



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

การประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ อุตสาหกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ ๓
“นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงพลังงาน สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน”



Proceedings:

Oral Presentation

Poster Presentation

- พลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบายพลังงาน วัสดุพลังงาน และการจัดการพลังงาน
- เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม
- การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
- เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์

ITTECON 2015

วันที่ ๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘

ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี



สารจากอธิการบดี

ในนามของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ข้าพเจ้ามีความยินดีต้อนรับผู้เข้าร่วมการประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ อุตสาหกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ ๓ ภายใต้หัวข้อ “นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงพลังงาน สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน” ในวันที่ ๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘ ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี การประชุมครั้งนี้เป็นเวทีแลกเปลี่ยนและนำเสนอผลงานวิจัยทางด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา ในการปลูกภาพพิเศษ ตลอดจนผู้เข้าร่วมการประชุมฯ ทุกท่าน และขอแสดงความยินดีกับสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ดำเนินจัดการประชุมในครั้งนี้

(ผศ. ดร.ลินดา เกณฑ์มา)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา





สารจากคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในนามของคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ขอ
ตอรับผู้เข้าร่วมงานการประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ อุตสาหกรรมศาสตร์และ
เทคโนโลยีครั้งที่ ๓ ภายใต้หัวข้อ “นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงพลังงาน สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน”
ด้วยความยินดียิ่ง งานประชุมวิชาการนี้เป็นความร่วมมือระหว่างสาขาการจัดการและเทคโนโลยี และสาขาการ
จัดการโลจิสติก เพื่อเป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของนักศึกษา คณาจารย์ และผู้วิจัยในระดับชาติ
ซึ่งได้มีผู้สนใจเข้าร่วมทั้งในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในโอกาสนี้ข้าพเจ้าขอเป็นตัวแทนของทางคณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมงานทุกๆ ท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีการประชุม
วิชาการแบบนี้จัดขึ้นในทุกๆ ปี และได้รับความสนใจจากทุกท่านอีกครั้ง

(รศ. ดร.สาธิต โกวิทวาที)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี





ถ้อยแถลง

การประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ อุตสาหกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ ๓ “นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงพลังงาน สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (ITTECON 2015)” จัดขึ้นโดยสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์ อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ในวันที่ ๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘ ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีทางวิชาการในการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น ประสบการณ์ จากอาจารย์ นักวิจัย นิสิต นักศึกษา นักประดิษฐ์ในการศึกษาระดับอุดมศึกษากับภาคอุตสาหกรรม รูปแบบการประชุมวิชาการครั้งนี้ประกอบด้วย การแสดงปาฐกถา (Keynote Speaker) การนำเสนอผลงานวิชาการแบบบรรยาย (Oral Presentation) และแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation) โดยจัดแบ่งเป็น ๒ กลุ่มดังนี้

๑. กลุ่มพลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบายพลังงาน วัสดุพลังงาน การจัดการพลังงาน และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม

๒. การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีและเทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์

มีผลงานวิจัยที่ผ่านกระบวนการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายใน และภายนอก เพื่อตีพิมพ์ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุม (Proceeding) ประกอบด้วยรายงานฉบับเต็ม (Full Paper) เอกสารการนำเสนอในภาคบรรยาย จำนวน ๔๘ ผลงาน และเอกสารการนำเสนอในภาคโปสเตอร์ จำนวน ๒๘ ผลงาน ผู้จัดการประชุมฯ มีความมุ่งหวังเพื่อให้เป็นการเผยแพร่องค์ความรู้จากผลงานวิจัยของคณาจารย์ นักวิจัยและนักศึกษา จึงขอขอบคุณและขอแสดงความชื่นชมกับนักวิจัยทุกท่านที่ได้เสนอผลงานวิจัยดังกล่าวมา ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้คณะผู้จัดงานขอขอบคุณคณาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย เทพา ที่ได้นำเสนอเรื่องการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ กรรมการอำนวยการ และกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้ทุกท่านเป็นอย่างสูงขอบคุณครับ

(ดร.สุรียา พันธุ์โกศล)

ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมวิชาการฯ



คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

รศ. ดร.ศิริชัย เทพา

รศ. ดร.ณัชวิชัย ติกุล

ผศ. ดร.ภณวิสิษฐ นาทรังสรรค์

ดร.แก้วกันยา สุตประเสริฐ

ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สนใจธรรม

ดร.สุรียา พันธุ์โกศล

ดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา

ดร.นุกุล สาระวงศ์

ดร.อัศววัฒน์ ดวงนิล

ดร.ศิริรัตน์ รอดบ่วง

ดร.เอกสิทธิ์ อักษร

ผศ.พิเชฐ พุ่มเกษร

อาจารย์รจพรรณ นิรัญศิลป์

อาจารย์นพนัช พวงมาลี

อาจารย์ติณณภพ จุ่มอิน

อาจารย์นันทรัตน์ สุขปัญญา

ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ม.แม่โจ้

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร

เหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

สมาคมที่ปรึกษาด้านการจัดการ

การตลาด และอุตสาหกรรม

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ ๙ อุดรธานี

ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร

เหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

ม.แม่โจ้

ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

Keynote speaker



รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา

สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

โทรศัพท์ 0-2470-8626 โทรสาร 0-2470-8626

E-mail: sirichai.the@kmutt.ac.th

ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานสะอาด มีผลงานวิจัย
และสิ่งตีพิมพ์รวมมากกว่า 100 เรื่อง

การใช้ประโยชน์

จากพลังงานแสงอาทิตย์



การประชุมทางวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ
อุตสาหกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ ๓
“นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงพลังงาน สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน”

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘

ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี

เวลา	กิจกรรม	ห้อง
08:30-09:30	ลงทะเบียน	บุษราคัม
09:30-10:15	พิธีเปิด	บุษราคัม
10:15-10:30	พักเบรก	
10:30-12:00	บรรยายพิเศษเรื่อง การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ โดย รศ. ดร.ศิริชัย เทพา	บุษราคัม
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์	ไพฑูริย์
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: พลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบาย พลังงาน วัสดุพลังงาน และการจัดการพลังงานเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม	เขียวส่อง
12:00-13:00	รับประทานอาหารเที่ยง	
13:00-14:30	นำเสนอผลงานโปสเตอร์	บุษราคัม
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์	ไพฑูริย์
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: พลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบาย พลังงาน วัสดุพลังงาน และการจัดการพลังงานเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม	เขียวส่อง
14:30-14:45	พักเบรก	
14:45-16:45	นำเสนอผลงานกลุ่ม: การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์	บุษราคัม
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์	ไพฑูริย์
	นำเสนอผลงานกลุ่ม: พลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบาย พลังงาน วัสดุพลังงาน และการจัดการพลังงานเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม	เขียวส่อง
16:45-17:00	พิธีปิด	บุษราคัม

ลำดับการนำเสนอแบบบรรยาย (Oral Presentation)

พลังงานทดแทน พลังงานประยุกต์ นโยบายพลังงาน วัสดุพลังงาน และการจัดการพลังงานเทคโนโลยีสิ่ง
แวดล้อมและการจัดการสิ่งแวดล้อม

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำห้องเชี่ยวชาญ: ผศ. ดร.ภณวิสิษฐุ์ นาถรังสรรค์
: อาจารย์ตีฉณภาพ จุ่มอิน

เวลา	เรื่อง	สถาบัน
10:30-10:45	ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อแก้ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ (ผู้นำเสนอ: กมลดารา เจริญสุวรรณ)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
10:45-11:00	การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากใบไม้และฟางข้าวด้วยเครื่องอัดแท่งแบบสกรูเดียว (ผู้นำเสนอ: อัฒม์ จันทบุตร)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
11:00-11:15	การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภทขี้ข้าวโพดและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ด (ผู้นำเสนอ: จินตามณี ปือกสอน)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
11:15-11:30	การใช้ชี้ถ่านจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล (ผู้นำเสนอ: สุเชษฐ เทพอาษา)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
11:30-11:45	การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโค (ผู้นำเสนอ: ณัฐวัตร ภูณะ)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
11:45-12:00	การศึกษาการเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค (ผู้นำเสนอ: อานนท์ พงษ์ขาว)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
12:00-13:00	พักรับประทานอาหารเที่ยง	
13:00-13:15	การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ (ผู้นำเสนอ: กฤติเดช ดวงใจบุญ)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
13:15-13:30	อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า (ผู้นำเสนอ: สุภฤต ป่านชลิบ)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
13:30-13:45	การประยุกต์ใช้สเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับสำหรับระบบติดตามแสงอาทิตย์ (ผู้นำเสนอ: พุทธพัฒน์ ศิริินพ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
13:45-14:00	การพัฒนาจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอด จังหวัดพัทลุง-ตรัง (ผู้นำเสนอ: จิตภา ทวันกะเหรัมย์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14:00-14:15	ผลของระดับความเค็มในน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น, สาหร่ายขนนก และสาหร่ายข้อ (ผู้นำเสนอ: เฉลิมภรณ์ กลั้บคง)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14:15-14:30	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมน้ำยางข้นโดยการประเมินวัฏจักรชีวิต (ผู้นำเสนอ: ปาจริย์ เอียดแก้ว)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

14:30-14:45	พักเบรก	
14:45-15:00	การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบ (ผู้นำเสนอ: <i>อริย์พงศ์ อารีเวชศรีมงคล</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
15:00-15:15	การประมาณค่าความดันไอของกรดไขมันเอทิลเอสเทอร์ที่อุณหภูมิต่างๆ (ผู้นำเสนอ: <i>นันทชัย ปัจจุบัน</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15:15-15:30	การศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกโดยการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืช (ผู้นำเสนอ: <i>ปวิณวงศ์ บำรุงพันธ์</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15:30-15:45	การออกแบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีตัวกำลังสอง (ผู้นำเสนอ: <i>ปฐมพร สุขศรี</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15:45-16:00	การศึกษาระบบการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนเพื่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลว (ผู้นำเสนอ: <i>ศุภกิจ บุตรน้ำเพชร</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:00-16:15	การศึกษาความเป็นไปได้ระบบผลิตไฟฟ้าจากมูลสุกรด้วยเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพโดยตรง Caterpillar รุ่น G3406 (ผู้นำเสนอ: <i>กฤษฎพร ชัยพล</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:15-16:30	การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอาคารราชนครินทร์ คณะวิทยาศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล (ผู้นำเสนอ: <i>วสันต์ นาคณอม</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:45-17:00	พิธีปิด	

ลำดับการนำเสนอแบบบรรยาย (Oral Presentation)

การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และเทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำห้องไฟฉาย : ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สนใจธรรม

: อาจารย์ณิชาภัส สิทธิสุข

เวลา	เรื่อง	สถาบัน
10:30-10:45	ลายมือชื่อดิจิทัลสำหรับระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (ผู้นำเสนอ: <i>วริศร์ รัตนนิมิตร์</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
10:45-11:00	การพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางสำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* (ผู้นำเสนอ: <i>ณัฐพงศ์ เหลืองนฤตม</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
11:00-11:15	การเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บในคลังสินค้าโดยใช้ Racking System (ผู้นำเสนอ: <i>รัชกาล ปัญญาพัฒนศักดิ์</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารอด
11:15-11:30	การพัฒนาแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที (ผู้นำเสนอ: <i>ณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
11:30-11:45	นวัตกรรมสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ (ผู้นำเสนอ: <i>พีรทัตต์ ภิริปัญญาคุณ</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
11:45-12:00	การรู้จำโมเดลรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะผสม (ผู้นำเสนอ: <i>ฐิติพัทธ์ อนุธรรมเวช</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
12:00-13:00	พักรับประทานอาหารเที่ยง	
13:00-13:15	การออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออก (ผู้นำเสนอ: <i>เชษฐภรณ์ ลีลาศรีศิริ</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
13:15-13:30	การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบรับ-ส่งสินค้าภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (ผู้นำเสนอ: <i>กษาปณ์ คุตตะนันท์</i>)	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
13:30-13:45	การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษาบริษัททองไข่อุตสาหกรรม จำกัด (ผู้นำเสนอ: <i>ทิพยุดา สวัสดิ์</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีน
13:45-14:00	การพัฒนาโมดูลระบบคลังข้อมูลสำหรับจุมลา (ผู้นำเสนอ: <i>คมสันต์ พิทยาภรณ์</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
14:00-14:15	การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์กรณีศึกษาบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (ผู้นำเสนอ: <i>ธิตินันท์ พรายมณี</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารอด

14:15-14:30	การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม (ผู้นำเสนอ: <i>สุทธิลักษณ์ ชุนประวัติ</i>)	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
14:30-14:45	พักเบรก	
14:45-15:00	การปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้าโดยการประยุกต์ใช้ ABC Analysis กรณีศึกษาบริษัท ABC (ผู้นำเสนอ: <i>ณัฐดนัย ทรงรัตน์</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ
15:00-15:15	การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิตโดยการใช้สายพานลำเลียง กรณีศึกษาผู้ผลิตผลไม้แปรรูป (ผู้นำเสนอ: <i>ปรัชญา ภาณุศรีแสง</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ
15:15-15:30	การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษา : บริษัท ฮิตาชิ อินดัสเตรียล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด (ผู้นำเสนอ: <i>สมฤทัย รอดศรี</i>)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี
15:30-15:45	การจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานภายในองค์กร โดยประยุกต์ใช้ PIVOT TABLE (ผู้นำเสนอ: <i>ณรงค์กร พิทักษ์เจริญวงศ์</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
15:45-16:00	การศึกษาและออกแบบ Service Valve สารทำความเย็นต้นแบบในงานซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ (ผู้นำเสนอ: <i>ณรงค์ศักดิ์ ฉาวเล็ก</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:00-16:15	การลดของเสียในกระบวนการผลิต ปัญหา : หน้าแปลน Part no.15407-02050 (รอยขีดข่วน) (ผู้นำเสนอ: <i>วรพล อิทธิรักษ์</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:15-16:30	การศึกษาจุดคุ้มทุนในการผลิต ผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกจาก Polyethylene Terephthalate (PET) ด้วยเครื่องฉีดในเชิงพาณิชย์ (ผู้นำเสนอ: <i>อิทธิพล เผือกผ่อง</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:30-16:45	การปรับปรุงขั้นตอนการบรรจุผลไม้พาสเจอร์ไรส์ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา (ผู้นำเสนอ: <i>สุทธิสรา บึงยาหยัน</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
16:45-17:00	พิธีปิด	

