชุดใบมีดจะมีฝา ครอบ (5) ป้องกันอันตรายจากการหมุน การป้อนใบสับปะรดจะป้อนบริเวณจุดป้อนชิ้นงาน (6)

ส่วนที่ 3 ชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ (7) โดยส่งกำลังขับเคลื่อนผ่านสายพาน (8) ไปยัง แกนเพลลาที่ยึดล้อหมุน ทำให้ใบมีดหมุนด้วยความเร็วในการหมุน 1,450 รอบต่อนาที



(ก) เครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด (ข) ส่วนประกอบเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

รูปที่ 2 เครื่องแยกเส้นใยสับปะรด

2.3 การวัดประสิทธิภาพของเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

เป็นการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด โดยกำหนดเงื่อนไขการทดสอบตามตารางที่ 1 เพื่อทำการประเมินผลด้านกำลังการผลิตและอัตราผลผลิตดี

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการทดสอบเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

หัวข้อ	รายละเอียด
เครื่องจักร	เครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด
เงื่อนไขในการทดสอบ	1) ปริมาณใบสับปะรดที่ใช้ทดสอบ 2,000 กรัมต่อครั้ง 2) จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบซ้ำ 4 ครั้ง
หัวข้อการประเมิน	กำลังการผลิต (Capacity) และอัตราผลผลิตดี (Yield)

2.4 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในการผลิตและการพัฒนาเครื่องแยกใยสับปะรด เพื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกร และผู้ประกอบการในการลงสร้างเครื่องจักร

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลวัดประสิทธิภาพเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

ในการวัดประสิทธิภาพเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรดทำการทดสอบจำนวน 4 การทดลอง โดยทำการวัดน้ำหนักเส้นใยสับปะรด และทำการวัดอัตราผลผลิตดีและกำลังการผลิตดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวัดประสิทธิภาพเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

ครั้งที่	ใบ สับปะรด (g)	เส้นใยจากใบ สับปะรด (g)		เวลาแยก (min)	กำลังการผลิต (g /min)		อัตราผลผลิต (%)	
		สด	แห้ง		สด	แห้ง	สด	แห้ง
1	2,000	68.8	31.2	45	1.53	0.69	3.44%	1.56%
2	2,000	59.3	35.64	55	1.08	0.65	2.97%	1.78%
3	2,000	56.7	25.72	40	1.42	0.64	2.84%	1.29%
4	2,000	45.8	24.16	37	1.24	0.65	2.29%	1.21%
เฉลี่ย		57.65	29.18	44.25	44.25	0.66	2.88%	1.46%

3.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นในการผลิตและการพัฒนาเครื่องแยกเส้นใยสับปะรด ซึ่งเส้นใยจากใบสับปะรดสามารถขายได้ที่ราคา 260 บาทต่อกิโลกรัม (ไทยรัฐออนไลน์, 2560) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

3.2.1 ต้นทุนคงที่ในการสร้างเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด (Fixed Cost)

ค่าสร้างเครื่อง (P)	=	40,000 บาท
อายุการใช้งาน (n)	=	5 ปี หรือ 60 เดือน
อัตราดอกเบี้ย I	=	15%
ดอกเบี้ย (I)	=	อัตราดอกเบี้ย x เงินต้น (P) x อายุการใช้งาน (n)
	=	(15% x 40,000 x 5)
	=	30,000 บาท
เงินรวม (FC)	=	เงินต้น (P) + ดอกเบี้ย (I)
	=	40,000 + 30,000
	=	70,000 บาท

3.2.2 ต้นทุนผันแปรเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรด

การวิเคราะห์เพื่อหาต้นทุนผันแปรการผลิตเส้นใยจากใบสับปะรด (v) โดยคิดที่ประสิทธิภาพสูงสุดคือ 1 เดือน ทำงาน 20 วัน แต่ละวันทำงาน 8 ชั่วโมง มีกำลังการผลิตเส้นใยจากใบสับปะรด 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (เครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรดใช้มอเตอร์ขนาด 3 Hp)

ค่าแรงงาน	=	300 บาทต่อวัน
ค่าไฟฟ้า (หน่วยละ 3 บาท)	=	$[(3 \text{ Hp} \times 746 \text{ W} \times 8 \text{ Hr.})/1000] \times 3$
	=	53.7 บาทต่อวัน
ค่าใช้จ่ายผันแปร (VC)	=	ค่าแรงงาน + ค่าไฟฟ้า
	=	300 + 53.7
	=	353.7 บาทต่อวัน

ดังนั้นในการทำงาน 1 วัน สามารถผลิตเส้นใยจากใบสับปะรดได้ 8 กิโลกรัม เกิดต้นทุนผันแปร 353.7 บาทต่อวัน

3.2.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Break Even Point)

ต้นทุนคงที่ (FC)	=	70,000 บาท
ต้นทุนผันแปร (v)	=	44.21 บาทต่อกิโลกรัม
ราคาขายเส้นใยสับปะรด (R)	=	260 บาทต่อกิโลกรัม
จุดคุ้มทุน (QBEP)	=	$70,000/(260-44.21)$
	=	325 กิโลกรัม

เกษตรกรจะสามารถคืนทุนได้เมื่อผลิตเส้นใยสับปะรดจำนวน 325 กิโลกรัม โดยต้องทำการผลิตเส้นใยสับปะรดให้ได้จำนวน 160 กิโลกรัมต่อเดือน

4. บทสรุปและอภิปรายผล

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกใยจากใบสับปะรด มีขั้นตอนในการนำไปใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะจับปลายใบสับปะรดไว้ด้านหนึ่ง ส่วนอีกด้านนำเข้าเครื่องจักร เมื่อพบว่าปลายใบสับปะรดถูกขูดจนเหลือแต่ใยให้ทำการกลับด้านจับ เพื่อให้ได้เส้นใยจากใบสับปะรดตลอดทั้งใบ จากการวัดประสิทธิภาพเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรดสามารถผลิตเส้นใยจากใบสับปะรดสดได้ 1.32 กรัมต่อนาที และผลิตเส้นใยจากใบสับปะรดแห้งที่ 0.66 กรัมต่อนาที โดยมีอัตราผลผลิตดีเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณใบสับปะรดพบว่า อัตราผลผลิตดีของเส้นใยจากใบสับปะรดสดได้ 2.88% และมีอัตราคุณภาพของเส้นใยจากใบสับปะรดแห้งได้ 1.46% จากการทดสอบจำนวน 4 ครั้ง

จากการออกแบบและสร้างเครื่องแยกเส้นใยจากใบสับปะรดมีหลักการทำงานสำคัญคือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นไม่สูง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ มีกลไกการทำงานที่ไม่ซับซ้อนใช้งานง่าย มีความแข็งแรงของโครงสร้าง และการบำรุงรักษาง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุม เอกพัทธ์ และอรรณวุฒิ คล้ายนิล (2532) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องขูดใยฝ้ายสำหรับใช้ในขั้นตอนการปั่นด้ายในอุตสาหกรรมผ้าฝ้ายทอมือเรไล เนตรพระฤทธิ์ และคณะ (2544) ปรับปรุงเครื่องขูดใยยี่ห้อ TOYODA LOOM WORKS ให้สามารถทำงาน

และผลิตเส้นใยออกมามีคุณภาพมากที่สุด และทรงศักดิ์ สมจรรย์ และคณะ (2544) ได้ทำการสร้างเครื่องสายเส้นใยกกช้างเพื่อนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายแล้วนำไปทอเป็นผ้า

5. เอกสารอ้างอิง

เรไร เนตรพระฤทธิ์ และคณะ. (2544). *การปรับปรุงเครื่องชุดใยยี่ห้อ TOYODA LOOM WORK*.

ปริญญาพนธิวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ไทยรัฐออนไลน์. (2560, 26 ตุลาคม). เส้นใยทอผ้าเสริมรายได้. *ไทยรัฐ*. สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2560,

จาก <http://www.thairath.co.th/content/467012>

ทรงศักดิ์ สมจรรย์ และคณะ. (2544). มจร. ประดิษฐ์เครื่องสายเส้นใยกกช้าง. *เดลินิวส์*, น. 29.

ธุม เอกทัต และอรรรฤทธิ คล้ายนิล. (2532). *เครื่องสายใยฝ้าย*. ปริญญาพนธิวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มติชนออนไลน์. (2560, 25 ตุลาคม). สับประรดห่วยม่วน. *มติชน*. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560,

จาก <https://www.matichon.co.th/news/413191>

วิฑูร สุขพูล. (2557). *สับประรดห่วยม่วน เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2560,

จาก <http://www.prnakhonpathom.com/news/2650>

การจัดการการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด Maintenance Management of S.D. Tractor Company Limited

อดุลย์ พุกอินทร์^{1*} สุวัชชัย วัชรถาวรศักดิ์² ผกามาศ พุกอินทร์³

^{1*} ผู้ช่วยศาสตราจารย์, หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

² อาจารย์, หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

³ อาจารย์, หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการบัญชี วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรดิตถ์
โทร (055) 416625, โทรสาร (055) 416625, E-mail: Adun999@gmail.com

Adul Phuk-in^{1*} Suwaschai Watcharatavorasak² Pakamas Phuk-in³

^{1*} Assistant Professor, Bachelor of Technology, Program in Industrial Technology,
Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

² Professor, Bachelor of Technology, Program in Mold and Die Technology (Continuing Program),
Phitsanulok Technical College

³ Professor, Bachelor of Technology, Program in Accounting, Uttaradit Vocational College
Tel. (055) 416625, Fax. (055) 416625, E-mail: Adun999@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำปัญหาการจัดการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ที่พบปัญหาด้านต้นทุนในการซ่อมบำรุงที่มีต้นทุนที่สูง การซ่อมเป็นการซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance) มีระยะเวลารอคอยอะไหล่ และการซ่อมที่ใช้ระยะเวลายาวนาน จึงทำให้เกิดการใช้ต้นทุนที่สูง การวิจัยได้นำวิธีการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) โดยได้ออกแบบพัฒนาโปรแกรมที่สามารถจัดเก็บข้อมูลและวัดประสิทธิภาพ (Mean Time Between Failure : MTBF) ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair : MTTR) ค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Average Machine Downtime) และทำการเก็บข้อมูลดำเนินการซ่อมบำรุงในบริษัท ร่วมกับจัดกิจกรรมการดำเนินการ TPM แบ่งเป็นกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการของวิธีการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม 12 ขั้นตอน กับ 8 เสาหลัก ผลการวิจัยพบว่าสามารถจัดการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัดได้ โดยสืบทราบจากข้อมูลการวิเคราะห์ผลก่อนการวิจัยจำนวน 5 เดือน และหลังการวิจัยระยะเวลา 5 เดือน โดยมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 21.66 ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมเครื่องจักร (MTTR) มีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.15 และค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.15

คำสำคัญ: การจัดการการซ่อมบำรุง โรงงานประกอบรถยนต์การเกษตร การพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุง

Abstract

This research aims to solve the problem on maintenance management of S.D. Tractor Company Limited on high maintenance cost due to breakdown maintenance requiring long lead time of spare parts and fixing. This research applied Total Productive Maintenance (TPM) by designing and developing a program that could store data and calculate Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time to Repair (MTTR), and Average machine downtime. Data on company's maintenance were collected and TPM activities were performed divided into workshops of 12 procedures and 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM). The research revealed that these activities were able to manage maintenance of S.D. Tractor Company Limited by investigating on data of analysis on results obtained from 5 months before research conducting and results obtained from 5 months after research conducting. It was found that MTBF was increased by 21.66% and MTTR was decreased by 41.15% whereas MTBF was decreased by 41.15%.