ลำดับการนำเสนอแบบบรรยาย (Oral Presentation)

การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และเทคโนโลยีสารสนเทศและโลจิสติกส์

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำห้องบรรยาย : ดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา

: อาจารย์นันทรรัตน์ สุขปัญญา

เวลา	เรื่อง	สถาบัน
14:00-14:15	การศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า:กรณีศึกษา (ผู้นำเสนอ: <i>ธิดารัตน์ จอมเกาะ</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย อลงกรณ์ในพระบรม ราชูปถัมภ์
14:15-14:30	การประยุกต์ใช้เซฟวิงอัลกอริทึมในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถกรณีศึกษา บริษัท L (ผู้นำเสนอ: <i>สุภารัตน์ ดาวรุ่งรัมย์</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย อลงกรณ์ในพระบรม ราชูปถัมภ์
14:45-15:00	การลดขั้นตอนการทำงานในกระบวนการวัดค่าความหนาของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ (ผู้นำเสนอ: <i>อัจฉราพรรณ ไชยเดช</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
15:00-15:15	แนวทางการศึกษาการเพิ่มผลผลิตโดยการวางผังโรงงานใหม่ กรณีศึกษา : บริษัท โลตัส บروس ซึ่มเปเปอร์บ็อก (ผู้นำเสนอ: <i>กฤษฎา อยู่ถนอม</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
15:15-15:30	การปรับปรุงคุณภาพการส่งมอบคอนกรีตผสมเสร็จ (ผู้นำเสนอ: <i>ทรงพล ขวัญชุม</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
15:30-15:45	การศึกษาแนวทางการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักร กรณีศึกษา บริษัท दनัยการทอ จำกัด (ผู้นำเสนอ: <i>กิตติวัฒน์ น้อยถึง</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
15:45-16:00	การลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง โดยใช้ระบบการ ควบคุมด้วยการมองเห็น กรณีศึกษา : บริษัท ซี จำกัด (ผู้นำเสนอ: <i>อาชา สว่างศรี</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย อลงกรณ์ในพระบรม ราชูปถัมภ์
16:00-16:15	แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานในอุตสาหกรรมการแปรรูปผ้าฝ้าย (ผู้นำเสนอ: <i>จักรพันธ์ ลาพรหมมา</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
16:15-16:30	การปรับปรุงผังโรงงาน Recycle พลาสติก (ผู้นำเสนอ: <i>ณรงค์ฤทธิ์ อุ่นมุกดา</i>)	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้าน สมเด็จพระเจ้าพระยา
16:45-17:00	พิธีปิด	

ลำดับการนำเสนอแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

เวลา 13:00 – 14:00

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำห้องประชุมราชภัฏ : ดร.รชฎ ขำบุญ
: ดร.นฤกุล สารวงค์
: ดร.อัศววัฒน์ ดวงนิล
: ผศ.พิเชฐ พุ่มเกษร
: อาจารย์วิญญู ปรอยกระโทก

ลำดับ	เรื่อง
1	การลดเวลาในกระบวนการให้บริการซ่อมบำรุงรถยนต์ที่ระยะ 120,000 กิโลเมตร
2	การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบสำหรับบริโภคในภาวะฉุกเฉิน
3	การพัฒนากระบวนการจัดการคลังสินค้าแผนก The Power บริษัท โฮมโปรดักส์ เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน)
4	การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า
5	การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงานของบริษัท ไทยสตาร์ ชิปปิ้ง จำกัด
6	การศึกษาความเป็นไปได้การประหยัดพลังงานไฟฟ้าอาคารจอดรถอาคารสำนักงานเอเชียเซ็นเตอร์ โดยใช้หลอดไฟแอลอีดีรุ่น T8
7	การศึกษาแนวทางการลดปริมาณของเสียในแผนกเย็บย่น ทัศนศึกษา บริษัทธนุลักษณะจำกัด
8	แนวทางการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูงบริษัทเอสซีเอสเต็มเน็ตเวิร์คจำกัด
9	แนวทางการลดเวลาการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับ A-CHECK ของเครื่องบินโบeing รุ่น DORNIER 228 ทัศนศึกษา : เครื่องบินโดยสารพาณิชย์แบบเช่าเหมาลำของบริษัทสายการบินแห่งหนึ่งในประเทศไทย
10	การศึกษากระบวนการลดของเสียจากกระบวนการผลิตเสื้อผ้าแฟชั่นสำเร็จรูปโรงงานแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร
11	เรื่องการจัดสรรพนักงานสำรวจอุบัติเหตุเพื่อปรับปรุงการให้บริการทัศนศึกษา
12	แนวทางการปรับปรุงคลังสินค้า
13	แนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์
14	การปรับปรุงผังโรงงานการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
15	การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตจอยโดเปิดแปลงแสง
16	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค
17	แนวทางการลดของเสียเชิงเทคนิคเชิงคุณภาพในกระบวนการผลิตภัณฑ์เครื่องประดับเงิน
18	การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

19	การศึกษาแนวทางการลดปัญหาการจัดส่งสินค้าไม่ทันตามเวลา กรณีศึกษา โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด
20	แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะเวลาการผลิตน้ำตาลสดสเตอร์ไลท์
21	แนวทางการลดของเสียการฉีดพลาสติกพื้นรองเท้า กรณีศึกษา โรงงานแห่งหนึ่งในเขต ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร
22	แนวทางการลดการหยุดชะงักของเครื่องพิมพ์ ปริ้นเตอร์ สล็อตเตอร์
23	แนวทางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันกรณีศึกษา บริษัท ปัญญาพัฒนาพลาสติก จำกัด (มหาชน)
24	การศึกษาหาเวลามาตรฐานและแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผ้าดิบ กรณีศึกษา บริษัทแห่งหนึ่งในเขต อ.พระประแดง
25	การพัฒนาระบบรายงานยอดขายออนไลน์ กรณีศึกษาบริษัท แชมป์เอช จำกัด
26	การปรับปรุงกระบวนการระบายความร้อนของชิ้นงานพลาสติกชนิดABSด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
27	การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทำนายอาการเสียของแอร์
28	การสร้างเครื่องตัดท่อและบากหน้าชิ้นงานท่อด้วยแก๊สในอุตสาหกรรมอู่ต่อเรือขนาดใหญ่กรณีศึกษา บริษัทเอเชียนมารีนเซอร์วิสเซส จำกัด (มหาชน)



การนำเสนอแบบบรรยาย

(Oral Presentation)



ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อแก้ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ

Study of Biogas Production from Agricultural Waste to decrease the Pollution in Northern Region

กมลดารา เจริญสุวรรณ^{1,*} ณัฐวุฒิ ดุษฎี¹ และชลลดา แดงประดับ²

¹วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

²ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

*ผู้ติดต่อ: kamoldara@hotmail.com, 053333194

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จากการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ ชังข้าวโพด เศษกิ่งไม้ใบไม้ ฟางข้าวและก้อนเชื้อเห็ด พบว่าส่วนประกอบของของแข็งที่สามารถย่อยสลายได้สูง ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหมักย่อยในสภาวะไร้อากาศเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์และโดยช่วยเพิ่มความสมดุลของสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ในระบบ และเปลี่ยนสารอาหารเป็นก๊าซชีวภาพ การคำนวณปริมาณของมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์จากธาตุองค์ประกอบของพืช พบว่า เศษกิ่งไม้ใบไม้มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนสูงที่ร้อยละ 51.96 คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพได้ 1,007.65 ลิตรต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ฟางข้าว ชังข้าวโพด และก้อนเชื้อเห็ด มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 50.18 50.06 และ 49.66 ตามลำดับ การศึกษาการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปรับสภาพชังข้าวโพดและฟางข้าว คือที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ของโซเดียมไฮดรอกไซด์แช่ที่ 72 ชั่วโมง, เศษกิ่งไม้ใบไม้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ของโซเดียมไฮดรอกไซด์แช่ที่ 24 ชั่วโมง และก้อนเชื้อเห็ดที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ของโซเดียมไฮดรอกไซด์แช่ที่ 72 ชั่วโมง การผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในสภาวะไร้อากาศ พบว่าที่ระยะเวลาการหมัก 30 วัน ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด 149.73 L/kg VS จากฟางข้าว รองลงมา 149.61 L/kg VS จากก้อนเชื้อเห็ด, 143.77 L/kg VS จากชังข้าวโพด และ 91.20 L/kg VS จากเศษกิ่งไม้ใบไม้ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 47-59

คำหลัก: วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร สภาวะไร้อากาศแบบแห้ง ก๊าซชีวภาพ

Abstract

This research is the study of biogas production from Agricultural waste. Evaluation the potential of four types of agricultural waste containing corn stover, leaves and branches debris, rice straw and mushroom waste, agricultural waste contains more biodegradable solids. Organic compounds are used in anaerobic digestion process in which bacteria convert organic materials into biogas. Estimated values of methane and carbon dioxide from elemental composition of plants model, can be decomposed and converted into estimated methane is 51.96 % of leaves and branches debris (Biogas yield of 1,007.65 L/kg), estimated methane is 50.18 % of rice straw,

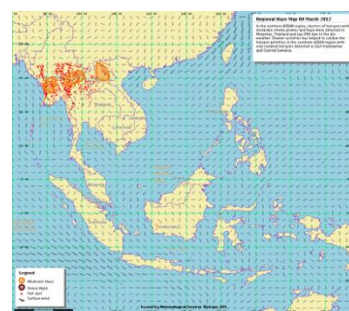
50.06 % of corn stover and 49.66 % of mushroom waste respectively. Optimization of pretreatment with sodium hydroxide (NaOH) for biogas production from agricultural waste was studied. It was found that the optimum conditions for pretreatment of corn stover and rice straw at 2% of NaOH for 72 hours, leaves and branches debris at 2% of NaOH for 24 hours and mushroom waste at mushroom waste 3% of NaOH for 72 hours. The results for the study is biogas production from agricultural waste in anaerobic digestion operated at 30 day. The highest cumulative biogas yield of 149.73 L/kg VS was obtained with rice straw, cumulative biogas yield of mushroom waste was 149.61 L/kg VS, corn stover was 143.77 L/kg VS, and leaves and branches debris was 91.20 L/kg VS. Effective of volatile solids (VS) removal was in the range 47-59%.

Keywords: Agricultural waste, Dry anaerobic digestion, Biogas

1. บทนำ

ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรมในแต่ละปีมีผลผลิตด้านการเกษตรเป็นจำนวนมากจากการเพาะปลูก ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีเศษวัสดุเหลือทิ้งในพื้นที่เพาะปลูก เช่น ฟางข้าว แกลบ ชานอ้อย เหง้ามันสำปะหลัง ชังข้าวโพด เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรได้มีการกำจัดโดยการเผาทิ้ง ส่งผลให้เกิดความรุนแรงของปัญหาหมอกควัน หากค่าฝุ่นละอองในอากาศเกินค่ามาตรฐาน จะส่งผลต่อสุขภาพอนามัยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยกรมควบคุมมลพิษได้ระบุว่าค่าการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือ PM₁₀ จากการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีค่า 7 กิโลกรัมทุก 1,000 กิโลกรัม ของเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ถูกเผาไหม้ จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ภาคเหนือ ในปี 2555 ที่ผ่านมา พบว่าวันที่ 10 มีนาคม 2555 ถือว่าเลวร้ายขั้นสูงสุดเพราะค่าฝุ่นละอองเกินมาตรฐานปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) ที่อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย วัดได้ 437.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) อยู่ที่ 320 ซึ่ง

ถือว่าคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์อันตราย[1] แนวทางในการจัดการชีวมวลเหล่านี้ให้เหมาะสมและสามารถเพิ่มมูลค่า คือการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตพลังงานทดแทน แนวทางดังกล่าวนอกจากจะเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานที่ผลิตได้อีกด้วย



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งและจำนวน Hotspot ทิศทางลม และการปกคลุมของหมอกควัน ซึ่งแปลผลจากภาพถ่ายดาวเทียม NOAA-18 วันที่ 9 มีนาคม 2555

การผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยทั่วไปจะใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากประเทศไทยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายในสภาพไร้อากาศ เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่

นิยมนำมาใช้กันแพร่หลายคือการหมักแบบเปียก (Wet digestion) ซึ่งเหมาะกับของเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์น้อยกว่าร้อยละ 20 แต่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงถึงร้อยละ 20 หากใช้กระบวนการหมักแบบเปียกจะต้องมีการเติมน้ำเพื่อลดปริมาณ Total solids จึงทำให้ปริมาณของเสียเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้องใช้ถังหมักใหญ่ขึ้น และพลังงานในการกวนและการทำงานของระบบสูงขึ้น ดังนั้นกระบวนการหมักแบบแห้ง (Dry digestion) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปชีวมวลที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง ซึ่งสามารถรับการเพิ่มปริมาณ Total solids มากกว่าร้อยละ 20-40 [2] โดยไม่มีการเติมน้ำเพื่อลดปริมาณ Total solids เป็นการลดขนาดของถังหมัก ลดปริมาณการใช้สารเคมีควบคุมระบบ Zhu และคณะ (2010) ได้ศึกษากระบวนการหมักแห้งจากถั่วข้าวโพดแบบกะ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถผลิตก๊าซมีเทน 372.4 L/kg VS [3] นอกจากนี้แล้วการหมักแบบแห้งยังใช้พลังงานในกระบวนการผลิตน้อย ช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหากลิ่นเหม็นจากกระบวนการหมักแบบไร้อากาศอีกด้วย [4] ดังนั้นในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัย ได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาพลังงานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อลดปัญหาหมอกควันเป็นพิษในพื้นที่ภาคเหนือ โดยศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในสภาพไร้อากาศแบบแห้ง

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์

2.1.1 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ ชั่งข้าวโพด เศษกิ่งไม้ใบไม้ ฟางข้าวและก้อนเชื้อเห็ด หา