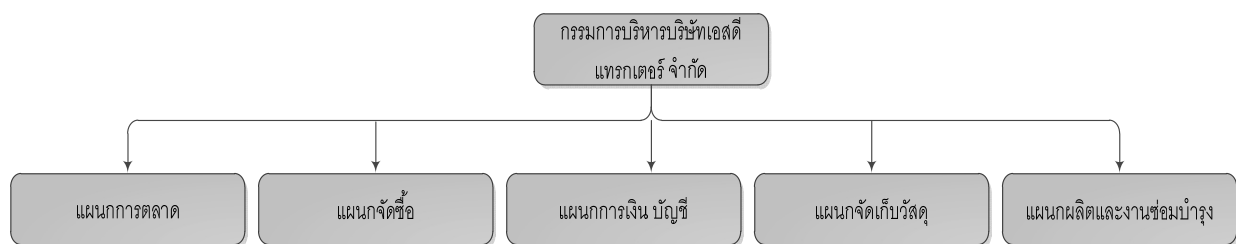
Keywords: Maintenance management, Agricultural tractor factory, Program development for maintenance data storage

1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจในการอุตสาหกรรมและการบริการมีการแข่งขันสูง และธุรกิจแสวงหาแนวทางในการบริหาร 4 M ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ ด้านแรงงาน (Man) ด้านวิธีปฏิบัติงาน (Method) ด้านวัสดุหรือวัตถุดิบ (Material) และด้านต้นทุน (Money) (สนธยา แพร่งศรีสาร, 2560) เพื่อจุดประสงค์หลักในการลดต้นทุนให้ได้มากที่สุด จึงมีการคิดค้นหาวิธีที่จะจัดการกระบวนการต่างๆ เช่น ด้านการควบคุมการผลิตโดยใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่ามากที่สุด (โชคชัย อาษาสนา, 2560) โดยการลดต้นทุนแต่จะยังคำนึงถึงการตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด และประการสำคัญการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยใหม่ที่ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญขณะนี้ โรงงานอุตสาหกรรมไม่ว่าจะมีขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ หรือเครื่องจักรและอุปกรณ์มาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต และการใช้งานเครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานในขณะทำการผลิตน้อยที่สุด โดยการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ดี วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาคือ ทำให้เครื่องจักรเสียน้อยที่สุด (อนุศักดิ์ ฉันทไพศาล, 2557) เพิ่มความสามารถที่จะรักษาสมรรถนะความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรที่ดี รักษาประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามแผนที่วางไว้ โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด รวมถึงการบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักร และการบำรุงรักษาเครื่องจักร (โกศล ดีศีลธรรม, 2560) เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในการรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ตามหน้าที่เครื่องจักรนั้นได้อย่างน่าเชื่อถือ แต่เดิมนั้นการ

บำรุงเครื่องจักรจะกระทำต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งเรียกการบำรุงรักษาลักษณะนี้ว่าการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance) ซึ่งวิธีการบำรุงรักษานี้กระทำโดยหาสาเหตุของการขัดข้อง มีการจัดซื้อชิ้นส่วนอะไหล่และซ่อมแซม ตลอดจนทดสอบการเดินเครื่องหลังจากการบำรุงรักษาทำให้สายการผลิตต้องหยุดชะงักและเสียเวลามาก จะเห็นได้ว่าการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องนั้น ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนและเวลาเป็นอย่างมาก

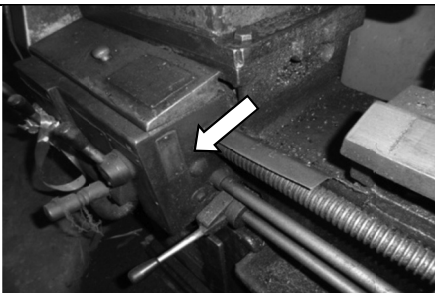
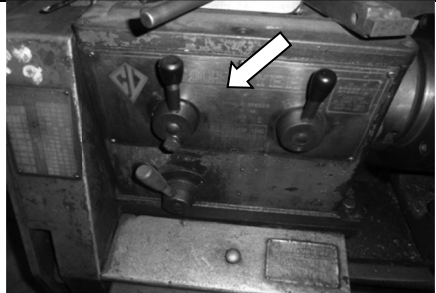
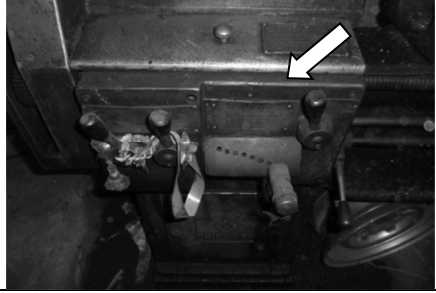
บริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ก่อตั้งเมื่อปี 2515 ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตรถยนต์ที่ใช้ในการขนส่งทางการเกษตร เช่น รถบรรทุกสี่ล้อเล็ก รถบรรทุกแบบไฮดรอลิก รถบรรทุกทางการเกษตร เป็นต้น มีอัตราการผลิตปีละ 250 คันต่อปี มียอดขายรวม 33,500,000 บาทต่อปี สถานที่ตั้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ การบริหารองค์กรจะเน้นการมอบหมายงานผ่านแผนก โดยแบ่งเป็น 5 แผนก คือ แผนกตลาด แผนกผลิตและซ่อมบำรุง แผนกจัดเก็บวัสดุคงคลัง แผนกจัดซื้อ และแผนกการเงินบัญชี โดยทุกฝ่ายต้องประสานงานและสัมพันธ์กันในลักษณะของวงกลม (Circle) แสดงดังภาพที่ 1 โดยมีคณะกรรมการบริหารเป็นศูนย์กลางเพื่อตอบสนองความต้องการของแผนกผลิต และด้านการบริการหลังการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เป็นหลัก



ภาพที่ 1 แสดงการบริหารงานของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด

การศึกษาปัญหาการซ่อมบำรุงในโรงงานของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด โดยพบว่า พื้นที่ในการทำงานมีทั้งหมด 6,400 ตารางเมตร แบ่งเป็นโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2 มีเครื่องจักรจำนวน 20 เครื่อง มีอุปกรณ์การผลิตมากกว่า 90 ชนิด การผลิตในโรงงานผลิตชิ้นงานบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด เป็นแบบการสั่งผลิต (Job Scheduling) คือ มีตารางการผลิตในแต่ละสถานงานในแผนกผลิต และนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์รถยนต์ที่ใช้ขนส่งทางการเกษตร ตามการสั่งซื้อจากลูกค้า โดยใช้วิธีการแบบมาก่อนทำก่อน (FIFO) การศึกษาพบปัญหาด้านการซ่อมบำรุงที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น การวางแผนการซ่อมการบำรุงรักษารายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี ไม่มีการวางแผนด้านอะไหล่ซ่อมบำรุง เป็นต้น ดังแสดงปัญหาในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างปัญหาการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงานของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด

จุดที่ตรวจสอบ	รายการที่ต้องตรวจสอบ	ระยะเวลาในการตรวจสอบ
	ตรวจวัดระดับน้ำมัน เครื่องกลึง	2 ครั้ง/สัปดาห์
	ชุดปรับความเร็วรอบ	1 ครั้ง/สัปดาห์
	ความเร็วของตัวจับ ชิ้นงาน	1 ครั้ง/สัปดาห์

การวิจัยนี้จึงมีการศึกษาข้อมูลการผลิต ข้อมูลการซ่อมบำรุง และข้อมูลการบริหาร พบว่า โรงงานประสบปัญหาด้านต้นทุนในการซ่อมบำรุงที่สูง และการซ่อมเป็นการซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance) มีระยะเวลารอคอยเยอะ และ การซ่อมที่ใช้ระยะเวลายาวนาน จึงทำให้เกิดการใช้ต้นทุนที่สูง การศึกษาจึงจะจัดการการซ่อมบำรุง โดยใช้วิธีการจัดการการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ร่วมกับการพัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงของบริษัท เอส ดี แทรกเตอร์ จำกัด และวัดประสิทธิภาพ (Mean Time between Failure : MTBF) ของการจัดการการซ่อมบำรุง

2. การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมการซ่อมบำรุง การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) คือ การบำรุงรักษา ซึ่งกระทำโดยพนักงานทุกคนผ่านทางกิจกรรมกลุ่มย่อย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพรวมของเครื่องจักรสูงสุด ร่วมกับการพัฒนาความรู้ ทักษะของพนักงาน และปรับปรุงผลการดำเนินงานของกิจกรรม

Park Minjae. et al. (2016) ได้นำวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในการจัดการการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ใช้ผลิตภัณฑ์ ที่มีการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน โดยการศึกษาเป้าหมายในการลดต้นทุนด้านกระบวนการ ซึ่งมีปัจจัย 2 ด้าน คือ ระยะเวลา และความล่าช้าในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง ผลการศึกษาพบว่าการจัดการที่ดีทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์ได้ดี ของเสียจากการผลิตลดลง แต่จะมีต้นทุนของการซ่อมเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลกระทบจากการออกแบบของค่าพารามิเตอร์ของการศึกษา

B. Bouslah, A. Gharbi. (2017) ได้ศึกษากระบวนการผลิตร่วมกับการควบคุมคุณภาพ และจัดการการบำรุงรักษาของการผลิต แบบสายการผลิต การดำเนินการได้วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในสายการผลิตที่อาจทำให้เกิดประสิทธิผลการซ่อมบำรุงที่ต่ำ การวิเคราะห์การซ่อมตั้งแต่ชิ้นส่วนที่อาจเกิดความเสียหายหลักได้ การศึกษาได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อจำลองการซ่อมบำรุงกับการควบคุมคุณภาพที่ต้องการลดต้นทุนด้านกระบวนการการผลิต โดยจะระบุความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตได้