ได้จากพื้นที่การเกษตรในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นนำมาบดให้มีขนาดประมาณ 0.5-1 ซม. เนื่องจากขนาดของวัตถุดิบมีผลต่อการย่อยสลายอย่างมาก ยิ่งวัตถุดิบมีขนาดเล็กมากเท่าใดอัตราการย่อยสลายยิ่งมีมากขึ้น เพราะเป็นการเพิ่มพื้นที่ของผิวสัมผัสระหว่างวัตถุดิบและแบคทีเรีย โดย Kaparaju และคณะ (2002) ได้สรุปไว้ว่าขนาดที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย จะสามารถเพิ่มอัตราการผลิตมีเทน [5]

2.1.2 อุปกรณ์และสารเคมี

- อุปกรณ์และสารเคมีจากภาควิชาชีววิทยา และศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- วิเคราะห์ผล Proximate analysis และ Ultimate analysis โดยแผนกห้องปฏิบัติการ กองธรณีวิทยา ฝ่ายวางแผนและบริหารเหมืองแม่เมาะ

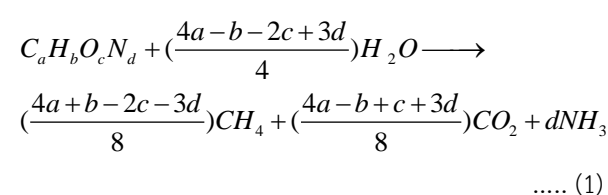
2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) และวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ (Ultimate analysis) ได้แก่ C H O และ N

2.2.2 การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวลจากองค์ประกอบทางเคมีของพืช [6,7]



2.2.3 ศึกษาการปรับสภาพวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ทั้ง 4 ชนิดที่บดละเอียดมาศึกษาการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 1,2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งจากการศึกษาวิธีการปรับสภาพชีวมวลมีหลายวิธี โดยวิธีที่เลือกใช้เป็นวิธีที่ดีและซับซ้อนน้อยที่สุด จากนั้นทำการวิเคราะห์หาค่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และปริมาณของแข็งระเหยได้ (VS) โดยวิธี Gravimetric method ของตัวอย่างหลังผ่านการปรับสภาพเบื้องต้น จากนั้นคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละชนิด เพื่อนำมาศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในห้องปฏิบัติการ

2.2.4 ศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในห้องปฏิบัติการ

นำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 4 ชนิดที่ผ่านการปรับสภาพในสภาวะที่เหมาะสมมาทดสอบการผลิตก๊าซชีวภาพในชุดทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดทดสอบการผลิตก๊าซชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ผลการศึกษาคูณสมบัติและองค์ประกอบของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 4 ชนิดในการนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ชังข้าวโพด เศษกิ่งไม้ใบไม้ ฟางข้าว และก้อนเชื้อเห็ด มีค่าปริมาณของแข็งระเหยได้ (Volatile Solid, VS) เท่ากับ 116,573 mg/kg, 111,687 mg/kg, 97,023 mg/kg และ 121,618 mg/kg ตามลำดับ ส่วนประกอบของของแข็งที่สามารถย่อยสลายได้ในชีวมวลสามารถพิจารณาได้จากค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) และค่าปริมาณของแข็งระเหยได้ (Volatile Solid, VS) ชีวมวลที่มีค่า VS มาก จะมีส่วนประกอบที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้อยู่มาก แต่หากมีค่า TS และ VS มากเกินไปก็จะส่งผลให้มีความชื้นน้อย ความชื้น (Moisture content) ก็มีผลต่อระบบผลิตก๊าซชีวภาพเช่นกัน เนื่องจากถ้าระบบมีความชื้นน้อยเกินไป จะมีผลต่อการกระจายของเชื้อและสารอาหาร ทำให้การผลิตก๊าซชีวภาพน้อยลง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

รายการ	ผลการวิเคราะห์			
	ชังข้าวโพด	เศษกิ่งไม้ใบไม้	ฟางข้าว	ก้อนเชื้อเห็ด
Total Solid (mg/kg)	161,103	205,460	138,402	209,099
Volatile Solid (mg/kg)	116,573	111,687	97,023	121,618
Dry matter (%)	63.35	89.46	93.60	29.99
Moisture content (%)	9.68	10.45	9.94	38.47
Volatiles matter (%)	71.58	66.58	68.96	50.08
Ash (%)	7.41	12.23	12.82	6.44
Fix carbon (%)	11.32	10.74	8.28	5.01
Carbon (%)	47.97	53.32	47.96	49.24
Hydrogen (%)	6.00	6.05	6.13	5.77

Nitrogen (%)	0.60	1.01	0.90	0.71
Oxygen (%)	45.44	39.48	44.97	44.22
Total sulphur (%)	0.01	0.15	0.04	0.06

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติและองค์ประกอบ พบว่าเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 4 ชนิด เหมาะสำหรันำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพได้ ซึ่งสารคาร์บอนอินทรีย์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหมักย่อยในสภาวะไร้อากาศเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ โดยช่วยเพิ่มความสมดุลของสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ในระบบ และเปลี่ยนสารอาหารเป็นก๊าซชีวภาพ

3.2 ผลการประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ในทางทฤษฎีสามารถประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวลได้จากองค์ประกอบทางเคมีของพืชตามสมการที่ 1 ซึ่งในกระบวนการสร้างมีเทนของจุลินทรีย์ (Methanogenic Bacteria) จะเปลี่ยน Acetate ให้กลายเป็น ก๊าซมีเทน และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซ [6,7] จากสมการสามารถคำนวณหาปริมาณของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพบว่าก๊าซชีวภาพของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนสูงมากกว่าร้อยละ 50 โดยเศษกิ่งไม้ใบไม้ มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนสูงที่ร้อยละ 51.69 คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพได้ 1,007.65 ลิตรต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ฟางข้าว และ ชังข้าวโพด มีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 50.18 และ 50.06 ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพได้ 905.28 และ 900.28 ลิตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนก้อนเชื้อเห็ดมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 49.66 คิดเป็นปริมาณก๊าซชีวภาพได้

926.22 ลิตรต่อกิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์ในชีวมวลเหล่านี้สามารถย่อยสลายและเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนได้สูง ดังแสดงในตารางที่ 2-5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ward และคณะ (2008) กล่าวว่า การผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวลของพืชมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 48-65 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 36-41 [8]

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของก๊าซมีเทน และปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากชังข้าวโพด เศษกิ่งไม้ใบไม้ ฟางข้าว และก้อนเชื้อเห็ด

ธาตุ	ร้อยละ	¹ โมล	² CH ₄	³ ปริมาณก๊าซชีวภาพ (L/kg)
ชังข้าวโพด				
C	47.97	4.00	50.06 (%)	900.28
H	6.00	6.00		
O	45.44	2.84		
N	0.60	0.04		
เศษกิ่งไม้ใบไม้				
C	53.32	4.44	51.69 (%)	1,007.65
H	6.05	6.05		
O	39.48	2.47		
N	1.01	0.07		
ฟางข้าว				
C	47.96	4.00	50.18 (%)	905.28
H	6.13	6.13		
O	44.97	2.81		
N	0.9	0.06		
ก้อนเชื้อเห็ด				
C	49.24	4.10	49.66 (%)	926.22
H	5.77	5.77		
O	44.22	2.76		
N	0.71	0.05		

หมายเหตุ : ¹โมล = น้ำหนักกรัม/มวลโมเลกุล

²ปริมาณ CH₄ คำนวณจากสมการที่ 1

³ก๊าซชีวภาพมีมีเทนร้อยละ 60

3.3 ผลการศึกษาการปรับสภาพวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ผลการศึกษาการปรับสภาพวัตถุดิบในเบื้องต้นโดยใช้วิธีการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3% เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 6 จากการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปรับสภาพขี้ข้าวโพดและฟางข้าว คือที่ความเข้มข้น NaOH 2% 72 ชั่วโมง, เศษกิ่งไม้ใบไม้ ที่ความเข้มข้น NaOH 2% 24 ชั่วโมง และก้อนเชื้อเห็ดที่ความเข้มข้น NaOH 3% 72 ชั่วโมง ในการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช ทำให้โครงสร้างผนังเซลล์พืชอ่อนตัวลงและสามารถย่อยสลายได้ง่าย [9] ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งและของแข็งระเหยได้ โดยปกติในการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียอินทรีย์ จะใช้ค่า TS และ VS สำหรับออกแบบ เมื่อค่า TS และ VS มีค่าสูงก็จะส่งผลให้กระบวนการสร้างก๊าซชีวภาพมากขึ้นตามไปด้วย ระบบจะต้องมีค่า TS และ VS ที่เหมาะสมภายในถึงผลิตก๊าซชีวภาพควรมีค่า VS/TS ประมาณ 0.6-0.7 ซึ่งจากการปรับสภาพวัตถุดิบเบื้องต้นของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ส่วนใหญ่ให้ค่า VS/TS ที่เหมาะสมสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพ สารคาร์บอนอินทรีย์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหมักย่อยในสภาวะไร้อากาศเพื่อใช้ในตารางที่ 6 ผลการศึกษาการปรับสภาพวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

การดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ เพื่อช่วยเพิ่มความสมดุลของสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ในระบบ และเปลี่ยนสารอาหารเป็นก๊าซชีวภาพ

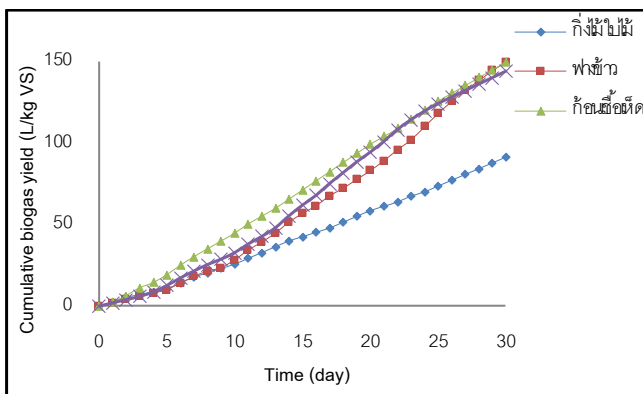
3.4 ผลการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 4 ชนิด พบว่าแนวโน้มการเกิดก๊าซชีวภาพมีปริมาณสูงขึ้น โดยมีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุดที่ระยะเวลา 30 วัน เท่ากับ 149.73 L/kg VS จากฟางข้าว รองลงมา 149.61 L/kg VS จากก้อนเชื้อเห็ด, 143.77 L/kg VS จากขี้ข้าวโพด และ 91.20 L/kg VS จากเศษกิ่งไม้ใบไม้ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3 ช่วงระยะแรกของกระบวนการหมักมีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากอยู่ในช่วงการสลายตัวของสารตั้งต้น หลังจากระยะเวลาผ่านไประบบเข้าสู่สภาวะที่จุลินทรีย์ใช้สารอาหารเพื่อสร้างกรดไขมันระเหย และเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ [3] จึงทำให้แนวโน้มการเกิดก๊าซชีวภาพเพิ่มสูงขึ้น จากนั้นจะเข้าสู่สภาวะคงที่ เนื่องจากปริมาณสารอาหารลดลง ทำให้ระดับปริมาณกรดไขมันระเหยมีค่าต่ำ และค่อนข้างคงที่ ส่งผลให้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวันมีปริมาณคงที่ และลดลง ดังแสดงในรูปที่ 4

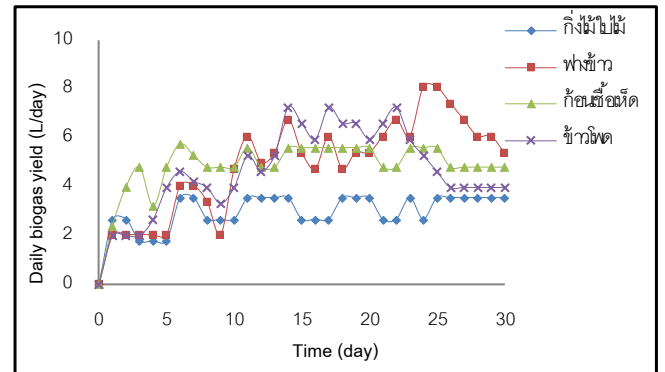
Pre-Treatment Method	ผลการทดลอง (mg/kg)											
	ขี้ข้าวโพด			เศษกิ่งไม้ใบไม้			ฟางข้าว			ก้อนเชื้อเห็ด		
	TS	VS	VS/TS	TS	VS	VS/TS	TS	VS	VS/TS	TS	VS	VS/TS
ไม่ปรับสภาพ	143,610.99	117,534.29	0.82	156,381.03	145,889.61	0.93	153,832.65	142,697.18	0.93	117,326.32	101,581.03	0.87
NaOH 1% 24 hr	103,714.89	77,866.23	0.75	174,218.72	93,714.99	0.54	98,305.49	71,559.31	0.73	162,145.04	107,384.14	0.66
NaOH 1% 48 hr	185,898.31	165,519.36	0.89	206,524.01	100,369.42	0.49	149,143.19	129,055.18	0.87	104,595.47	56,229.77	0.54
NaOH 1% 72 hr	212,307.69	132,307.69	0.62	185,133.24	143,057.50	0.77	202,380.95	130,952.38	0.65	216,981.13	167,924.53	0.77

NaOH 2% 24 hr	215,526.83	166,306.66	0.77	186,578.68	108,244.77	0.58	146,761.41	72,936.59	0.50	168,561.27	89,530.37	0.53
NaOH 2% 48 hr	192,294.61	173,668.99	0.90	253,794.84	165,577.56	0.65	205,780.90	166,394.82	0.81	102,618.87	39,619.86	0.39
NaOH 2% 72 hr	255,494.51	214,285.71	0.84	177,631.58	122,807.02	0.69	229,508.20	147,540.98	0.64	227,826.09	168,695.65	0.74
NaOH 3% 24 hr	164,546.04	96,130.69	0.58	188,589.99	83,350.04	0.44	119,653.41	50,162.28	0.42	192,324.44	82,776.11	0.43
NaOH 3% 48 hr	217,764.92	161,947.17	0.74	239,099.48	137,348.47	0.57	187,884.19	132,099.83	0.70	113,757.23	105,574.16	0.93
NaOH 3% 72 hr	189,189.19	129,129.13	0.68	162,079.51	94,801.22	0.58	218,750.00	109,375.00	0.50	229,645.09	177,453.03	0.77

ค่าพีเอชนับว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์เป็นตัวบ่งบอกถึงการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการทดลองค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.2-8.7 ซึ่งสอดคล้องกับ Liew และคณะ (2011) ที่พบค่าพีเอช อยู่ในช่วง 7.5-9.1 จากการหมักชีวมวลเป็นระยะเวลา 30 วัน [10] แสดงให้เห็นว่าถึงหมักก๊าซชีวภาพของงานวิจัยนี้มีความเสถียร หากค่าพีเอชของระบบต่ำกว่า 4.5 จะส่งผลให้การผลิตก๊าซมีเทนมีปริมาณน้อยลง โดยจุลินทรีย์เมทาโนเจนไม่สามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรดสูงหรือค่าพีเอชต่ำ [4] จากการทดลอง พบประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 47-59 ดังแสดงในตารางที่ 7



รูปที่ 3 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมจากการหมักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ระยะเวลา 30 วัน



รูปที่ 4 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวันจากการหมักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

TS (mg/L)		VS (mg/L)		pH	
Start-up	End	Start-up	End	Start-up	End
ขี้กบ					
30,270	12,673	21,507	8,767	8.32	7.77
เศษกิ่งไม้ใบไม้					
30,118	17,100	16,722	8,920	8.73	7.22
ฟางข้าว					
30,634	14,343	21,173	9,687	8.39	7.70
ก้อนเชื้อเห็ด					
30,980	11,270	18,212	7,517	8.12	7.70

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ขี้กบ เศษกิ่งไม้ใบไม้ ฟางข้าวและก้อนเชื้อเห็ด พบว่า วัสดุเหลือทิ้ง

เหล่านี้มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด 149.73 L/kg VS จากฟางข้าว รองลงมา 149.61 L/kg VS จากก้อนเชื้อเห็ด , 143.77 L/kg VS จากซังข้าวโพด และ 91.20 L/kg VS จากเศษกิ่งไม้ใบไม้ ที่ระยะเวลาการหมัก 30 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 47-59 ในการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพลังงานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เพื่อช่วยลดปัญหาหมอกควันเป็นพิษในพื้นที่ภาคเหนือ และใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเพิ่มศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในระดับที่ใหญ่ขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ส่วนแผนงานและประมวผล สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2555) แสดงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM₁₀ และ AQI ในภาคเหนือ วันที่ 10 มีนาคม, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://aqnis.pcd.go.th/>, เข้าดูเมื่อวันที่ 10/03/2555

[2] Jewell WJ, et. al., (1980). Anaerobic fermentation of agricultural residue : potential for improvement and implementation. U.S. Department of energy., Vol. 2 : 340-387.

[3] Zhu J, Wan C, Li Y (2010). Enhanced solid-state anaerobic digestion of corn stover by

alkaline pretreatment. Bioresour. Technol., 101: 7523-7528.

[4] สุพินดา ฐระเจน (2544). การเพิ่มผลผลิตก๊าซมีเทนจากการหมักเศษผักและผลไม้ไร้อากาศแบบแห้งที่มีการหมุนเวียนน้ำชะขยะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5] Kayhanian M and Hardy S., (1994). The impact of four design parameters on the performance of a high-solids anaerobic digestion of municipal solid waste for fuel gas production. Environmental Technology., Vol. 15 : 557-567.

[6] น้ำเพชร พันธุ์พัฒนา และสุภาวัฒน์ วิวรรธน์ภักทรกิจ (2555). ศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยไบโอแก๊สที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่

[7] Pavlostathis, S. G. and Giraldo-Gomez, E., (1991). Kinetics of anaerobic treatment: A critical review, Critical Reviews in Environmental Control 21(5-6) 411-490.

[8] Ward AJ, Hobbs PJ, Holliman PJ, Jones DL (2008). Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. Bioresour Technol. Vol 99: 7928-7940.

[9] Selim, A.S.M., J. Pan, T. Takano, T. Suzuki, S. Koike, Y. Kobayashi, K. Tanaka, (2004). Effect of ammonia treatment on physical strength of rice straw, distribution of straw particles and poetical-associated bacteria in

sheep rumen. Anim. Feed Sci. Technol.
115:117-128.

[10] Lo NL, Jian S and Yebo L (2011).
Enhancing the solid-state anaerobic digestion
of fallen leaves through simultaneous
alkaline treatment. Bioresour. Technol., Vol.
102: 8828-8834..

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากใบไม้และฟางข้าวด้วยเครื่องอัดแท่งแบบสกรูเดี่ยว

Study of Fuel Briquettes Production from Dry Leave and Rice Straw by a Single Screw Press Extruder

อัทธ์ จันทร์บุตร, ชนากานต์ คล้ายหะนา และ อัครินทร์ อินทนิเวศน์*

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

*ผู้ติดต่อ: a.intaniwet@hotmail.co.th, เบอร์โทรศัพท์ 053-333194, เบอร์โทรสาร 053-498862

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการเผาชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษทางอากาศตามมา งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยการใช้วัสดุ 2 ชนิดคือ ใบไม้ และฟางข้าว โดยนำมาย่อยหรือบดให้มีขนาดเล็กและผสมกับตัวประสานแป้งมันและปูนขาว (1:1, 2:1 และ 1:2) โดยมีอัตราส่วนระหว่างตัวประสานเท่ากับร้อยละ 10-50 ของน้ำหนักชีวมวล จากนั้นแปรรูปด้วยกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นด้วยการอัดเย้นโดยใช้เครื่องอัดแท่งแบบสกรูเดี่ยว จากการทดสอบพบว่าชีวมวลทั้งสองชนิดสามารถอัดแท่งได้ทุกอัตราส่วนของตัวประสาน และพบว่าฟางข้าวจะใช้เวลาในการอัดแท่งนานกว่าใบไม้ประมาณ 15 นาที และมีอุณหภูมิผิวกระบอกรัดประมาณ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าของการอัดแท่งใบไม้ 30 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาความหนาแน่นเฉลี่ยของเชื้อเพลิงอัดแท่งใบไม้และฟางข้าว พบว่ามีค่าเท่ากับ 887.56 และ 999.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณตัวประสาน ชีวมวลอัดแท่งที่ผลิตได้มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 10-12 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และมีต้นทุนการผลิตต่ำสุดเท่ากับ 6.48 และ 11.78 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับใบไม้และฟางข้าวอัดแท่งตามลำดับ งานวิจัยจึงเป็นการเพิ่มมูลค่า ทำให้เกิดอรรถประโยชน์และลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากการเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

คำสำคัญ: การเพิ่มความหนาแน่น เชื้อเพลิงอัด ฟางข้าว และใบไม้

Abstract

Thailand is currently facing the burning of the biomass residues which leads to the air pollution problem in several locations around the country. In this research, the densification of the biomass agricultural wastes, such as dry leaves and rice straw, is investigated as a mean to soften the problem. The raw materials were mechanically crushed to a smaller size. Then, 10-50%wt of tapioca flour and lime (1:1, 2:1 and 1:2) were mixed with the raw materials to create the blend of biomass and binders which was subsequently used in the densification process. It was found that the production time for rice straw fuel briquette is about 15 min longer than

that of the dry leave and higher temperature, 95 °C, at the surface of the extruder is observed, which is 30 °C higher than that of dry leave. The average densities of dry leave and rice straw fuel briquettes are 887.56 and 999.75 kg/m³. The heating values of the fuel briquettes were in the range of 10-12 MJ/kg, depending on the ratio of the binder and the production cost of the briquettes is about 6.48 and 11.78 THB/kg for dry leave and rice straw, respectively. This research therefore provides another possible solution to properly manage the agricultural wastes and reduces the air pollution from the burning of the biomass.

Keywords: Densification, torrefaction and torrefied-briquette.

1. บทนำ

สถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม จึงมีการบริโภคทรัพยากรต่างๆ อย่างฟุ่มเฟือยจนเกินความจำเป็น ทำให้เกิดความต้องการในใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ทรัพยากรทางธรรมชาติลดน้อยลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะทรัพยากรที่นำมาใช้ผลิตเชื้อเพลิง อาทิ แก๊สธรรมชาติ น้ำมัน และถ่านหิน ฯลฯ [1] ด้วยเหตุผลเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่ทำให้มีการพัฒนาพลังงานทดแทนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีการแสวงหาแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากขยะมูลฝอย และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น ในปัจจุบันแต่ละปีประเทศไทยมีผลิตผลด้านการเกษตรเป็นจำนวนมาก แต่หลังจากการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตร ส่งผลให้ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีเศษวัสดุเหลือทิ้งในพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมาก เช่น ฟางข้าว แกลบ ชังข้าวโพด เศษใบไม้ เป็นต้น [2] แม้จะนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไปประยุกต์เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ แต่เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรก็ยังมีปริมาณมากเช่นเดิมไม่สามารถกำจัดให้หมดได้

สุดท้ายสิ่งที่ไม่สามารถเลี่ยงได้ นั่นก็คือการเผาทำลายวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหมือนกับการเผาขยะ ผลกระทบที่ตามมา คือปัญหามลภาวะทางอากาศหรือมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมที่สามารถส่งผลกระทบต่อประชากร สิ่งแวดล้อม หรือชั้นบรรยากาศ นำไปสู่ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global warming) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ [3,4]

จากการศึกษาศักยภาพของใบไม้และฟางข้าว พบว่า ฟางข้าว เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ได้จากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยแบ่งปลูกข้าวนาปรังทั้งหมด 12,554,145 ไร่ และปลูกข้าว นาปี ทั้งหมด 64,998,380 ไร่ [5,6] โดยข้าวจะมีอัตราส่วนชีวมวลแบ่งออกเป็นแกลบร้อยละ 23 และ ฟางข้าวร้อยละ 49 โดยมีค่าความร้อน 16.21 และ 12.33 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าความชื้นร้อยละ 12 และ 10 ตามลำดับ [7] ส่วนเนื้อที่ป่าไม้มีพื้นที่หนึ่งในสามของประเทศทั้งหมดจำนวน 107,241,030 ไร่ ทำให้เกิดเศษใบไม้เป็นจำนวนมากที่ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ต้นไม้จะมีใบไม้ร่วงคิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณวันละ 2.19 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใบไม้จะมีค่าความร้อนประมาณ 14 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และค่าความชื้นร้อยละ 13 [5] จากการประเมินศักยภาพเบื้องต้นพบว่าฟางข้าว และเศษใบไม้มีศักยภาพ

ทางด้านพลังงานทดแทนสูง และมีผลผลิตเป็นจำนวนมาก ดังนั้นมีความเหมาะสมกับการใช้สำหรับผลิตพลังงานความร้อน และเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มความหนาแน่นชีวมวล

กระบวนการเพิ่มความหนาแน่นชีวมวล (Densification) เป็นหนึ่งในกระบวนการแปรรูปเชื้อเพลิงชีวมวลทางกายภาพที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก สามารถทำได้โดยการรวบรวมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และนำมาผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นแท่ง สามารถที่จะเปลี่ยนวัสดุที่มีความหนาแน่นต่ำให้เป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นสูง ช่วยลดความชื้นในเชื้อเพลิงชีวมวล และทำให้เชื้อเพลิงมีขนาดที่สม่ำเสมอ จากผลดังกล่าวจะสามารถทำให้ค่าความร้อนของวัสดุต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ผลผลิตก้อนที่ได้สามารถเก็บรักษาและทำการขนส่งได้อย่างสะดวก ช่วยแก้ปัญหาการกำจัดเศษวัสดุเหลือทิ้ง และเมื่อเกิดการเผาไหม้จะให้ความร้อนออกมาอย่างสม่ำเสมอ [10] โดยจะเป็นการอัดที่ต้องใช้ตัวประสาน วิธีการอัดแท่งนี้เป็นรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการง่าย และใช้พลังงานต่ำ โดยการเตรียมวัสดุเริ่มต้นจะต้องนำชีวมวลที่ต้องการอัดแท่งมาผสมกับตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง หรือปูนขาว) หากวัสดุมีขนาดใหญ่ต้องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมันและน้ำที่อัตราส่วนที่เหมาะสม กระบวนการอัดแท่งสามารถแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เป็นเชื้อเพลิงได้หลายรูปแบบ [11]

การเพิ่มความหนาแน่นให้แก่ชีวมวลวัสดุเหลือทิ้งเป็นสิ่งหนึ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากที่ส่งผลต่อการอัดแท่ง และปัจจัยอื่นๆ ที่หลากหลายที่ต้องพิจารณาในการเพิ่มความหนาแน่นของชีวมวล เช่น

คุณสมบัติและส่วนประกอบของชีวมวลที่ใช้ สภาพในการเตรียมชีวมวล สภาพในการอัด และชนิดของเครื่องมือที่ใช้ ในที่นี้จะกล่าวถึงตัวอย่างของปัจจัยสำคัญของการเพิ่มความหนาแน่นของชีวมวล คือ

2.1.1 ผลของปริมาณความชื้น [12]

ปริมาณความชื้นในวัสดุติดก่อนเข้าเครื่องอัดแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากความชื้นช่วยในการถ่ายเทความร้อนโดยทั่วไปวัสดุติดที่เหมาะสมควรมีความชื้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 8-10 เมื่อแปลงสภาพเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งความชื้นจะเหลือเพียงร้อยละ 6-8 ที่ความชื้นระดับนี้เชื้อเพลิงอัดแท่งจะมีความแข็งแรง ไม่มีรอยแตกและมีผิวที่เรียบ

2.1.2 ผลของขนาดชีวมวล [12]

ขนาดของชีวมวลยิ่งเล็กมากก็จะยิ่งง่ายต่อการอัดแท่งและเพิ่มความหนาแน่นให้มากขึ้นได้ง่าย ชีวมวลขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสสำหรับการสร้างพันธะเกาะยึดได้มาก และทำให้กระบวนการอัดทำได้เร็ว ซึ่งโดยทั่วไปแล้วชีวมวลควรมีขนาดประมาณ 6-8 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่านั้น