สุพลเชษฐ์ เพ็ชรรัตน์ (2550) การศึกษานี้ได้นำการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยพบว่าโรงงานตัวอย่างยังขาดกระบวนการจัดการด้านการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี และมาตรฐานในการซ่อมบำรุง จึงได้นำวิธีการดังกล่าว มาใช้เพื่อการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนดำเนินการ ผลที่ได้จากการบำรุงรักษาพบว่า ค่า Mean Time Between Failure เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.85 ค่า Mean Time To Repair ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 62.23 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 0.85 ค่าอัตราการเสียลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 43.61

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยได้ออกแบบการศึกษาจากปัญหาการจัดการการซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด โดยข้อมูลการเข้าศึกษาในโรงงานนำมาวิเคราะห์ เพื่อออกแบบวิธีการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) การวัดผลประสิทธิภาพการซ่อมบำรุง และการออกแบบโปรแกรมเพื่อจัดการการซ่อมบำรุง แสดงดังนี้

3.1 วิเคราะห์เพื่อออกแบบวิธีการบำรุงรักษาแบบที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด การวิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลการบริหารงาน ข้อมูลการผลิต ข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ซึ่งมีพื้นที่ในการปฏิบัติงานทั้งหมด 6,400 ตารางเมตร มีโรงงานที่แบ่งตามสถานีงานได้ 2 โรงงาน แต่ละสถานีงานมีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน เช่น การเก็บวัสดุคงคลัง การตัดโลหะแผ่น การขึ้นรูปโครงสร้าง การขึ้นรูปกระบะ และการประกอบ เป็นต้น โดยมีเครื่องจักรทั้งโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 2 จำนวน 30 เครื่องจักร เช่น เครื่องตัด เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเชื่อม เครื่องพับ เป็นต้น มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมากกว่า 300 ชิ้น แสดงดังภาพที่ 2



(ก) รูปผลิตภัณฑ์



(ข) รูปเครื่องจักรในโรงงาน

ภาพที่ 2 แสดงผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด

การเข้าศึกษาข้อมูลใน 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนการบริหาร ส่วนจัดการขึ้นส่วนการผลิต และการซ่อมบำรุง โดยฝ่ายผลิตจะรับผิดชอบการซ่อมบำรุงหลัก มีบุคลากรที่มีทักษะที่สามารถจัดการการซ่อมตามใบสั่งซ่อมได้ และไม่มีการบันทึกรายงาน การเบิกจ่ายอะไหล่ขึ้นส่วน แสดงกิจกรรมในการผลิตดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงสถานีนงานบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด

3.2 การวิเคราะห์กิจกรรมการบำรุงรักษา โดยการวิจัยได้ทำการออกแบบการแก้ไขปัญหามาตรการจัดการซ่อมบำรุงรักษาของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด โดยการนำวิธีการ ทักษะ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้ทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การวางแผนซ่อมการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) คือ สร้างความเข้าใจ และกระทำโดยพนักงานของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ที่ทุกภาคส่วนรวมทั้งฝ่ายบริหารที่จะร่วมกันดำเนินกิจกรรม ผ่านกิจกรรมกลุ่มย่อยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร วิธีการ และการวางแผนให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยเริ่มพัฒนาความรู้และทักษะของพนักงาน และปรับปรุงผลการดำเนินงานของกิจการตามรูปแบบ TPM แสดงดังภาพที่ 4

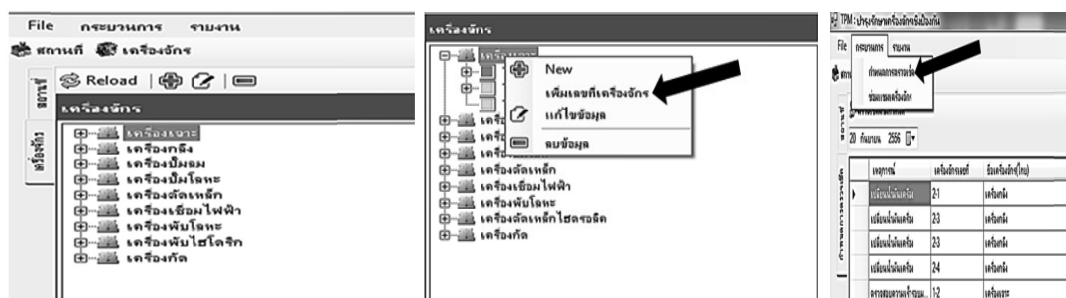


ภาพที่ 4 แสดงกิจกรรมการพัฒนาความรู้และทักษะของพนักงานใหม่

ขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาวิผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม แบ่งออกเป็น 12 ขั้นตอน เช่น การประกาศเจตนารมณ์ในการทำ TPM ของผู้บริหารระดับสูง (Declaration by Top Management to Introduce TPM) การวางแผนนโยบายพื้นฐาน และเป้าหมายของ TPM (Setting the Basic Policy and Goals of TPM) และการอบรมและรณรงค์ให้ความรู้พื้นฐานของ TPM (Education and Campaign) เป็นต้น โดยกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะได้เสาหลักที่ 1 ด้านการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focused Improvement) เสาหลักที่ 2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) เสาหลักที่ 3 การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance) เสาหลักที่ 4 การศึกษาและฝึกอบรม (Education and Training) เสาหลักที่ 5 การควบคุมดูแลขั้นต้น (Initial Control) เสาหลักที่ 6 การบำรุงรักษาคุณภาพ (Quality Maintenance) เสาหลักที่ 7 กิจกรรมฝ่ายบริหารที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (Efficient Administration) และเสาหลักที่ 8 การบริหารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety and Environment) และการดำเนินการกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง

3.3 การออกแบบโปรแกรมการซ่อมบำรุง ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโปรแกรมการซ่อมบำรุง เพื่อใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุง การจัดเก็บข้อมูลเครื่องจักรอุปกรณ์ การพยากรณ์อะไหล่ และการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติงานการซ่อมบำรุง แสดงดังนี้

1) การออกแบบหน้าจอหลักของโปรแกรมซ่อมบำรุงที่ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าใช้งาน ใช้โปรแกรมที่พัฒนา ได้แก่ เปิดแฟ้มข้อมูลโรงงาน สถานที่ เครื่องจักร กระบวนการ และรายการอุปกรณ์ การซ่อม และการรายงานข้อมูล แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงการออกแบบโปรแกรมซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด

จากภาพที่ 5 แสดงการออกแบบโปรแกรมซ่อมบำรุงของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด โดยมีการกำหนดข้อมูลการใช้งานในส่วนหน้าหลัก หน้าของข้อมูลเครื่องจักร ข้อมูลการซ่อม การแจ้งซ่อม การเบิกอะไหล่ซ่อมบำรุง การบันทึกรายการ การพยากรณ์จากข้อมูลอะไหล่คงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) และการรายงานผลในรูปแบบเอกสาร

2) การทดสอบโปรแกรมได้ทำการทดสอบ 3 แบบ คือ การทดสอบแบบโมดูล เป็นการทดสอบโปรแกรมทีละโมดูลการทำงาน การทดสอบแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) และการทดสอบแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นการทดสอบการใช้งานในสถานที่ของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด เช่น การติดตั้งโปรแกรม การทดลองใช้ในการจัดเก็บข้อมูลในโรงงาน

3.4 การวัดผลประสิทธิภาพการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วมของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด การวิจัยได้กำหนดค่าการจัดเก็บ ค่าเฉลี่ยความเสียหาย ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด แสดงดังนี้

1) การวัดผลโดยใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure, MTBF) แสดงดังสมการ (1), (2)

ค่าเฉลี่ยจำนวนความเสียหาย

$$n_{avg} = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร

$$MTBF = \frac{T}{n_{avg}} \quad (2)$$

ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) ของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัดคือ ด้วยจำนวนครั้งที่เกิดความเสียหายที่พบในช่วงเวลา T / ค่าเวลาเฉลี่ยทั้งหมดของความเสียหายของเครื่องจักรในบริษัท และความสัมพันธ์ระหว่าง MTTF และ MTTR

โดยที่ MTTF คือ ค่าเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (Mean Time to Failure)

MTTR คือ ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair)

2) การวัดผลประสิทธิภาพจากค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Average Machine Downtime) แสดงดังสูตร (3)

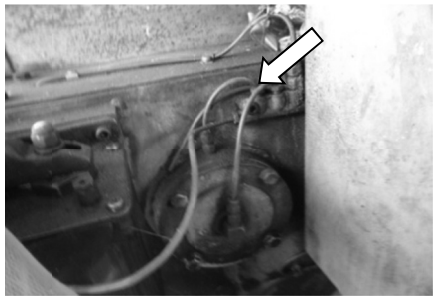
$$\text{Average Machine Downtime} = \frac{\% \text{ Machine Downtime}}{\text{Operation Time}} \times 100 \quad (3)$$

ในการวิจัยได้นำการวัดผลประสิทธิภาพระบบการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม ไว้ในโปรแกรมที่พัฒนาและทำการจัดเก็บข้อมูล การดำเนินการ และวัดประสิทธิภาพ

4. ผลการวิจัย

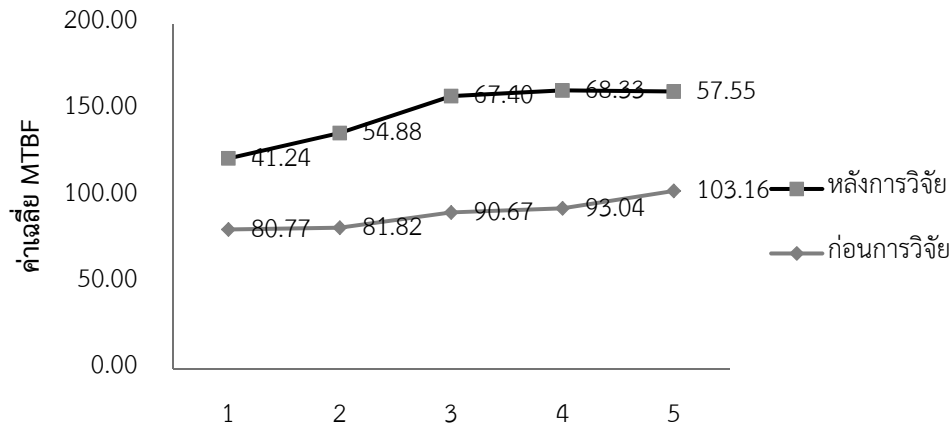
4.1 การดำเนินการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วมของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด และจัดเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุง การวางแผนการตรวจซ่อมรายวัน รายเดือน และรายสัปดาห์ (แสดงดังตัวอย่างตารางที่ 2) การเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องจักร การจัดเก็บระยะเวลาในการซ่อม การพยากรณ์การสั่งอะไหล่ การจัดเก็บข้อมูลการซ่อม และข้อมูลที่เป็นอื่นๆ แสดงดังนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการตรวจสอบการซ่อมบำรุงเครื่องปั๊มและตัดโลหะ

ลำดับที่	จุดที่ต้องการตรวจสอบ	รายการที่ต้องตรวจสอบ	ระยะการตรวจสอบ
1		ตรวจสอบสายน้ำมัน ไฮดรอลิกส์	1 ครั้ง/สัปดาห์
2		ชุดปรับควบคุมการทำงาน	1-2 ครั้ง/เดือน

การวัดประสิทธิภาพใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) โดยการวิจัยได้เก็บข้อมูลในโปรแกรมที่พัฒนา และวิเคราะห์ผลการดำเนินการของการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 การจัดเก็บก่อนการดำเนินการ และหลังการดำเนินการเดือนมิถุนายน 2560 ถึงเดือนตุลาคม 2560 เพื่อเปรียบเทียบ ร่วมกับการจัดเก็บข้อมูลและการคำนวณค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร และค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง

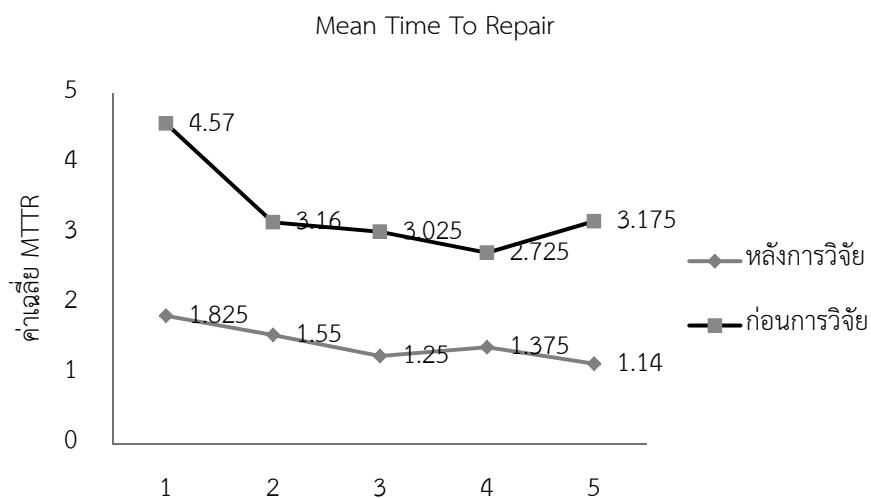
4.2 การเปรียบเทียบผลค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) เพื่อสืบทราบผลที่เกิดขึ้นจากการใช้โปรแกรม และการจัดการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม และทำการเก็บข้อมูลก่อนการวิจัยและหลังการวิจัยจำนวน 10 เดือน เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF)

จากภาพที่ 6 แสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) ทั้งก่อนและหลังการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นทุกเดือนในระยะเวลา 5 เดือน โดยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 21.66 จากการเปรียบเทียบ

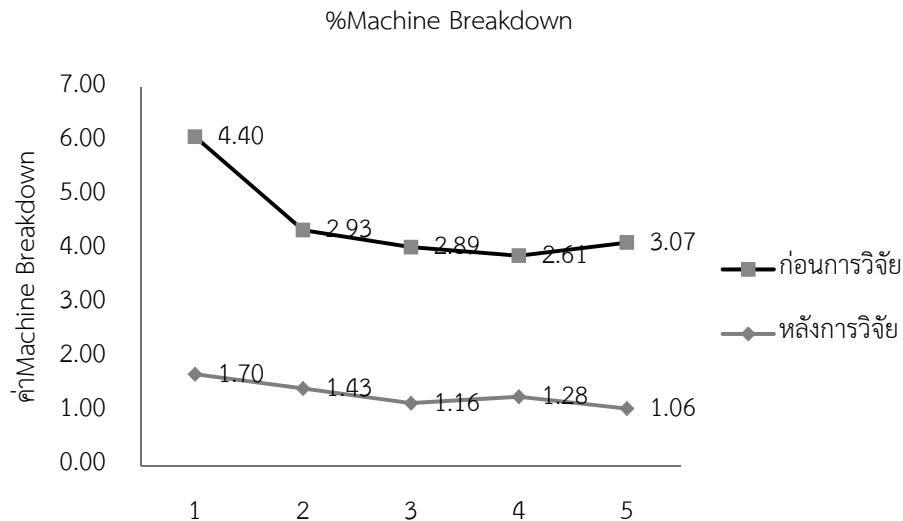
4.3 การเปรียบเทียบค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair) เพื่อสืบทราบผลที่เกิดขึ้นจากการใช้โปรแกรมและจัดการบำรุงรักษาที่ผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนการวิจัยและหลังการวิจัยเป็นระยะเวลา 5 เดือน ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair)

จากภาพที่ 7 แสดงค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมทั้งก่อนและหลังการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรลดลงแต่ละเดือนหลังการวิจัย โดยลดลงคิดเป็นร้อยละ 39.98

4.4 การเปรียบเทียบค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Average Machine Downtime) เพื่อสืบทราบผลที่เกิดขึ้นจากการใช้โปรแกรม และจัดการบำรุงรักษาที่ผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยทำการเก็บข้อมูลก่อนการวิจัยและหลังการวิจัยเป็นระยะเวลา 5 เดือน ผลการวิเคราะห์ แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง

จากภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง ทั้งก่อนและหลังการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรลดลงหลังการวิจัย โดยคิดเป็นร้อยละ 41.15

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้นำปัญหาของบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ซึ่งพบปัญหาด้านการจัดการซ่อมบำรุง โดยได้เข้าพื้นที่ศึกษาข้อมูลการบริหารการผลิต การซ่อมบำรุง และการจัดเก็บข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ ออกแบบพัฒนาโปรแกรมซ่อมบำรุงให้เหมาะสมกับบริษัท การวิจัยได้นำวิธีการการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) โดยกำหนดกิจกรรมและดำเนินการทั้งหมด 12 ขั้นตอน กับ 8 เสาหลักที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ และพัฒนาโปรแกรมควบคู่กับการทำกิจกรรม เพื่อการทดสอบโปรแกรม 3 ส่วน คือ การทดสอบแบบโมดูล การทดสอบแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (User Interface) และการทดสอบแบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) และนำโปรแกรมการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วมที่พัฒนา จัดเก็บข้อมูลในบริษัทเป็นระยะเวลา 10 เดือน โดยแบ่งเป็นก่อนการวิจัย 5 เดือน และหลังการวิจัย 5 เดือน การศึกษา พบว่า ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (MTBF) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 21.66 ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมเครื่องจักร (MTTR) มีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.15 และค่าร้อยละของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.15 จึงบอกได้ว่าการวิจัยนี้สามารถจัดการการซ่อมบำรุงบริษัทเอสดี แทรกเตอร์ จำกัด ได้ดี เป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยนี้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากการสนับสนุนทุนวิจัยจากหลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยอำนวยการและร่วมดำเนินการในการจัดหาเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้จัดทำงานวิจัยครั้งนี้

7. บรรณานุกรม

- โกศล ดีศีลธรรม. (2560). *วิธีสู่ความเป็นเลิศงานบำรุงรักษา*. สืบค้นเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2560, จาก <http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php?id=1422§ion=30&issues=81>
- โชคชัย อาษาสนา. (2560). *การบริหารงาน 4M*. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2560, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/453488>
- สนธยา แพ่งศรีสาร. (2560). *การบริหารการผลิตในงานอุตสาหกรรม*. สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2560, จาก http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/sonthaya/lesson%202/lesson2.html
- สุพลเชษฐ์ เพ็ชรรัตน์. (2550). *การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรงานอุตสาหกรรม*. เสื้อผ้าสำเร็จรูป. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: สาขาวิชาการจัดการคุณภาพ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- อนุศักดิ์ ฉืนไพศาล. (2557). *การบำรุงรักษา*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Bouslah, B., Gharbi, A., & Pellerin, R. (2017). Joint production, quality and maintenance control of a two-machine line subject to operation-dependent and quality-dependent failures. *International Journal of Production Economics*. 195, 210-226. retrieved October 16, 2017, from ScienceDirect database.
- Park, M., Jung, K. M., Park, D. H. (2017). Optimal maintenance strategy under renewable warranty with repair time threshold. *Applied Mathematical Modelling*. 43, 498-508. retrieved November 15, 2016. from ScienceDirect database.

การปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก

The Development of Electrical Hydraulic System for E-TOK Car

กาญจนา ดาวเด่น^{1*} ไชยยันต์ ชนะพรมา² วราภรณ์ ชนะพรมา³ พงศ์เทพ กุลชาติชัย⁴

^{1*}อาจารย์, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³อาจารย์, หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

⁴อาจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

*E-mail: nadaoden@gmail.com

Kanchana Daoden^{1*} Chiyan Chanapromma² Waraporn Chanapromma³ Pongthep Kulchatchai⁴

¹Professor, ²Assistant Professor, Bachelor of Engineering, Program in Electronics Engineering

³Professor, Bachelor of Technology, Program in Industrial Technology

⁴Professor, Bachelor of Engineering, Program in Energy Engineering

Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*Email: nadaoden@gmail.com

บทคัดย่อ

รถอีต๊อกเป็นเครื่องมือทางการเกษตรที่สามารถขับเคลื่อน บรรทุก และขนย้ายในพื้นที่ที่ยากแก่การเข้าถึง เช่น พื้นที่แคบ พื้นที่ลาดชัน เป็นต้น และการใช้งานรถอีต๊อกจะต้องใช้คนงานจำนวนสองคนในการควบคุม ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองแรงงานคน ถ้ารถอีต๊อกออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานใหม่ให้สามารถลดการใช้แรงงานคนได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ ดังนั้นทางทีมงานวิจัยจึงได้ร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำการพัฒนารถอีต๊อกแบบ 4 เกียร์ โดยใช้ระบบไฮดรอลิกเพื่อการเกษตรครบวงจร จะทำให้การทำงานเร็วขึ้นสามารถประกอบรถได้ง่าย เพื่อการใช้งานของเกษตรกรที่ใช้เป็นรถอเนกประสงค์ที่ออกแบบเพื่อภาคเกษตรโดยเฉพาะ และมีการคำนวณการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม รวมถึงความแข็งแรง ทนทาน และราคาต่ำกว่ารถทั่วไป เพื่อชาวเกษตรกรสามารถใช้งานทำสวน ทำไร่ได้จริง การปรับปรุงระบบเครื่องยนต์ที่ใช้ภายในตัวรถ ปรับปรุงระบบคัมล้อย ระบบบังคับเลี้ยว เกียร์ การใช้ระบบสายพานและห้องเกียร์ และช่วยลดเชื้อเพลิงโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รวมถึงการปรับปรุงโครงสร้างของตะกร้าสำหรับบรรจุผลผลิตทางการเกษตร มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวรถ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ทนทาน โดยการใช้วัสดุที่มีมาตรฐานทนต่อแรงกระแทกในการขับขึ้นพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นภูเขา