2.1.3 ผลของอุณหภูมิ

การอัดแท่งชีวมวลที่อุณหภูมิ 225-250 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นเชิงพลังงานสูงกว่าชีวมวลอัดแท่งที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ความแข็งแรงในการรับแรงกดของชีวมวลอัดแท่งยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ [13]

2.1.4 ผลของอุณหภูมิของกระบอกอัดแท่ง

เทคโนโลยีอัดแท่งชนิดสกรูสามารถให้ความร้อนกับกระบอกอัดแท่ง ซึ่งทำให้ผิวของชีวมวลขณะอัดแท่งบางส่วนเกิดการคาร์บอนไนซ์หรือทอริไฟล์เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลดำ ทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้ทนต่อความชื้นระหว่างการเก็บรักษา อุณหภูมิของกระบอกควรจะอยู่ที่ประมาณ 280-290 องศาเซลเซียส [14]

2.1.5 ความดัน

ความดันระหว่างการผลิตส่งผลต่อความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ความทนทาน และการใช้พลังงานในกระบวนการอัดแท่ง จากการศึกษาของนักวิจัยต่างๆ พบว่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งแปรผันตามกับค่าความดัน [15]

3. วิธีการทดลอง

วิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงได้วางแผนการดำเนินงานในการผลิตเชื้อเพลิงทอริไฟด์อัดแท่งจากไบโอดีเซลและฟางข้าวให้มีประสิทธิภาพ โดยมีวิธีการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ต้องการ สํารวจปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรคือ ไบโอดีเซลและฟางข้าว ณ บริเวณเขตมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยการเก็บเศษไบโอดีเซลตามแหล่งอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย และได้รับการสนับสนุนฟางข้าวจากเกษตรกรซึ่งเป็นผลพลอยได้หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวตามแหล่งชุมชน เมื่อได้ตามปริมาณที่ต้องการนำชีวมวลทั้ง 2 ชนิด ตากแดดกลางแจ้งเพื่อลดปริมาณความชื้นของชีวมวล

2. ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของชีวมวล โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของชีวมวลและตัวประสาน

2.2 วิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณ (Proximate analysis) เป็นการวิเคราะห์กลุ่มองค์ประกอบในเชื้อเพลิงอัดแท่งออกเป็นดังนี้

- ความชื้น (Moisture)
- เถ้า (Ash)
- สารระเหย (Volatile matter)
- คาร์บอนคงตัว (Fixed carbon)

2.3 การวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย (Ultimate analysis) เป็นการวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ที่สำคัญภายในเชื้อเพลิงอัดแท่ง คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน กำมะถัน และไนโตรเจน

2.4 หาค่าความร้อน (Heating values) โดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์

3. ขั้นตอนการอัดแท่งชีวมวล ในขั้นแรกจะทำการย่อยเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไบโอดีเซลและฟางข้าวให้มีขนาดเล็กกลงด้วยเครื่องย่อยวัสดุทางการเกษตร จากนั้นนำชีวมวลที่ผ่านการบดย่อยซึ่งน้ำหนักตามสัดส่วนที่ต้องการและนำไปผสมเข้ากับตัวประสาน (ตัวประสานที่ใช้คือ แป้งมันต่อปูนขาว ในอัตราส่วน 1:1, 1:2 และ 2:1) ในอัตราส่วนที่ต้องการ (ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของน้ำหนักชีวมวลทั้งหมดที่ใช้กระบวนการอัดแท่ง) คลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวจึงนำเข้าสู่กระบวนการอัดแท่งด้วยการอัดเย็นในเครื่องอัดแท่งชนิดสกรู ทำการอัดแท่งซ้ำเป็นจำนวน 5-6 ครั้ง เพื่อเพิ่มมวลและความหนาแน่นของชีวมวลอัดแท่งให้สูงขึ้น ทำการตัดแบ่งชีวมวลอัดแท่งให้มีขนาดความยาวเท่าๆ กันประมาณ 19-20 เซนติเมตร

4. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

5. วิเคราะห์คุณสมบัติของชีวมวลอัดแท่งด้วยวิธีการประมาณ

6. ประเมินต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ทางด้านต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากไบโอดีเซลและฟางข้าว

7. สรุปผลการวิจัย

4. ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ก่อนเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนสภาพชีวมวลด้วยกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของชีวมวลและตัว

ประสานด้วยวิธีแบบประมาณและแบบแยกธาตุซึ่งผลการทดลองสามารถแสดงได้ในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์แบบประมาณของชีวมวลและตัวประสานโดยวิธี As received basis

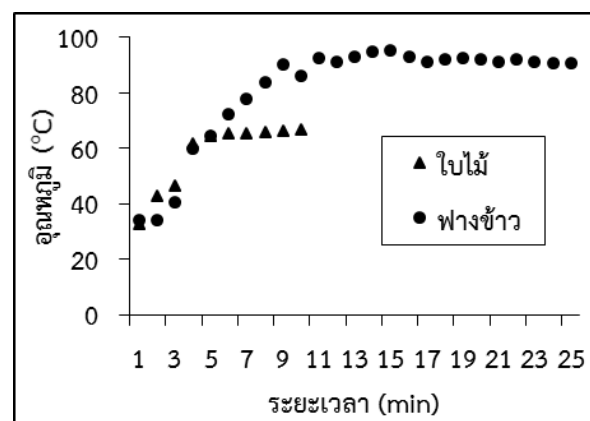
คุณสมบัติ	ใบไม้	ฟางข้าว	แป้งมัน	ปูนขาว
ความชื้น (%wt)	10.5	9.9	14	1.1
ขี้เถ้า (%wt)	12.2	12.8	0	73.4
สารระเหย (%wt)	66.6	69	85.1	25.4
คาร์บอนคงตัว (%wt)	10.7	8.3	0.85	0.14
ค่าความร้อน (MJ/kg)	15.2	14.1	13.6	0.00

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์แบบแยกธาตุของชีวมวลและตัวประสานโดยวิธี Dry basis

คุณสมบัติ	ใบไม้	ฟางข้าว	แป้งมัน	ปูนขาว
ขี้เถ้า (%)	13.65	14.24	0.00	74.23
คาร์บอน (%)	46.04	41.13	44.15	2.82
ไฮโดรเจน (%)	5.22	5.25	6.38	2.27
ไนโตรเจน (%)	0.87	0.77	0.03	0.00
กำมะถัน (%)	0.13	0.03	0.00	0.00
ออกซิเจน (%)	34.09	38.58	49.44	20.69

จากตารางที่ 1 พบว่าใบไม้แห้งมีค่าความร้อน ความชื้น และคาร์บอนคงตัวสูงกว่าฟางข้าวเล็กน้อย แต่ว่ามีปริมาณเถ้าในสัดส่วนที่เท่ากัน จากผลการวิเคราะห์เฉพาะตัวประสานจะพบว่าแป้งมันไม่มีขี้เถ้า แต่ปูนขาวมีส่วนประกอบของขี้เถ้าสูงถึงร้อยละ 74.23 และเมื่อเปรียบเทียบในส่วนของค่าความร้อนจะพบว่าแป้งมันมีค่าความร้อนที่ 13.63 เมกะจูลต่อกิโลกรัม แต่ปูนขาวมีค่าความร้อนเป็นศูนย์ ซึ่งพบว่าปูนขาวมีค่าความชื้นที่ต่ำและมีค่าขี้เถ้าในปริมาณที่สูงมาก ในขณะที่แป้งมันมีปริมาณขี้เถ้าเป็นศูนย์ และปูนขาวให้ค่าความร้อนเท่ากับศูนย์ ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์แบบแยกธาตุพบว่าใบไม้ ฟางข้าว และแป้ง

มันมีสัดส่วนของคาร์บอนในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ส่วนปูนขาวมีสัดส่วนของคาร์บอนน้อยที่สุดคือร้อยละ 2.82 สำหรับการใช้ตัวประสานจะมีผลช่วยให้ชีวมวลถูกบีบอัดตัวและขึ้นรูปเป็นแท่งได้ ดังนั้นคุณสมบัติทางเคมีของตัวประสานจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง



รูปที่ 1 อุณหภูมิบริเวณกระบอกลูกปืนอัดแท่งในการอัดใบไม้และฟางข้าว

การดำเนินการอัดแท่งชีวมวลของวัตถุดิบที่อัตราส่วนแตกต่างกัน จะใช้เครื่องอัดแท่งชนิดสกรูเดี่ยวแบบอัดเย็นในการเพิ่มความหนาแน่น ชีวมวลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือใบไม้และฟางข้าว โดยทำการอัดแท่งซ้ำทั้งหมด 6 รอบต่อชีวมวล 1 ชนิดและ 1 อัตราส่วน ขณะทำการอัดแท่งพบว่าบริเวณผิวกระบอกลูกปืนของเครื่องอัดแท่งมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการอัดแท่ง ดังแสดงในรูปที่ 1 เมื่อเริ่มต้นกระบวนการอัดแท่งอุณหภูมิ ณ ผิวกระบอกลูกปืนมีค่าเริ่มต้นประมาณ 31-35 องศาเซลเซียส ใบไม้ใช้ระยะเวลาประมาณ 8 นาที ต่อการอัดแท่งชีวมวล 1 ครั้ง ส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณผิวกระบอกลูกปืนอัดเพิ่มขึ้นได้สูงสุดที่ 66.9 องศาเซลเซียส แต่การอัดแท่งฟางข้าวใน 1 ครั้ง ต้องใช้ระยะเวลาอัดแท่งประมาณ 26 นาที ส่งผลให้อุณหภูมิบริเวณผิวกระบอกลูกปืนอัดเพิ่มขึ้นได้สูงสุดที่ 95.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวของกระบอกลูกปืนอัดจะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในขณะที่ทำการอัดแท่ง

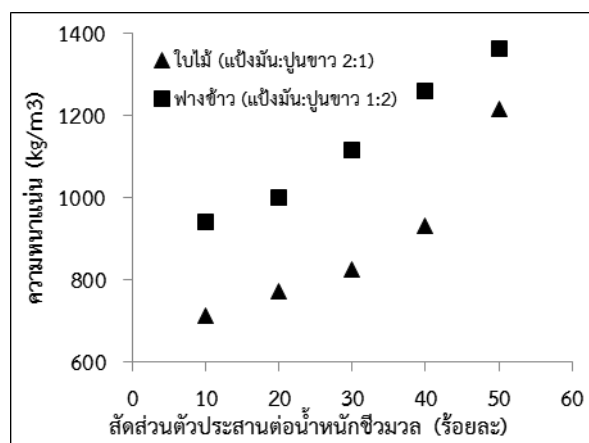
เนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างผิวของชีวมวลกับกระบอกสูบที่เกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวกันของชีวมวลที่ถูกบีบในเกลียวสกรูให้เป็นทรงรูปกระบอกภายใต้สภาวะที่มีความดันสูง โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ 7-8 องศาเซลเซียสต่อวินาที และเนื่องจากฟางข้าวมีลักษณะของใบเป็นเส้นยาวเรียวยาวๆ ส่งผลให้เกิดการยึดเกาะและบีบอัดชีวมวลเข้าด้วยกันที่แน่นมากกว่าใบไม้ การอัดฟางข้าวจึงใช้ระยะเวลาที่นานกว่าใบไม้ และจากการศึกษาพบว่าปริมาณของตัวประสานจะมีผลต่อระยะเวลาและอุณหภูมิขณะทำการอัดแท่งโดยพบว่าตัวอย่างที่มีสัดส่วนของปูนขาวมากจะใช้เวลาในการอัดแท่ง และมีอุณหภูมิระหว่างการอัดแท่งสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีสัดส่วนของแอมโมเนียมมากกว่า ขณะทำการอัดแท่งไม่ควรให้บริเวณกระบอกสูบของเครื่องอัดแท่งมีอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากอุณหภูมิกระบอกสูบสูงจะส่งผลให้ผิวขอบของชีวมวลแปรสภาพกลายเป็นถ่านที่มีความแข็งและส่งผลทำให้เกิดปัญหาการติดอัดแน่นภายในกระบอกสูบ ดังนั้นควรใช้น้ำฉีดลงบริเวณกระบอกสูบเมื่อพบว่ากระบอกสูบมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อระบายความร้อนของกระบอกสูบระหว่างกระบวนการอัดแท่ง

ชีวมวลอัดแท่งที่ได้จะต้องนำไปตากให้แห้งประมาณ 7 วัน เมื่อได้ชีวมวลอัดแท่งที่มีรูปทรงแข็งแรง ไม่อ่อนตัวแล้ว จะทำการตัดแบ่งชีวมวลอัดแท่งที่ได้ให้มีขนาดความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าความหนาแน่นของชีวมวลอัดแท่งพบว่าใบไม้อัดแท่งจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าฟางข้าวอัดแท่ง โดยชีวมวลอัดแท่งแต่ละชนิดมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ 887.56 และ 999.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งชีวมวลอัดแท่งที่ได้ฟางข้าวจะมีความหนาแน่นมากกว่าใบไม้เนื่องจากฟางข้าวก่อนการอัดแท่งชีวมวลมีรูปร่างที่เป็นเส้นยาวซึ่งส่งผลให้ฟางข้าวมีเส้นใยที่ยาวเหนียว

เมื่อเข้าสู่กระบวนการอัดแท่งจึงมีการบีบตัวและยึดเกาะกันได้ง่าย ต่างจากใบไม้ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นเล็กๆ ทำให้มีเส้นใยที่สั้นส่งผลให้มีการยึดจับตัวกันได้ยากกว่าฟางข้าว จึงเป็นผลให้เมื่อมีการอัดแท่งชีวมวลทั้งสองชนิดในจำนวนครั้งที่เท่ากัน ชีวมวลอัดแท่งของฟางข้าวจึงมีความหนาแน่นที่สูงกว่าชีวมวลอัดแท่งของใบไม้



รูปที่ 2 ชีวมวลอัดแท่ง 1) ใบไม้ 2) ฟางข้าว



รูปที่ 3 ความหนาแน่นของชีวมวลอัดแท่งใบไม้ และ ฟางข้าว ที่สัดส่วนตัวประสานต่อน้ำหนักชีวมวลเท่ากับร้อยละ 10-50