คำสำคัญ: นวัตกรรมวัสดุ ระบบไฮดรอลิก รถอีต๊อก

Abstract

E-TOK car is an agricultural tool that can be driven, carry and transport in the areas that difficult to access such as narrow areas and steep areas. E-TOK car required two workers to control which makes man labor wasted. If an E-TOK car is re-designed and re-engineered to reduce labor requirement, it can reduce operational costs. Therefore, the research team has collaborated with the private organization to develop a 4-gear E-TOK car using an electrical hydraulic system for comprehensive agriculture. The benefits of the developed E-TOK car include increasing in working speed, easy to assemble, improve its versatility for agricultural purpose. The re-engineered of E-TOK car not only improve its strength and durability but also decrease its cost investment within a reasonable price range for farmers. The development of E-TOK car includes the improvement in the internal engine, wheel hub system, steering system, gears system, belts, gear housing and a hybrid system that reduce fuel consumption. Furthermore, the structure of the basket is developed for more capability and functionality. The load-bearing structure of the E-TOK car is strengthened with standard materials for more durability and more shocks resistant when drive in mountainous agricultural areas.

Keywords: Material Innovation, Hydraulic System, E-TOK Car

1. บทนำ

จังหวัดอุดรดิตถ์ประชากรส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 90 (1) ประกอบอาชีพทางการเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยใช้พื้นที่ในการทำการเกษตรประมาณร้อยละ 26.70 ของพื้นที่ทั้งหมด ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการปศุสัตว์และการทำพืชไร่ปลูกผลไม้ตามฤดูกาล ดังนั้นในการทำเกษตรกรรมจึงจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เรื่องเครื่องมือ เครื่องจักร และเครื่องยนต์เพื่อการเกษตรเพื่อให้ชาวเกษตรกรได้มีความสะดวกในการทำเกษตรมากขึ้น รถบรรทุกเพื่อการเกษตรหรือรถซึ่งเสียเวลา หรือเรียกภาษาชาวบ้านสั้นๆ ง่ายๆ ว่า “รถอีต๊อก” จึงมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นรถที่มีราคาต้นทุนต่ำ มีขนาดเล็ก สะดวกในการเข้าถึงพื้นที่การเกษตรที่มีลักษณะเล็ก แคบ การเข้าถึงลำบากและขนาดของรถทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงได้พื้นที่ได้นอกจากนี้รถอีต๊อกมีการใช้เครื่องยนต์ที่มีขนาดแรงม้าต่ำทำให้ประหยัดน้ำมันในการขับเคลื่อน รวมถึงโครงสร้างของรถที่มีความแข็งแรงเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขา และสามารถบรรจุผลผลิตของชาวสวนได้อย่างสะดวกมากขึ้น

บริษัท ศรีสง่าพัฒนา เป็นบริษัทที่สร้างเครื่องมือทางการเกษตรในกลุ่มเครื่องยนต์ทางการเกษตรจำหน่ายรถอีแต่น และรถอีต๊อก ปัจจุบันรถอีต๊อกเป็นสินค้าที่นิยมอย่างมากในกลุ่มเกษตรกรสามารถจำหน่ายได้ทั้งในประเทศ เช่น อุดรดิตถ์ แพร่ น่าน สุโขทัย ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย และอื่นๆ และต่างประเทศ เช่น ประเทศลาว เป็นต้น บริษัท ศรีสง่าพัฒนา ได้จัดจำหน่ายรถด้วยการประกอบรถโดยขึ้นทะเบียนกับ

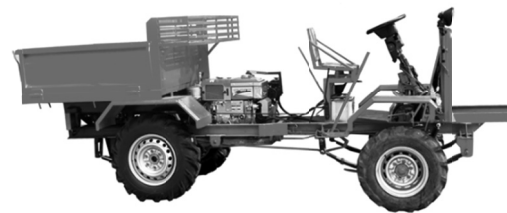
สำนักงานขนส่ง เป็นระยะเวลา มากกว่า 30 ปี แต่ปัจจุบันการทำธุรกิจดังกล่าวได้มีการแข่งขันทางการตลาดมากยิ่งขึ้น ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นสินค้าที่ขาดเทคโนโลยีและนวัตกรรม อีกทั้งยังขาดการได้รับการคุ้มครองจากกรมทรัพย์สินทางปัญญา

รถอีต๊อกเป็นเครื่องมือทางการเกษตรที่สามารถขับเคลื่อน บรรทุกและขนย้ายในพื้นที่ที่ยากแก่การเข้าถึง เช่น พื้นที่แคบ ลาดชัน เป็นต้น ถ้ารถอีต๊อกออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานใหม่ให้สามารถลดการใช้แรงงานคนได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 7,800 บาท/คน (คำนวณจากการทำงาน 26 วัน/เดือน) วัสดุโครงสร้างของรถอีต๊อกใช้เหล็กที่หนา มีความแข็งแรงจริง แต่มีน้ำหนักมากซึ่งมีข้อดีคือ มีความคงทน แข็งแรงสามารถบรรทุกได้ในปริมาณที่มากมาย แต่วัสดุที่ใช้มีความหนาและมีน้ำหนักมากเกินไปจนความจำเป็นทำให้ต้องใช้กำลังแรงงานสูงในการขับเคลื่อนส่งผลให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเกินความจำเป็น

ดังนั้นทางทีมงานวิจัยจึงได้ร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อทำการพัฒนารถอีต๊อกให้เป็นรถอเนกประสงค์ ออกแบบเพื่อภาคเกษตรโดยเฉพาะ และมีการคำนวณการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม รวมถึงความแข็งแรง ทนทาน และราคาต่ำกว่ารถทั่วไป เพื่อชาวเกษตรกรสามารถใช้งานทำสวน ทำไร่ได้จริง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ลักษณะของรถอีต๊อก (ก) และลักษณะของรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก (ข)

โดยการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การปรับปรุงระบบเครื่องยนต์ที่ใช้ภายในตัวรถ ปรับปรุงระบบชุดล้อ ระบบบังคับเลี้ยว ระบบเกียร์ การใช้ระบบสายพานและห้องเกียร์ ซึ่งน้ำหนักรถ 850 กิโลกรัม สามารถบรรทุกได้ 4.5 ตันและช่วยลดเชื้อเพลิง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 70 แอมป์ ใช้เครื่องยนต์ดีเซลปั่นไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ในการขับเคลื่อน และมีระบบเบรกล้อหน้า 2 ล้อ

ส่วนที่ 2 การปรับปรุงโครงสร้างของตะกร้าสำหรับบรรจุผลผลิตทางการเกษตรและเพิ่มความแข็งแรงทนทาน โดยการใช้วัสดุที่มีมาตรฐาน ทนต่อแรงกระแทกในการขับเคลื่อนในพื้นที่ทำการเกษตรที่เป็นภูเขา นอกจากนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวรถเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ภูเขา ได้แก่ ปรับขนาดของยาง ปรับขนาดของตะกร้า เป็นต้น

การผลิตรถอีต๊อกจึงเป็นการสนับสนุนการเกษตรครบวงจร ซึ่งจะทำให้การทำงานเร็วขึ้น สามารถประกอบรถได้ง่าย เนื่องจากรถมีความสามารถครบทุกวัตถุประสงค์การใช้งานของเกษตรกร สามารถใช้งานใน

พื้นที่นา สวน หรือไร่ จึงไม่จำเป็นต้องรอกำสั่งประกอบจากลูกค้า และมีอะไหล่ที่เตรียมประกอบตัวรถแน่นอน ไม่ต้องสั่งอะไหล่มาคงคลังเพื่อรอการประกอบ ลดต้นทุนในส่วนของอะไหล่ที่สั่งมาเก็บได้อีก และมีแนวโน้มการสั่งซื้อมากขึ้นเนื่องจากเดิม กลุ่มลูกค้าจะเป็นเกษตรกรเพาะปลูกข้าวเป็นหลัก แต่รถอีต๊อก 4 เกียร์นี้ตอบสนองลูกค้ากลุ่มไม้ผล และพืชไร่ได้ด้วย จากต้นทุนที่ต่ำกว่าทั้งในเชิงของต้นทุนด้านแรงงาน ต้นทุนด้านอะไหล่ และต้นทุนด้านระยะเวลา แต่สามารถขายได้ราคาที่สูงกว่าด้วยสมรรถนะที่ดีกว่า และยังเพิ่มนวัตกรรมใหม่ๆ ด้านการควบคุม ด้านการออกแบบเพื่อเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

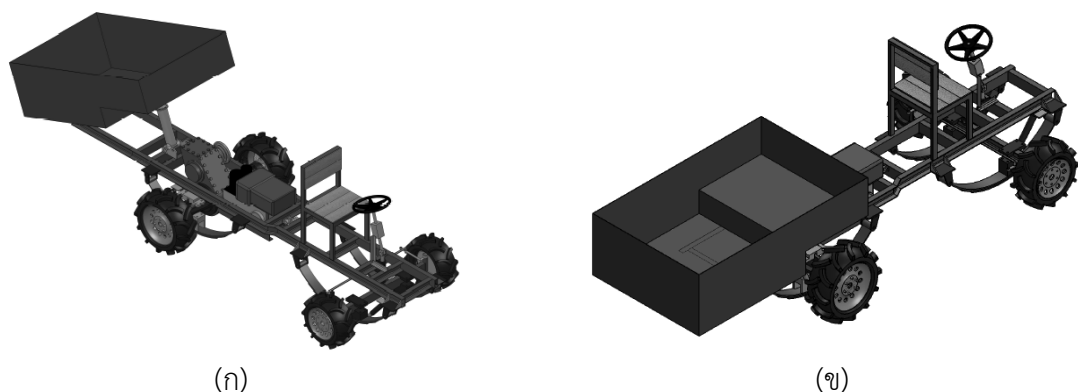
- 2.1 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโครงสร้างรถอีต๊อกให้เหมาะแก่การใช้งานทุกประเภท
- 2.2 เพื่อเพิ่มการควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก
- 2.3 เพื่อยกระดับรถอีต๊อกด้วยการจัดการทรัพยากรสินทางปัญญา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก

กลุ่มผู้วิจัยได้ติดต่อประสานกับบริษัทศรีสง่าพัฒนาและร่วมกันหาแบบพัฒนารถอีต๊อกที่เหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้งาน มีการระดมความคิดเห็นและวิเคราะห์ผลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโครงสร้างรถอีต๊อกให้เหมาะแก่การใช้งานทุกประเภททั้งงานไร่ นาข้าว และสวนผลไม้ โดยได้ดำเนินการตัดแปลงและปรับเปลี่ยนระบบรองรับน้ำหนัก จากเดิมเป็นระบบคานแข็งเปลี่ยนเป็นระบบใช้แหนบ ทำให้มีประสิทธิภาพในการแบกรับน้ำหนักและการทรงตัวได้มากขึ้น และได้มีการพิจารณาการดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลัง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อกและเพิ่มการควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกในส่วนหลังของรถ เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถรองรับน้ำหนักของสิ่งที่จะบรรจุเพิ่มขึ้น จึงได้มีการออกแบบโครงสร้างใหม่ตามแบบจำลองที่แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบจำลอง 3 มิติของโครงสร้างรถอีต๊อกด้านข้าง (ก) และด้านบน (ข)

1) การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก

1.1) สร้างตัวรถอีต๊อกตามโครงสร้างและรูปแบบ โดยดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลังตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2) ประกอบเป็นตัวรถเพื่อให้รองรับกับระบบหนบ แทนการใช้ระบบคานแข็ง

1.3) ปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม

2) การออกแบบโครงสร้างของรถอีต๊อก ทางทีมงานวิจัยได้ทำตามแผนดำเนินงานวิจัยที่ได้นำเสนอไว้แล้ว ตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1) ทำการดัดแปลงระบบบังคับเลี้ยวของรถ

2.2) ทำการดัดแปลงชุดเบรคหน้า

2.3) ทำการดัดแปลงชุดเบรคหลัง

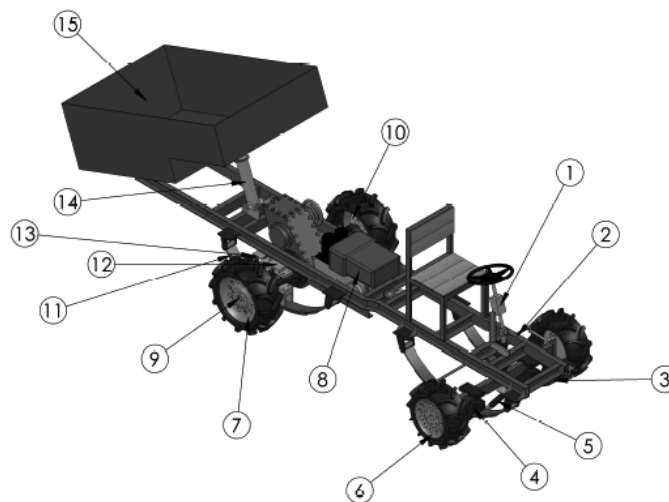
2.4) ทำการดัดแปลงระบบรองรับ

2.5) ทำการดัดแปลงระบบหนบ

2.6) ดัดแปลงและปรับแต่งอุปกรณ์ที่ทำการดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

2.7) ทำการสร้างตัวรถ

สำหรับแบบจำลอง 3 มิติ ภาพแยกส่วนประกอบของรถอีต๊อกแสดงดังภาพที่ 3 และสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกแสดงดังตารางที่ 1 ตามลำดับ

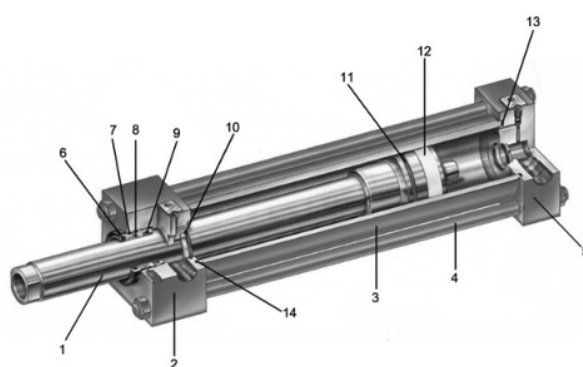


ภาพที่ 3 แสดงแบบจำลอง 3 มิติของภาพแยกกรรถอีต๊อก

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ (Part name)	จำนวนชิ้น
1	ชุดบังคับลิ้นวาระบบอัตโนมัติ	1
2	ตัวถังหลัก	1
3	แหวนบรรยณฑ์คู่หน้า	2
4	ชุดยึดแหวนบรรยณฑ์คู่หน้า	2
5	โซ่คู่หน้าขนาดกระบอก 1 ½ นิ้ว	2
6	ล้อคู่หน้าขนาด 15 นิ้ว	2
7	ล้อคู่หลังขนาด 17 นิ้ว	2
8	ชุดเครื่องยนต์ขับเคลื่อนและเกียร์บล็อก	1
9	สเปรย์เซอร์ สวมยึดชุดล้อหลัง	2
10	ชุดห้ามล้อแบบน้ำมันแบบคู่ ด้านหลัง	2
11	แหวนบรรยณฑ์คู่หลัง	2
12	ชุดยึดแหวนบรรยณฑ์คู่หลัง	2
13	โซ่คู่หลังขนาดกระบอก 1 ½ นิ้ว	2
14	ชุดไฮดรอลิกเพื่อยกตัวถัง	1
15	ถังตัวถัง	1

3) โครงสร้างทั่วไปของกระบอกสูบไฮดรอลิก ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 4 และโครงสร้างแสดงดังตารางที่ 2



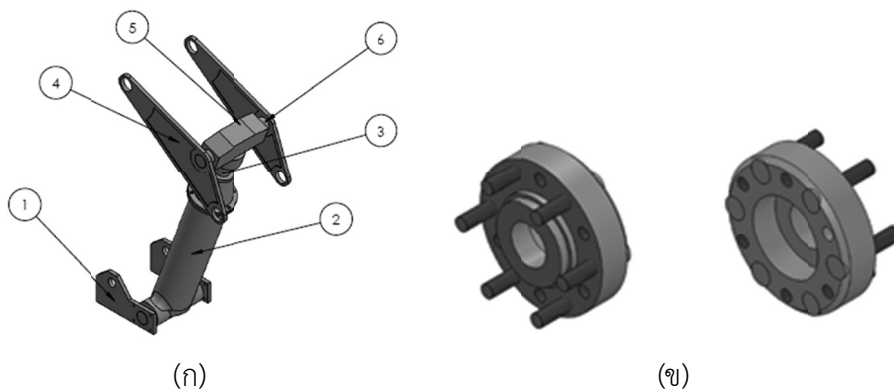
ภาพที่ 4 โครงสร้างของกระบอกสูบไฮดรอลิก (กระบอกไฮดรอลิก, 2016, ออนไลน์)

ตารางที่ 2 โครงสร้างโดยทั่วไปของกระบอกสูบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ	Part name
1	ก้านกระบอกสูบ	Rod Hard Chrome
2	ฝาหัว	Front cover
3	เสื้อกระบอกสูบ	Honest Tube
4	เสาเรียงกระบอกสูบ	Tri rod
5	ฝาท้าย	Back cover
6	ซีลกันฝุ่น	Wiper Seal
7	บูชทองเหลือง	Bushing
8	ซีลกันสึก	Wear ring
9	ซีลก้านสูบ	Rod Seal
10	ซีลกันกระแทกของลูกสูบ	Cushion Seal
11	ซีลลูกสูบ	Piston Seal
12	เทปซีลกันสึก	Teflon
13	ซีลฝาท้าย	O-ring
14	ซีลฝาหัว	O-ring

ที่มา: กระบอกไฮดรอลิก, 2016, ออนไลน์

4) การออกแบบชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง ต้องให้ความดันในกระบอกไฮดรอลิก ขนาด 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อให้กำลังในการยกของกระบอกคัมน์มีค่าในการรับน้ำหนักได้ 1.2 ตัน หรือ 1,200 กิโลกรัม ซึ่งแบบจำลอง 3 มิติของชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง และแบบจำลอง 3 มิติของสเปรย์เซอร์ แสดงดังภาพที่ 5 และสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในระบบไฮดรอลิก แสดงดังตารางที่ 3



ภาพที่ 5 แบบจำลอง 3 มิติของชุดไฮดรอลิกต้นกำลัง (ก) และแบบจำลอง 3 มิติของสเปรย์เซอร์ (ข)

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ในระบบไฮดรอลิก

ลำดับ (No.)	ชื่อ (Part name)	จำนวนชิ้น
1	ฐานกับแกนไฮดรอลิก	2
2	กระบอกนอกชุดดัม ขนาด 80 มิลลิเมตร	1
3	แกนกระบอกใน ขนาด 40 mm. ยาว 60 mm.	1
4	ชุดรับถังดัม	2
5	ชุดต่อรับถังดัม	1
6	แกนยึดชุดถังดัม	4

4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาและดำเนินการตามการวิจัย ซึ่งในการสร้างตัวรถอีต๊อกตามโครงสร้างและรูปแบบโดยดัดแปลงระบบไฮดรอลิก ตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย จากนั้นต้องมีการทดสอบสมรรถนะของตัวรถและปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม ดังนั้นทางทีมงานวิจัยได้ทำตามแผนดำเนินงานวิจัยที่ได้นำเสนอไว้แล้วโดย

ผลการวิจัย ช่วงที่ 1

- 1) นำระบบไฮดรอลิกที่ได้ออกแบบตามโครงสร้าง มาใส่ในตัวรถเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพรถในสภาพใกล้เคียงกับสถานที่ใช้งานจริง
- 3) ปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงาม ตรงตามความต้องการของงานวิจัย

ในการหาโครงสร้างรถให้มีความถูกต้องสำหรับการใส่ระบบไฮดรอลิก มีการคำนวณหาความเร็วลูกสูบ ดังสมการ (1)

$$V_0 = \frac{Q_{hi}}{A} = \frac{Q_{ro}}{A'} \quad (1)$$

$$V_i = \frac{Q_{ri}}{A'} = \frac{Q_{ho}}{A}$$

เมื่อ	Q	ย่อมาจาก	quantity flow
	h	ย่อมาจาก	head
	r	ย่อมาจาก	ring
	i	ย่อมาจาก	in
	o	ย่อมาจาก	out
	A	ย่อมาจาก	area

- ดังนั้น V_o คือ ความเร็วที่ลูกสูบเลื่อนออก (m/min)
 V_i คือ ความเร็วที่ลูกสูบเลื่อนเข้า (m/min)
 Q_{hi} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลเข้าด้านหัวลูกสูบ (l/min)
 Q_{ho} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลออกด้านหัวลูกสูบ (l/min)
 Q_{ri} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลเข้าด้านพื้นที่วงแหวน (ด้านก้านสูบ) (l/min)
 Q_{ro} คือ ปริมาณการไหลของน้ำมันที่ไหลออกจากด้านพื้นที่วงแหวน (ด้านก้านสูบ) (l/min)
 A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)
 A' คือ พื้นที่หน้าตัดของวงแหวนลูกสูบ (ด้านก้านสูบ) (cm^2)
 A_t คือ พื้นที่หน้าตัดของก้านสูบ (cm^2)

ผลการวิจัย ช่วงที่ 2 ตามแผนจะดำเนินงานดังนี้

- 1) ทำการหาตำแหน่งติดตั้งตัวปั๊มไฮดรอลิกแรงดันสูงและชุดครีซต์ตัดต่อกำลังงาน
- 2) ทดลองวางแท่นรับโครงและโครงค้ำเพื่อหาจุดหมุนที่สมดุล
- 3) ทดสอบการยกเพื่อทดสอบจุดหมุนว่า ถ้าเกิดการหมุน จุดศูนย์ถ่วง และแรงกดลงจุดที่ถูกต้องหรือไม่

หรือไม่

- 4) หาตำแหน่งจุดยกใต้ค้ำและจุดรับน้ำหนักฐานกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเพื่อให้ได้จุดที่สมดุลที่สุด

ซึ่งในการทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก จะทำการทดสอบเบื้องต้นสำหรับการรับน้ำหนัก ดังภาพที่

6 และ 7



ภาพที่ 6 การทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกที่เป็นรถต้นแบบ



ภาพที่ 7 การทดสอบรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิกที่เป็นรถต้นแบบ

5. สรุปผลการวิจัย

ทางทีมวิจัยได้ออกแบบสร้างระบบบังคับเลี้ยว เกียร์ และระบบขับเคลื่อน ให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับรถต้นแบบที่ได้รับมาโดยได้ทำการพิจารณาวัสดุที่จะใช้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ตัวรถต้นแบบเพื่อทำแบบทางวิศวกรรมร่วมกันกับสถานประกอบการ เพื่อให้สร้างตัวรถอีต็อกได้ถูกต้องตามโครงสร้าง โดยดัดแปลงระบบเบรก ระบบขับเคลื่อน และระบบส่งกำลัง ตามโครงสร้างรถที่ได้ออกแบบไว้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์งานวิจัย แล้วจึงประกอบเป็นตัวรถเพื่อให้รองรับกับระบบแทน แทนการใช้ระบบคันแข็ง พร้อมทั้งปรับแต่งโครงสร้างรถและสีตัวรถให้มีความทันสมัยและสวยงามทั้งนี้กระบวนการทุกอย่างได้รับคำปรึกษาและความคิดเห็นจากผู้ประกอบการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลจากการวิจัยสามารถทำให้รถอีต็อกเป็นรถอเนกประสงค์สามารถใช้งานได้ง่ายและมีประโยชน์ในแง่การบังคับระบบไฮดรอลิก

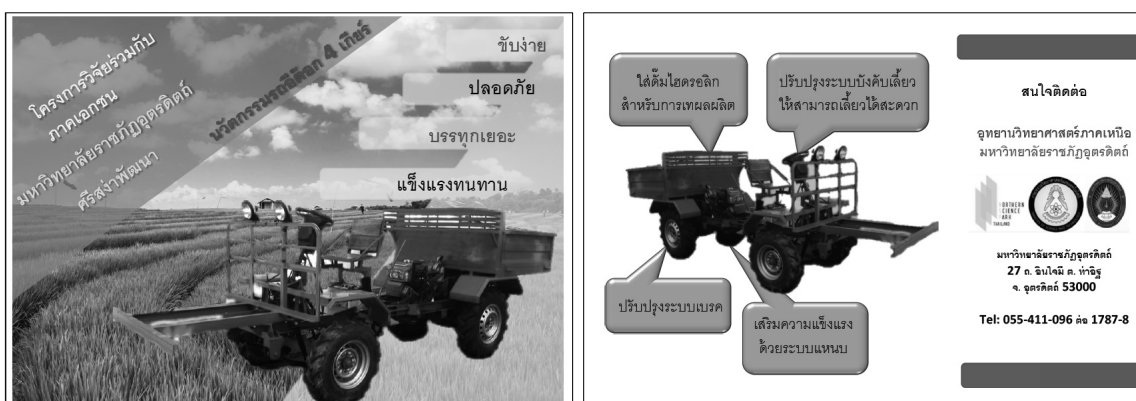
6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไขปัญหา

- 1) อุปกรณ์เกี่ยวกับตัวรถ บางชิ้นงาน ไม่สามารถหาและจัดซื้อได้ ต้องดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ไขและดัดแปลงทำให้ระยะเวลาในการดำเนินงานบางอย่างล่าช้า
- 2) อุปกรณ์และตัวรถ ต้องมีการทดสอบในระหว่างการทำงานไปพร้อมๆ กัน เมื่อทดสอบแล้วไม่ได้ประสิทธิภาพตามที่ได้วางแผน ต้องมีการปรับและแก้ไข ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินงานบางขั้นตอนไม่ตรงตามตารางเวลา

6.2 แนวทางการขยายผลในอนาคต

- 1) วางแผนในเรื่องการตลาด จัดทำโบรชัวร์ นำรถไปแสดงงานวิชาการเกษตรต่างๆ รวมถึงผู้ประกอบการอื่นๆ เพื่อให้เป็นที่รู้จักและสามารถทำการตลาดในเชิงพาณิชย์
- 2) ขยายผลและทำการวิจัยระบบเกียร์เพื่อให้อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานขึ้น
- 3) ขยายผลในเชิงพาณิชย์สู่ประเทศเพื่อนบ้าน



ภาพที่ 8 แผ่นพับที่แสดงและประชาสัมพันธ์อีต็อก

เนื่องจากโครงการปรับปรุงโครงสร้างรถอีต๊อกระบบไฮดรอลิก ได้มีผลผลิตเพื่อเข้าสู่ภาคเอกชน ในลักษณะของโครงการวิจัยร่วมกับเอกชน (Co-research) ดังนั้นตัวชี้วัดผลความสำเร็จของโครงการร่วมวิจัย คือ มีการเผยแพร่สู่ภาคเอกชนและสาธารณะ โครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการเผยแพร่ไปยังภาคเอกชนและผู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นภาคเอกชนที่ร่วมมือกับกลุ่มเกษตรกร ณ ประเทศลาว ซึ่งเป็นบริษัทตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์ คูโบต้าและย่นมาของประเทศลาว เวียงจันทน์ แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 เผยแพร่สู่ภาคเอกชนและสาธารณะ

7. เอกสารอ้างอิง

- ความรู้พื้นฐานของระบบไฮดรอลิก (ตอนที่1). (2554). สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=12831
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. (2550). *ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- บุญธรรม ภัทราจารกุล. (2555). *ชิ้นส่วนเครื่องกล*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์. (2560). *ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภัทร พงศ์กิตติคุณ. (2555). *นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ระบบไฮดรอลิกส์. (2555). สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก <https://www.thaimechanic.com/article-5-read.html>
- วารุณี ศรีสงคราม. (2561). การนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ควบคุมเครื่องจักร. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=457
- อนุชา หิรัญวัฒน์. (2553). ระบบไฮดรอลิกในงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2561, จาก http://www.itforsme.net/new/knc_detail.php?id=20
- Museum, Victoria and Albert. (2012). Catalogue of the mechanical engineering collection in the Science Division of the Victoria and Albert Museum, South Kensington. HardPress.

ภาคผนวก

การเตรียมบทความตีพิมพ์วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Manuscript Preparation Guideline for Innovation and
Community Technology Journal

ชื่อ นามสกุล^{1*} และชื่อ นามสกุล²

¹ ตำแหน่ง, ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัด

² ตำแหน่ง, ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัด

First Author's First-Last Names^{1*} and Second Author's First-Last Names²

¹ Position, Address

² Position, Address

*E-mail: xxx@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความงานวิจัยและบทความวิชาการ ผู้ส่งบทความจะต้องยึดรูปแบบตามบทความนี้อย่างเคร่งครัด บทความใดที่รูปแบบไม่ถูกต้อง จะถูกส่งคืนและไม่รับพิจารณาในครั้งนี้ บทคัดย่อต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ แต่ละภาษาควรมีเพียงย่อหน้าเดียว ระบุถึงความสำคัญของเรื่อง วัตถุประสงค์ วิธีการศึกษา ผลการศึกษาและบทสรุป มีความยาวไม่เกิน 300 คำ

คำสำคัญ: ระบุคำสำคัญของเรื่อง (keywords) จำนวน 3-5 คำ

Abstract

The research papers and Academic Papers, Authors are required to strictly follow the guidelines provided here, otherwise the manuscript will be rejected immediately in this time. The abstract has both of Thai and English Language. A good abstract should have only one paragraph. In abstract identify the importance of objectives, methodology, results, and conclusions. The length of each should not exceed 300 words.

Keywords: the number of keywords should not exceed 3-5 words.