รูปที่ 3 แสดงผลของปริมาณตัวประสานที่มีต่อความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดที่ผลิตได้จากรูปพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวประสานจะทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่ผลิตได้มีค่าสูงขึ้น ชีวมวลอัดแท่งที่ได้เกิดจากการอัดบีบตัวกันภายในกระบอกสูบของเครื่องอัดแท่งของชีวมวลซึ่งมีตัวประสานเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะกัน ตัวประสานทั้งสองชนิดคือแอมโมเนียมและปูนขาว ซึ่งตัวแอมโมเนียมจะเป็น

ส่วนช่วยในการยึดหยุ่น ทำให้ชีวมวลมีความอ่อนตัว ผิวมันลื่นทำให้ง่ายต่อการอัด และลดปัญหาการ แข็งตัวจนส่งผลให้เกิดการติดแน่นภายในกระบอบอกสูบ ส่วนตัวประสานปูนขาวเป็นตัวช่วยให้ชีวมวลมีการขึ้น รูปและจับตัวกันเป็นก้อนได้ง่ายและทำให้ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ปูนขาวก็มีผลเสียคือหากมีการใช้อัตราส่วนของปูนขาวที่มากเกินไปในขณะที่ทำการอัดแท่งจะส่งผลให้เกิดการจับตัวอัดแน่นภายในกระบอบอกสูบจนแข็งตัวทำให้เกิดปัญหาชีวมวลติดกระบอบอกสูบได้ แต่ถ้าใช้ตัวประสานของแป้งมันมากแต่มีปูนขาวน้อยเกินไปอาจส่งผลให้การขึ้นรูปของชีวมวลอัดแท่งได้ไม่ดี ชีวมวลอัดแท่งที่ได้จะมีความเปราะ อ่อนแตกง่ายเช่นอัตราส่วนของแป้งมันต่อปูนขาว 2:1 ที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักชีวมวล ดังนั้นตัวประสานทั้งสองชนิดจึงเป็นส่วนช่วยเหลือในการอัดแท่งเพื่อเพิ่มความหนาแน่นให้แก่ชีวมวลเหล่านี้ เมื่อได้เชื้อเพลิงอัดแท่งจากชีวมวลทั้งสองชนิดแล้วก็จะทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีแบบประมาณโดยได้คัดเลือกชีวมวลอัดแท่งใบไม้และ ฟางข้าวที่มีความหนาแน่นสูงในแต่ละอัตราส่วนตัวประสานแป้งมันต่อปูนขาวดังแสดงได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประมาณของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งสองชนิดที่ผลิตได้ พบว่าชีวมวลอัดแท่งที่ได้มีปริมาณของค่าความชื้น สารระเหย และซีเถ้า ลดลงจากเดิมเมื่อเทียบกับชีวมวลสดพบว่าชีวมวลอัดแท่งมีปริมาณความชื้นและสารระเหยที่ใกล้เคียงกับชีวมวลสด มีปริมาณซีเถ้าร้อยละ 8-15

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบประมาณของชีวมวลอัดแท่งที่คัดเลือก

ชีวมวลอัดแท่ง	A1	A2	A3	B1	B2	B3
ความชื้น (%wt)	7.62	7.45	7.74	6.60	6.60	6.59
ซีเถ้า (%wt)	8.11	10.40	14.45	12.52	14.10	15.18
สารระเหย (%wt)	75.03	73.99	68.27	72.52	71.46	71.05
ปริมาณคาร์บอนคงตัว (%wt)	9.24	8.16	9.55	8.36	7.85	7.18

โดยน้ำหนัก โดยตัวอย่างที่ A3 และ B3 จะมีปริมาณซีเถ้าร้อยละ 14-15 โดยน้ำหนัก

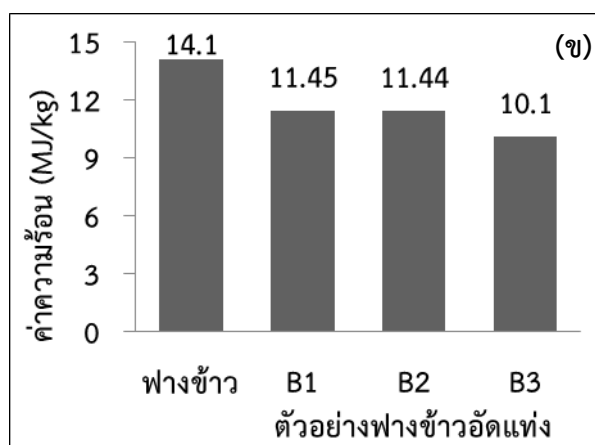
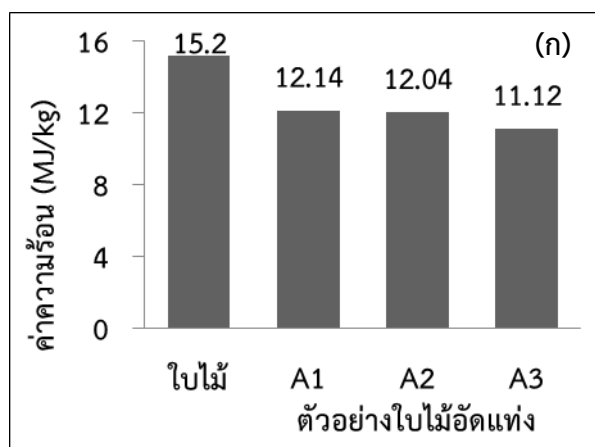
ตารางที่ 3 ค่าความหนาแน่นสูงสุดของแท่งเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนตัวประสานต่างๆ

ตัวอย่าง ชีวมวล (แป้งมัน:ปูนขาว)	อัตราส่วนตัวประสานต่อน้ำหนักชีวมวล (%)	ความหนาแน่น (kg/m ³)
A1 ใบไม้ (1:1)	30	950
A2 ใบไม้ (2:1)	50	1,216
A3 ใบไม้ (1:2)	40	1,025
B1 ฟางข้าว (1:1)	30	865
B2 ฟางข้าว (2:1)	50	1,095
B3 ฟางข้าว (1:2)	50	1,364

ปริมาณเถ้าที่สูงกว่าชีวมวลอัดแท่งในอัตราส่วนอื่นๆ เนื่องจากทั้งสองตัวอย่างนี้มีส่วนประกอบของตัวประสานแป้งมันต่อปูนขาวคือ 1:2 จากตารางที่ 1 ทำให้ทราบว่าปูนขาวให้ซีเถ้าร้อยละ 73.44 จึงส่งผลให้ตัวอย่างทั้งสองมีปริมาณซีเถ้าสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ และปริมาณคาร์บอนคงตัวของชีวมวลอัดแท่งลดลงอันเป็นผลมาจากการอัดแท่งมีส่วนประกอบของตัวประสานแป้งมันและปูนขาวซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนคงตัวต่ำมากเช่นกัน

รูปที่ 4 (ก) และ (ข) แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งใบไม้ และฟางข้าวที่ผลิตได้เมื่อเทียบกับค่าความร้อนของชีวมวลก่อนการอัดแท่ง จากรูปพบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งสองชนิดจะ

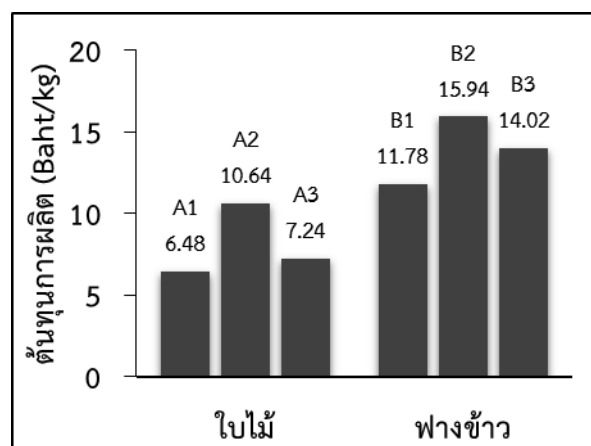
มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความร้อนของชีวมวลก่อนกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น



รูปที่ 4 ค่าความร้อนของใม่และฟางข้าวเปรียบเทียบกับ (ก) ใม่อัดแท่งตัวอย่าง A1 A2 และ A3 และ (ข) ฟางข้าวอัดแท่งตัวอย่าง B1 B2 และ B3

รูปที่ 4 (ก) แสดงค่าความร้อนของใม่อัดแท่งจากรูปพบว่าตัวอย่าง A2 ซึ่งมีตัวประสานร้อยละ 50 และมีสัดส่วนของแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 2:1 มีค่าความร้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ โดยค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าเท่ากับ 12.57 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และในส่วนของฟางข้าวก็เช่นเดียวกัน (รูปที่ 4 ข) พบว่าตัวอย่าง B2 ซึ่งมีตัวประสานร้อยละ 50 และมีสัดส่วนของแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 2:1 มีค่าความร้อนที่สูงที่สุดเท่ากับ 11.97

เมกะจูลต่อกิโลกรัม จากการศึกษาพบว่าตัวประสานที่เพิ่มเข้าไปในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นจะส่งผลต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ผลิตได้โดยตรง โดยเฉพาะตัวอย่างชีวมวลอัดแท่งที่มีสัดส่วนของปูนขาวสูงจะมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่น้อย และในทางกลับกันตัวอย่างที่มีสัดส่วนของปูนขาวน้อยจะมีค่าความร้อนสูง เนื่องจากปูนขาวให้ค่าความร้อนเท่ากับ 0 เมกะจูลต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาผสมเข้ากับชีวมวลอัดแท่งจึงส่งผลให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีค่าความร้อนที่ต่ำกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ตัวประสานที่เพิ่มเข้าไปจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น ทำให้แท่งชีวมวลอัดแท่งมีความหนาแน่นสูงขึ้น แต่ขณะเดียวกันก็จะทำให้ค่าความร้อนของชีวมวลอัดแท่งที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลก่อนกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น



รูปที่ 5 ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งของใม่และฟางข้าว

รูปที่ 5 แสดงถึงต้นทุนการผลิตชีวมวลอัดแท่ง โดยจะคิดในส่วนของประกอบวัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่ง ซึ่งประกอบด้วยตัวประสานทั้งสองชนิดและชีวมวลที่ใช้ในการอัดแท่ง โดยเครื่องอัดแท่งชีวมวลใช้มอเตอร์ขนาด 5 แรงม้า คำนวณค่าไฟฟ้าในราคา 3 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง และไม่คิดค่าแรงงานของคนอัด พบว่าการอัดแท่งชีวมวลจากใม่และฟางข้าวจะมีต้นทุน

ราคาเฉลี่ยที่ 8.12 และ 13.91 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะสูงตามปริมาณของตัวประสานที่ใช้ โดยเฉพาะเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ใช้แป้งมันในสัดส่วนที่สูง จะมีต้นทุนการผลิตที่สูงตาม

5. สรุปผลการทดลอง

เชื้อเพลิงอัดแท่งจากใบไม้และฟางข้าวมีหนาแน่นสูงสุดที่ 1,216 และ 1,364 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 11.75 และ 10.99 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และมีต้นทุนการผลิตชีวมวลอัดแท่งต่ำสุดที่ราคา 6.48 และ 11.78 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณตัวประสานที่เป็นแป้งมัน จะช่วยให้การอัดแท่งทำได้ง่ายขึ้น ช่วยเพิ่มค่าความร้อนให้แท่งเชื้อเพลิง แต่จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ขณะที่ตัวประสานปูนขาวจะช่วยทำให้การขึ้นรูปเป็นแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งทำได้ง่ายขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากจะส่งผลทำให้เกิดการแข็งตัวของชีวมวล และเกิดการติดขัดที่กระบอกอัด และทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าลดลง

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้ชื่อ แผนงานวิจัย การพัฒนาพลังงานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อแก้ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ขอขอบคุณ อาจารย์กิตติกร สาสุจิตต์ และอาจารย์ ดร.ปริญ คงกระพันธ์ ที่ได้ช่วยตรวจแก้ไขในส่วนผลการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทดลองต่างๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2556. **พลังงานทดแทน พลังงานทางเลือก ?**. Egat News 1,197;3.
- [2] กษิติศ เสนะวงศ์. 2556. **สถานการณ์พลังงาน**. เข้าถึงได้จาก <http://www.pea-encom.com/articles/42137446/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99.html>. (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [3] สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. [ม.ป.ป.]. **การไกลบต่อซังเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว**. เข้าถึงได้จาก http://www.ldd.go.th/menu_moc/POSTER/rice/rice.htm (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [4] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. [ม.ป.ป.]. **พลังงานชีวมวล วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร : น้ำมันบนดิน**. เข้าถึงได้จาก <http://202.44.52.249/thaienergynews/EnergyFocusDetail.aspx?id=2>. (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [5] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **นาปรัง : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2555-2557**. เข้าถึงได้จาก <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/secondrice.pdf> (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [6] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. **นาปี : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2555-2556**. เข้าถึงได้จาก <http://www.oae.go.th/download/prcai/Dry>

- yCrop/majorrice.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [7] **ทำความเข้าใจจักชีวมวล (Biomass).** [ม.ป.ป.]. เข้าถึงได้จาก <http://www.pst.co.th/knowledge-view.php?nid=10&gid=7> (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [8] N Robert. 2013. **Reactor and process design for slow pyrolysis and torrefaction.** เข้าถึงได้จาก <http://www.ugent.be/bw/biosysteemtechnik/en/research/thermochemical-conversion-of-biomass/research-nachenius.htm> (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มีนาคม 2557).
- [9] ST Tumuluru, et al. 2011. **Review on Biomass Torrefaction Process and Product properties and Design of Moving Bed Torrefaction System Model Development.** Kentucky.
- [10] นคร ทิพย์าวงศ์. 2553. **พิมพ์ครั้งที่ 1. เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)
- [11] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. **คู่มือทางและเกณฑ์คุณสมบัติของเสีย เพื่อการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน.**
- [12] N Kaliyan, RV Morey. 2009. **Factors affecting strength and durability of densified biomass products.** Biomass and Bioenergy **33** : 337-359.
- [13] TB Reed, B Bryant 1978. **Densified Biomass : a New Form of Fuel.** Solar Energy Research Institute, Golden, Colorado.
- [14] A Singh, Y Singh. 1982. **Briquetting of paddy straw.** Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America **13** : 42-44.
- [15] MJ O'Dogherty, JA Wheeler. 1984. **Compression of straw to high densities in closed cylindrical dies.** Journal of Agricultural Engineering Research **29** : 61-72.