1. คำแนะนำในการส่งผลงานเพื่อตีพิมพ์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการเขียนบทความฉบับเต็มสำหรับผู้ที่มีความประสงค์ในการส่งบทความเข้าตีพิมพ์ โดยบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์จะต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น หากมีเนื้อหา ข้อมูลวิจัยบางส่วนเคยพิมพ์ในรายงานการประชุมวิชาการจะต้องมีส่วนที่เพิ่มเติมหรือขยายจากส่วนที่เคยตีพิมพ์และต้องมีคุณค่าทางวิชาการที่เด่นชัด โดยได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

2. บทความที่รับพิจารณาลงพิมพ์

2.1 บทความวิจัย

มีความยาวไม่ควรเกิน 12 หน้ากระดาษ เนื้อเรื่องจะประกอบด้วย บทนำ (Introduction), วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives), ขอบเขตของการวิจัย (Scope of study), วิธีดำเนินการวิจัย (Research methodology), ผลการวิจัย/การทดลอง (Results), บทสรุป (Conclusion), อภิปรายผล (Discussion), ข้อเสนอแนะ (Recommendation), กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement, ถ้ามี), เอกสารอ้างอิง (References)

2.2 บทความวิชาการ

มีความยาวไม่น้อย 10 หน้ากระดาษ A4 แต่ไม่ควรเกิน 15 หน้ากระดาษ A4 เป็นบทความที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากหนังสือ เอกสาร ประสพการณ์หรือเรื่องแปล เพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาต่างๆ หรือแสดงข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มีคุณค่าทางวิชาการ บทความวิชาการควรประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สถานที่ทำงาน วิธีการติดต่อผู้เขียน บทคัดย่อ (Abstract) และคำสำคัญ (Keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตามด้วยเนื้อเรื่อง ซึ่งลักษณะองค์ประกอบของเนื้อเรื่องอาจจะคล้ายคลึงกับบทความวิจัย แต่ไม่มีเนื้อหาของ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง ผลการวิจัยหรือผลการทดลอง เป็นต้น

3. การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนต้องส่งต้นฉบับบทความพร้อมกรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการ ในรูปแบบ Microsoft word และ pdf ทำการส่งที่อีเมล J.techandinno.uru@gmail.com

4. รูปแบบบทความวิจัยและการพิมพ์เนื้อหาของเรื่อง

เนื้อเรื่อง ได้แก่ บทนำ (Introduction), วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives), ขอบเขตของการวิจัย (Scope of study), วิธีดำเนินการวิจัย (Research methodology), ผลการวิจัย/การทดลอง (Results), บทสรุป (Conclusion), อภิปรายผล (Discussion), ข้อเสนอแนะ (Recommendation), กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement, ถ้ามี), เอกสารอ้างอิง (References) เมื่อขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้น 1 บรรทัด การพิมพ์หัวข้อให้พิมพ์ชิดซ้ายของแต่ละคอลัมน์ ส่วนของเนื้อเรื่องให้ย่อหน้า 1.25 ซม.

การลำดับหัวข้อในเนื้อเรื่อง ให้ใส่เลขกำกับ โดยให้บทนำเป็นหัวข้อหมายเลขที่ “1.” และหากมีการแบ่งหัวข้อย่อย ก็ให้ใช้ระบบเลขทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1, 1.1.1, 1.2, 1.2.1 เป็นต้น

4.1 ขนาดและการตั้งค่าหน้ากระดาษ

ขนาดของกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์กำหนดให้มีขนาดมาตรฐาน A4 ($8\frac{1}{4} \times 11\frac{3}{4}$ นิ้ว) โดยกำหนดการตั้งค่าหน้ากระดาษดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะขอบกระดาษ

ระยะขอบกระดาษ	ค่าระยะกำหนด (เซนติเมตร)
ริมขอบกระดาษด้านบน	2.54
ริมขอบกระดาษด้านล่าง	2.54
ริมขอบกระดาษด้านซ้าย	2.54
ริมขอบกระดาษด้านขวา	2.54

4.2 รูปแบบตัวอักษรและการเว้นระยะ

รูปแบบอักษรของวารสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทยใช้ตัวอักษร TH SarababunPSK พร้อมทั้งกำหนดขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบต่างๆ ตามตารางที่ 2

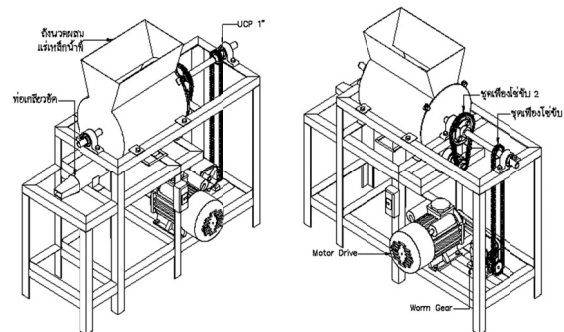
ตารางที่ 2 ขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบในบทความวิชาการ

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ชื่อบทความ	18	หนา
ชื่อผู้เขียน	16	ปกติ
สถาบัน/หน่วยงาน, อีเมล	14	ปกติ
บทคัดย่อ	16	หนา
เนื้อความในบทคัดย่อ	16	ปกติ
ชื่อหัวข้อย่อย	16	หนา
ชื่อตารางและรูปภาพ	16	หนา
อ้างอิง	16	ปกติ

4.3 การจัดทำรูปภาพ

รูปภาพให้จัดวางไว้ตำแหน่งกลางหน้ากระดาษ สามารถนำเสนอต่อจากข้อความที่กล่าวถึง หรืออาจนำเสนอภายหลังจากจบหัวข้อหรือนำเสนอในหน้าใหม่ ขนาดของรูปภาพไม่ควรเกินกรอบของการตั้งค่าหน้ากระดาษที่กำหนด ภาพจะต้องมีคำอธิบาย โดยคำอธิบายของภาพให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ หากภาพใดถูกแบ่ง

ออกเป็น 2 ส่วนให้มีการระบุคำอธิบายของแต่ละส่วนโดยอาศัยตัวอักษรภาษาไทยในวงเล็บเรียงตามลำดับเช่น (ก) และ (ข)



ภาพที่ 1 เครื่องผสมแร่เหล็กร้าพี

4.4 การจัดทำตาราง

การนำเสนอตารางให้จัดวางชิดขอบซ้าย ตัวอักษรในตารางต้องเห็นชัดเจน และควรตีกรอบตารางด้วยเส้นสีดำ ส่วนคำอธิบายตารางให้พิมพ์ไว้เหนือตารางและชิดริมซ้ายของกระดาษ และใส่แหล่งที่สืบค้นด้านล่างของตาราง (ถ้ามี)

4.5 การเขียนสมการ

การเขียนสมการต้องพิมพ์อยู่กึ่งกลางคอลัมน์ หรือในกรณีที่สมการมีความยาวมากอาจยอมให้มีความกว้างได้เต็มหน้ากระดาษ และจะต้องมีหมายเลขกำกับอยู่ภายในวงเล็บ ตำแหน่งของหมายเลขสมการจะต้องอยู่ชิดขอบด้านขวาของคอลัมน์ และเพื่อความสวยงามให้เว้นบรรทัดเหนือสมการ 1 บรรทัด และเว้นใต้สมการ 1 บรรทัด เมื่อจะกล่าวอ้างอิงถึงสมการที่ (1) ให้ใส่วงเล็บด้วยเสมอ ดังสมการที่ 1

$$y = ax + b \quad (1)$$

5. กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

หากต้องการเขียนกิตติกรรมประกาศเพื่อขอบคุณบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถเขียนได้ โดยให้อยู่หลังเนื้อหาหลักของบทความและก่อนเอกสารอ้างอิง เช่น ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และห้องปฏิบัติการในการทดสอบวัสดุตัวอย่าง

6. เอกสารอ้างอิง

ให้รวบรวมรายชื่อสิ่งพิมพ์และวัสดุความรู้ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นหลักฐานหรือเอกสารอ้างอิงในการศึกษา แทรกไว้ในเนื้อหาและท้ายบทความ โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA การอ้างอิงในเนื้อหาเป็นการวงเล็บระบุแหล่งที่มาอย่างกว้างๆ แทรกอยู่ในเนื้อหาของบทความวิชาการ ส่วนรายละเอียดที่สมบูรณ์ของแหล่งข้อมูลจะแสดงใน “เอกสารอ้างอิง” ในส่วนท้ายของบทความโดยไม่ใส่เลขลำดับ

6.1 การอ้างอิงในเนื้อหา

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และผู้แต่งคนที่สอง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และคณะ, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, ไม่มีเลขหน้า)

(หน่วยงาน, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(นามแฝง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

6.2 การอ้างอิงท้ายบทความ

ให้อ้างอิงรายการลำดับตามอักษรตัวแรกของผู้แต่ง ตามการเรียงลำดับตัวอักษรของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน สำหรับรูปแบบการพิมพ์รายชื่อเอกสารอ้างอิงจากแหล่งต่างๆ กำหนดให้มีรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้

หนังสือ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

สุรพล อุปติสสุกุล. (2521). สถิติ: การวางแผนการตลาดเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bewley, J. D., and Black, M. (1982). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. New York: Springer-Verlag.

บทความวารสาร

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

วัลลภ สันติประชา และชูศักดิ์ ณรงค์เดช. (2535). คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตในภาคใต้. *ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.)* 26(1), 119-125.

Brooks, J. R. and Griffin, V. K. (1987). Liquefaction of rice starch from milled rice flour using heat-stable alpha-amylase. *J. Food Sci*, 52(1), 712-717.

รายงานการวิจัย

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง (รายงานการวิจัย). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

พินิจ ทิพย์มณี. (2553). *การวิเคราะห์ปัญหาทางกฎหมายที่เกี่ยวกับการตายของ ประเทศไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Chitnomrath, T. (2011). *A study of factors regarding firm characteristics that affect financing decisions of public companies listed on the stock exchange of Thailand* (Research report). Bangkok: Dhurakij Pundit University.

เอกสารการประชุมวิชาการ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความหรือชื่อเรื่องของบท. ใน หรือ In ชื่อ บรรณาธิการ (บ.ก. หรือ Ed. หรือ Eds.), *ชื่อการประชุม* (น. หรือ p. หรือ pp. เลขหน้า). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ซัชพล มงคลิก. (2552). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ในการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยา. ใน *การประชุมวิชาการการบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 5* (น. 46). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Krongtaew, C., Messner, K., Hinterstoisser, B., & Fackler, K. (2010). Lignocellulosic structural changes after physico-chemical pretreatment monitored by near infrared spectroscopy. In S. Saranwong, S. Kasemsumran, W. Thanapase, & P. Williams (Eds.), *Near infrared spectroscopy: Proceedings of the 14th International conference* (pp. 193-198). West Sussex, UK: IMP.

วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. (ปี). *ชื่อวิทยานิพนธ์*. ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์, ชื่อมหาวิทยาลัย/วิทยาเขต (ถ้ามี)

ตัวอย่าง

สมศักดิ์ รักษ์วงศ์. (2528). *การศึกษาการใช้ยาชนิดต่าง ๆ ในการป้องกันโรคราสนิมของถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Phillips, O.C., Jr. (1962). *The Indfluence of Ovidd on Lucan's Bellum Civil*. Ph.D. Dissertation, University of Chicago.

บทความที่สืบค้นได้จากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าแรก-หน้าสุดท้าย. สืบค้น วัน เดือน ปี,
จาก <http://www.xxxxxxxxx>

ตัวอย่าง

บงการ หอมนาน. (2551). เทคโนโลยีกับการควบคุมด้วยตรรกะฟัซซี่ตามขั้นตอนและฟังก์ชันสมาชิก.

ไมโครคอมพิวเตอร์, 26(271), 153-156. สืบค้น 22 มิถุนายน 2554, จาก

<http://www.dpu.ac.th/laic/page.php?id=5753>

Judson, R. A., & Klee, E. (2011). Big bank, small bank: Monetary policy implementation and banks' reserve management strategies. *Journal of Economics and Business*, 63(4), 306-328. Retrieved June 23, 2011, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148619511000142>