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภทซังข้าวโพด และขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ด

Investigation of Biomass Fuel Briquettes Fabrication from Corn Cobs and Sawdust from Cultivated Mushroom

จินตตามณี ป็อกสอน, จุฑามาศ แปะหลวง และ อัครินทร์ อินทนิเวศน์*

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

*ผู้ติดต่อ: a.intaniwet@hotmail.co.th, เบอร์โทรศัพท์ 053-333194, เบอร์โทรสาร 053-498862

บทคัดย่อ

ประเทศไทยประสบปัญหาการเผาชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งแบบสกรูเดี่ยว โดยการใช้วัสดุ 2 ชนิดคือ ซังข้าวโพดและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ด และใช้ตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาว) สัดส่วน 1:1 1:2 และ 2:1 ที่อัตราส่วนตัวประสานร้อยละ 10-50 โดยน้ำหนักชีวมวล ทำการอัดซ้ำ 5 รอบ จากการศึกษาพบว่าขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ดสามารถอัดให้เป็นแท่งได้ในทุกอัตราส่วน และใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การอัดแท่งของซังข้าวโพด ซึ่งในบางอัตราส่วนไม่สามารถอัดให้เป็นแท่งได้ โดยซังข้าวโพดและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ดอัดแท่งมีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 777.78 และ 840.94 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของตัวประสาน ชีวมวลอัดแท่งที่ได้มีค่าความร้อนต่ำอยู่ในช่วง 14-17 เมกะจูลต่อกิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด 5.14 และ 6.87 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับขี้เลื่อยและซังข้าวโพดอัดแท่งตามลำดับ ชีวมวลอัดแท่งที่ผลิตได้มีศักยภาพที่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อน ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน ลดปัญหาการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ไม่ถูกวิธี และลดการเกิดปัญหาหมอกควัน

คำหลัก: เชื้อเพลิงอัดแท่ง วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซังข้าวโพด ก้อนเชื้อเห็ด

Abstract

This research aims to investigate a proper way for waste management from corn cobs and sawdust from mushroom. One possible solution is to convert them into biomass fuel briquette through the densification process using a single screw press method. Two different biomasses mixed with 10-50 %wt. of various ratios of binders (1:1, 1:2 and 2:1 of tapioca flour and lime) were investigated. It was found that sawdust can be briquetted in every proportion which is not the case for corn cobs. According to the study, it was found that the maximum densities of the corn cob and saw dust fuel briquettes are 777.78 and 840.94 kg/m³ and the density increased with increasing the amount of the binder. The fuel briquettes offered the heating value in the range of 14-17 MJ/kg and the production cost was calculated to be 5.14 and 6.87 THB/kg for sawdust and corn cobs fuel briquettes, respectively. The product can be used in various activities to generate heat energy instead of coal, reduces the burning of the biomass and prevents the air pollution in the vicinity.

Keywords: Briquette fabrication, Agriculture wastes, Corn cobs and Sawdust from cultivated mushroom.

1. บทนำ

การเพิ่มขึ้นของประชากร ประกอบกับการพัฒนาทางด้านวิทยาการและเทคโนโลยี ตลอดจนการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้ความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์เพิ่มสูงขึ้น เป็นผลทำให้พลังงานฟอสซิลที่มีใช้ในปัจจุบันเริ่มหมดลง จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาพลังงานโดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด หนึ่งในวิธีการนั้นคือการเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบอื่นที่มีให้ใช้อย่างไม่จำกัด หรือเป็นพลังงานที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานชีวมวล เป็นต้น

พลังงานทดแทนถือเป็นพลังงานสีเขียวที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ ประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่ให้ความสนใจในแหล่งพลังงานทดแทน ซึ่งเห็นได้จากปริมาณการใช้พลังงานทดแทนที่สูงขึ้นในทุกปี โดยพลังงานจากชีวมวลยังคงถูกนำมาใช้สูงสุด [1] ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร ส่งผลให้มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรแต่ละครั้งย่อมเกิดวัสดุเหลือทิ้งออกมาเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน

แม้ว่าพลังงานชีวมวลจะมีศักยภาพการใช้สูงสุดในประเทศไทย แต่ยังคงพบปัญหาการนำชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างไม่ถูกวิธี เช่น การจัดการซังข้าวโพดเหลือทิ้งโดยการเผาทำลายและการจัดการขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดโดยการนำไปทิ้งตามพื้นที่สาธารณะหรือตามแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นเพื่อเป็นการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรของซังข้าวโพด และก้อนเชื้อเห็ดอย่างเหมาะสม งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษากระบวนการแปรรูปซังข้าวโพดและก้อนเชื้อเห็ด เพื่อนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยวิธีการเพิ่มความหนาแน่น เพื่อเพิ่มค่าความร้อนต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรให้สูงขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้

เป็นแหล่งให้พลังงานความร้อน ช่วยเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ลดปัญหาการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ไม่ถูกวิธี เป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ทางพลังงานที่ให้มีการใช้พลังงานทดแทน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภทซังข้าวโพดและขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ด มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 การเพิ่มความหนาแน่น

การเพิ่มความหนาแน่นของชีวมวล เป็นการแปลงสภาพชีวมวลเชิงกายภาพ เปลี่ยนรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยอาศัยแรงดันในการทำให้ชีวมวลฉีกกันแน่น ได้แท่งชีวมวลที่มีคุณลักษณะในการจัดการดีขึ้น เช่น การขนส่ง การเก็บรักษา อีกทั้งช่วยเพิ่มค่าความร้อนของชีวมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร เป็นต้น [2]

2.2 เทคนิคการเพิ่มความหนาแน่น

เทคนิคการเพิ่มความหนาแน่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามสภาวะการปฏิบัติงาน คือ [2]

➤ การอัดร้อนที่ความดันสูง (Hot and high pressure densification) ใช้ความร้อนและแรงอัดสูงในการสลายเพกติน ลิกนินและเฮมิเซลลูโลสในเนื้อวัสดุให้กลายเป็นตัวประสาน ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งสามารถใช้กับวัสดุทั่วไปได้ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย เศษไม้ เป็นต้น

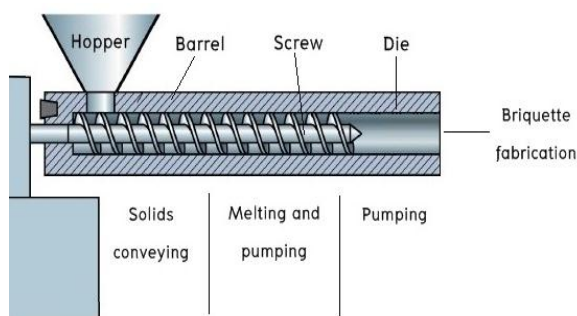
➤ การอัดเย็นที่ความดันต่ำ (Cold and low pressure densification) ใช้แรงอัดและอุณหภูมิระหว่างอัดต่ำ อาศัยความสามารถของวัสดุชีวมวลในการจับตัวกันเป็นแท่งหรือประสาน หรืออาจใช้ตัวประสาน (Binder) เช่น ปูนขาว แป้งมัน ฯลฯ เติมเข้าไปช่วยเป็นกาวเกาะระหว่างเนื้อวัสดุช่วยในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการอัดแท่ง

เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นคือ เครื่องอัดแท่ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องอัดแบบสกรู, เครื่องอัดแบบกระบอกสูบ,

เครื่องอัดแบบกลิ้ง และเครื่องอัดเม็ด โดยเครื่องอัดแต่ละประเภทจะให้ขนาดและรูปร่างของแท่งเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไป ซึ่งในการศึกษานี้ใช้เครื่องอัดแบบสกรู จึงขอกล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องอัดแบบสกรู ดังนี้

เครื่องอัดแท่งชีวมวลแบบสกรูดังแสดงในรูปที่ 1 มีหลักการทำงาน คือเกรียวจะหมุนและดันวัสดุให้เคลื่อนตัวไปยังกระบอกอัดได้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีลักษณะทรงกระบอกมีรูตรงกลาง โดยกำลังในการผลิตของเครื่องอัดแท่งแบบนี้อยู่ในช่วง 500-1000 kg/hr อัตรากำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนอัดอยู่ระหว่าง 35-75 kW วัสดุที่ใช้ทำการอัดควรมีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดและมีความชื้นประมาณ 8-10% [3]



รูปที่ 1 เครื่องอัดแบบสกรู [4]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีของกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นชีวมวลที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทีป ปิ่นท้วม [5] ที่ได้อัดแท่งซีลี้อยู่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดโดยใช้เครื่องอัดแท่งแบบสกรูเกลียว ทำการศึกษาศึกษา 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 การใช้ฝักตบขวาเป็นตัวประสานและติดขัดขวดความร้อน อุณหภูมิบริเวณกระบอกอัด ผลการทดสอบพบว่าฝักตบขวาสามารถนำมาเป็นเป็นตัวประสานในการอัดแท่งได้ดีทุกอัตราส่วน และกรณีที่ 2 ศึกษาการติดขัดลดความร้อนอุณหภูมิบริเวณกระบอกอัด 300 °C ผลการทดลองพบว่าสามารถอัดซีลี้อยออกมาเป็นแท่งได้ดี

นพดล เกษประดิษฐ์ [6] ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเชื้อเพลิงในการอัดแท่งซึ่งข้าวโพด พบว่าอัตราส่วน (ซึ่งข้าวโพด:แป้งมันสำปะหลัง) ที่ทำให้เชื้อเพลิงมีลักษณะเรียบไม่แตกร้าวและเป็นแท่ง

เชื้อเพลิงที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ได้แก่ 1:0.15, 1:0.20, และ 1.5:0.25 โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.559-0.701 g/cm³

สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และคณะ [7] ได้ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากซึ่งข้าวโพดและใบไม้ และวัสดุอื่นผสมวัสดุกับแป้งและน้ำในสัดส่วน 93:4:3, 94:3:3, 95:3:2, 96:2:2 ตามลำดับ โดยผ่านกระบวนการทำให้วัสดุกลายเป็นคาร์บอนก่อนแล้วผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง ผลการทดสอบพบว่าถ่านอัดแท่งสัดส่วน 95:3:2 ให้ค่าความร้อนสูงสุด เมื่อเทียบกับสัดส่วนอื่น

วรุฒิ ฤงทรัพย์ [8] ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพด พบว่าอัตราส่วนตัวประสานแป้งเปียก 5%wt. ผสมกับลำต้นข้าวโพดที่มีความชื้นตามมาตรฐานเปียก 77.20% มีความเหมาะสมในการอัดแท่งดีที่สุด เมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ โดยเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีปริมาณเถ้าเฉลี่ย 10.10% คาร์บอนคงตัว 11.03% ปริมาณสารระเหย 71.30% ค่าความชื้นมาตรฐานเปียก 7.71% ค่าความร้อนสูง 16,950 kJ/kg ค่าความร้อนต่ำ 15,831 kJ/kg

ศิริพรรณ บุตรมาตย์ และคณะ [9] กล่าวว่าผลผลิตถ่านอัดแท่งฟางข้าวผสมแกลบในอัตราส่วน 50:50 มีค่ามากที่สุด 51.36% ของฟางข้าวผสมแกลบดิบ ต้นทุนผลผลิตถ่านถ่านอัดแท่งฟางข้าวผสมแกลบในอัตราส่วน 50:50 มีค่าน้อยที่สุด 14.36 บาท/kg ค่าพลังงานความร้อนของซีลี้อยู่เหลือทิ้งมีค่ามากที่สุดคือ 7,496.99 cal/g รองลงมาคือฟางข้าวผสมซีลี้อยู่เหลือทิ้งอัตราส่วน 30:70 มีค่าเป็น 6,949.17 cal/g โดยมูลค่าสุกรอัดแท่งในค่าความร้อนต่ำสุด คือ 4,405.67 cal/g ขณะ เยี่ยงกมลสิงห์ และคณะ [10] กล่าวว่าอัตราส่วนน้ำหนักของถ่านซึ่งข้าวโพด:แป้ง:ถ่านกะลามะพร้าว 7:1:2 ให้ถ่านที่มีคุณสมบัติที่ดี มียอดขายเป็น 30% ของอัตราการผลิตสูงสุด มีค่า NPV 73,523 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 9% ในช่วงระยะเวลา 10 ปี และมีผลตอบแทน (IRR) 9%

3. วิธีการทดลอง

การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภทซึ่งข้าวโพดและซีลี้อยู่

เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

3.1 การศึกษาปริมาณและศักยภาพวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ศึกษาโดยอ้างอิงข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและศักยภาพทางพลังงานของซังข้าวโพดและขี้เลื่อยจากก้อนเชื้อเห็ด โดยใช้สมการที่ 1 และสมการที่ 2 ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (kg)

$$= \text{ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร (kg)} \times \text{สัดส่วนชีวมวล} \quad (1)$$

พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิน (toe)

$$= \text{ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (kg)} \times \text{ค่าความร้อนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (MJ/kg)} \times \text{ค่าการแปลงหน่วย (toe/MJ)} \quad (2)$$

3.2 การเพิ่มความหนาแน่น

การเพิ่มความหนาแน่น โดยการอัดแท่งชีวมวลมีวิธีการทดลองดังนี้

➤ การเตรียมชีวมวล คือการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาบดย่อยให้มีขนาดเล็ก ด้วยเครื่องบดย่อยชีวมวล

➤ การผสมตัวประสาน คือการนำชีวมวลที่ผ่านการบดย่อย 1 kg มาผสมกับตัวประสานต่อน้ำหนักของชีวมวลเท่ากับ 10%, 20%, 30%, 40% และ 50% โดยใช้อัตราส่วนของตัวประสานเชื้อเพลิง (แป้งมันและปูนขาว) ที่มีค่าเท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 ตามลำดับ สำหรับการเตรียมตัวประสานของการอัดซังข้าวโพดนั้นต้องทำการต้มแป้งมันให้เป็นแป้งเปียกก่อน จึงจะสามารถนำไปผสมกับชีวมวลเพื่ออัดแท่งได้

➤ การอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแบบสกรู คือ การนำชีวมวลที่ผสมกับตัวประสานมาเข้าสู่กระบวนการเพิ่มความหนาแน่น โดยใช้เครื่องอัดแบบสกรู อัดเย็นที่ความดันต่ำ ทำการอัดซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อให้ได้แท่งชีวมวลที่มีรูปร่างเป็นแท่งที่ไม่เปราะ และแตกง่าย

➤ การตากแห้ง คือการนำแท่งชีวมวลมาตากให้แห้งโดยใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อลดความชื้นในชีวมวล

3.4 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล คือการรวบรวมข้อมูล

ทั้งหมดจากการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

➤ การวิเคราะห์ความหนาแน่นแท่งชีวมวล ในแต่ละอัตราส่วนตัวประสานเชื้อเพลิง

➤ การวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate analysis) คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบภายในเชื้อเพลิง ได้แก่ ความชื้น, เถ้า, สารระเหย และ สัดส่วนคาร์บอนคงตัว

➤ การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (Ultimate analysis) คือ การวิเคราะห์สัดส่วนของธาตุต่างๆ ที่สำคัญในแท่งชีวมวล ได้แก่ คาร์บอน (C), ไฮโดรเจน (H), ไนโตรเจน (N) และ ออกซิเจน (O)

➤ วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ คือ การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ชีวมวลเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 1 kg

4. ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากซังข้าวโพดและขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ด มีรายละเอียดดังนี้

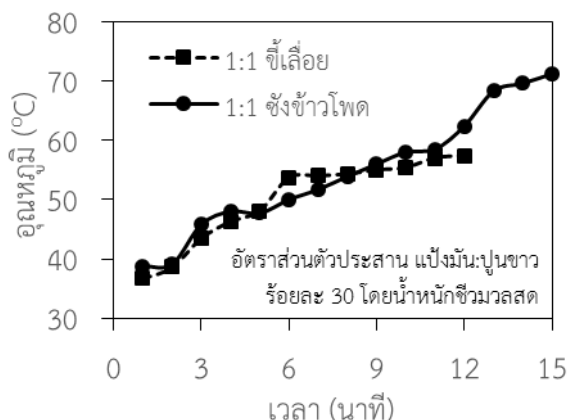
4.1 ผลการศึกษาปริมาณและศักยภาพวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ปริมาณและศักยภาพทางพลังงานของซังข้าวโพดและขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ด แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าในแต่ละปีจะมีปริมาณซังข้าวโพดและขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ดประมาณ 1,200,000 ตัน และ 64,607 ตัน ซึ่งคิดเป็นพลังงานความร้อน 20,172,000 GJ และ 1,085,398 GJ หรือคิดเป็นพลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ 428,111 toe และ 25,941 toe ตามลำดับ ตารางที่ 1 ปริมาณและศักยภาพทางพลังงานของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

พารามิเตอร์	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	เห็ด
ผลผลิต (ตัน)	4,800,000 [11]	121,900 [12]
วัสดุเหลือทิ้ง	ซังข้าวโพด	ก้อนเชื้อเห็ด
ปริมาณวัสดุเหลือทิ้ง (ตัน)	1,200,000	64,607
พลังงานความร้อน (GJ)	20,172,000	1,085,398
ปริมาณเทียบเท่าน้ำมันดิบ (toe)	428,111	25,941

4.2 ผลของตัวประสานต่อกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น

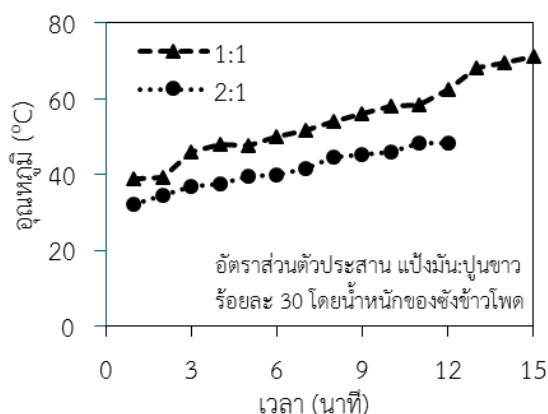
ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงผลของตัวประสานต่อร้อยละโดยน้ำหนักของซีเมนต์และปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการอัดแห้งของซีเมนต์ ได้แก่ ความสามารถในการอัดแห้ง ความยากง่ายในการอัดแห้ง อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการอัดแห้ง เพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอัดแห้งของซีเมนต์ เมื่อพิจารณาอุณหภูมิระหว่างกระบวนการอัดแห้งและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดแห้งของซีเมนต์ที่อัตราส่วนตัวประสานต่อน้ำหนักซีเมนต์เท่ากับ 30%wt. และอัตราส่วนระหว่างแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 1:1 ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าซีเมนต์ที่ใช้เวลาในการอัดแห้งนานกว่าซีเมนต์ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่ค่อนข้างหยาบ และมีเส้นใยที่น้อยกว่าซีเมนต์ [13,14] จึงทำให้ขึ้นรูปได้ยากกว่าซีเมนต์ และการอัดแห้งของซีเมนต์ยังทำให้อุณหภูมิผิวด้านนอกของกระบอกอัดสูงกว่าการอัดซีเมนต์ที่อัตราส่วนตัวประสานเดียวกันประมาณ 20 °C



รูปที่ 2 อุณหภูมิระหว่างการอัดแห้งและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดแห้งของซีเมนต์และซีลี้อย

รูปที่ 3 แสดงผลของตัวประสานที่มีต่อระยะเวลาและอุณหภูมิกระบอกอัดระหว่างกระบวนการอัดแห้ง พบว่าการผลิตซีเมนต์อัดแห้งที่มีส่วนผสมของแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 2:1 ใช้เวลาน้อยกว่าอัตราส่วน 1:1 เนื่องจากแป้งมันช่วยให้การอัดแห้งของซีเมนต์ทำได้ง่ายและใช้เวลาน้อย ส่วนปูนขาวจะทำให้ซีเมนต์แข็งตัวและขึ้นรูปเร็ว ทำให้การผลิตแห้งเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนปูนขาวมากจะใช้เวลานานกว่าประมาณ 3-5 นาที

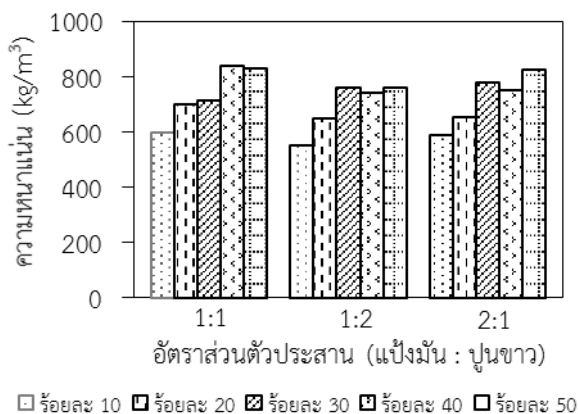
และมีอุณหภูมิของกระบอกอัดสูงกว่าประมาณ 20 °C โดยระหว่างการอัดแห้งไม่ควรให้บริเวณกระบอกอัดของเครื่องอัดแห้งมีอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากอุณหภูมิของกระบอกอัดที่สูงขึ้นอาจจะทำให้ผิวของซีเมนต์อัดแห้งเปลี่ยนสภาพกลายเป็นถ่านที่มีความแข็งและส่งผลทำให้เกิดปัญหาการติดอัดแน่นภายในกระบอกสูบ ดังนั้นระหว่างการอัดแห้งควรใช้น้ำฉีดลงบนบริเวณผิวกระบอกสูบเพื่อระบายความร้อนของกระบอกสูงระหว่างกระบวนการอัดแห้ง



รูปที่ 3 อุณหภูมิระหว่างการอัดแห้งและระยะเวลาที่ใช้ในการอัดแห้งของซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 1:1 และ 2:1

ซีเมนต์อัดแห้งที่ได้เกิดจากการบีบอัดตัวกันภายในกระบอกอัด โดยมีตัวประสาน (แป้งมันและปูนขาว) เป็นตัวช่วยในการยึดเกาะกัน ซึ่งตัวประสานแป้งมันจะมีส่วนช่วยในการยึดหยุ่น ทำให้ซีเมนต์มีความอ่อนตัว ผิวมันลื่นทำให้ง่ายต่อการอัด และลดปัญหาการแข็งตัวจนส่งผลให้เกิดการติดแน่นภายในกระบอกอัด ส่วนตัวประสานปูนขาวจะมีช่วยให้ซีเมนต์ขึ้นรูปและจับตัวกันเป็นก้อนได้ง่ายและทำให้ความหนาแน่นของแห้งเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น จากการอัดแห้งของซีเมนต์พบว่าซีเมนต์ที่อัตราส่วนตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาว) 1:2 ไม่สามารถขึ้นรูปได้ เนื่องจากมีสัดส่วนของปูนขาวในปริมาณที่มาก จึงเกิดการขึ้นรูปและแข็งตัวของซีเมนต์เร็วกว่าปกติ ทำให้ซีเมนต์ติดกระบอกอัดไม่สามารถอัดแห้งต่อได้ และที่สัดส่วนของแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 1:1 และ 2:1 ต่อน้ำหนักซีเมนต์ 10%wt. และ 20%wt. ไม่สามารถขึ้นรูปได้เนื่องจากร้อยละโดยน้ำหนักของตัวประสานน้อยเกินไป

เมื่อพิจารณาผลของตัวประสานที่มีต่อความหนาแน่นของซีเมนต์อัดแท่งที่ผลิตได้ ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของตัวประสานจาก 10%wt. จนถึง 50%wt. จะทำให้ความหนาแน่นของแท่งซีเมนต์ที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และจะให้ผลในลักษณะที่คล้ายกันในกรณีของการอัดแท่งซึ่งข้าวโพด



รูปที่ 4 ความหนาแน่นของซีเมนต์อัดแท่งเมื่อใช้ตัวประสานในสัดส่วนต่างๆ

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของแท่งซีเมนต์

ซีเมนต์อัดแท่ง	A1	A2	A3
แป้งมัน:ปูนขาว	1:1	2:1	1:2
ตัวประสาน (%wt. น้ำหนักซีเมนต์)	40	50	30
ความหนาแน่น (kg/m ³)	840.94	824.01	760.03
ซึ่งข้าวโพดอัดแท่ง	B1	B2	B3
แป้งมัน:ปูนขาว	1:1	2:1	1:2
ตัวประสาน (%wt. น้ำหนักซีเมนต์)	30	30	อัดแท่งไม่ได้
ความหนาแน่น (kg/m ³)	652.90	777.79	-

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นสูงสุดของแท่งซีเมนต์ดังแสดงได้ในตารางที่ 2 พบว่าซึ่งข้าวโพดอัดแท่งที่อัตราส่วนตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาว เท่ากับ 1:1) ต่อน้ำหนักซีเมนต์ 30%wt. และอัตราส่วนตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาว เท่ากับ 2:1) ต่อน้ำหนักซีเมนต์ 30%wt. ให้ความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 689.93 kg/m³ และ 777.78 kg/m³ ตามลำดับ การเพิ่มความหนาแน่นซึ่งข้าวโพด ที่อัตราส่วนตัวประสานซีเมนต์ (แป้งมัน:ปูนขาว) 2:1 เกิดปัญหาซีเมนต์ติด

กระบอกอัดในระหว่างกระบวนการอัดแท่ง ทำให้ไม่สามารถผลิตแท่งซีเมนต์ออกมาได้ ส่วนซีเมนต์อัดแท่งอัตราส่วนตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาว เท่ากับ 1:1 1:2 และ 2:1) ต่อน้ำหนักซีเมนต์ 40%wt. 30%wt. และ 50%wt. ให้ความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 840.94 kg/m³ 760.03 kg/m³ และ 824.01 kg/m³ ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเคมีของตัวประสานซีเมนต์

เนื่องจากในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น ได้ผสมแป้งมันและปูนขาวเพื่อเป็นตัวประสาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุทั้งสองนี้ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเคมีของตัวประสานซีเมนต์ ประกอบไปด้วยการวิเคราะห์แบบปริมาณ และการวิเคราะห์แบบแยกธาตุ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์แบบปริมาณของซีเมนต์และตัวประสานโดยวิธี Dry basis

พารามิเตอร์	ซึ่งข้าวโพด	ซีเมนต์	แป้งมัน	ปูนขาว
เถ้า (%)	8.2	10.5	0	74.23
สารระเหย (%)	79.3	81.4	99.01	25.63
คาร์บอนคงตัว (%)	12.5	8.1	0.99	0.14
ค่าความร้อน (MJ/kg)	16.8	16.8	16.26	0

ตารางที่ 3 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบปริมาณของซึ่งข้าวโพด ซีเมนต์ แป้งมันและปูนขาว เมื่อเปรียบเทียบจะพบว่าซึ่งข้าวโพด และซีเมนต์มีค่าความร้อนที่เท่ากัน แต่จะมีปริมาณเถ้า สารระเหย และสัดส่วนคาร์บอนคงตัวที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประสานแป้งมันและปูนขาว พบว่าแป้งมันมีค่าความร้อน 16.26 MJ/kg มีปริมาณสารระเหยและสัดส่วนคาร์บอนคงตัวเท่ากับ 99.01% และ 0.99% ตามลำดับ ส่วนปูนขาวไม่มีค่าความร้อน แต่ให้ปริมาณเถ้าที่สูงประมาณ 74.23% อีกทั้งมีปริมาณสารระเหย และสัดส่วนคาร์บอนคงตัวที่ต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 25.63% และ 0.14% ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบแยกธาตุของซังข้าวโพด ชี้เลื่อย แป้งมันและปูนขาว จากผลการทดลองพบว่าซังโพดข้าวและชี้เลื่อยมีองค์ประกอบ C H N และ O ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน สำหรับสัดส่วน C H N O ของแป้งมันจะสูงกว่าปูนขาว โดยการใช้ตัวประสานจะมีผลช่วยให้ชี้มวลถูกบีบอัดตัวและขึ้นรูปเป็นแท่งได้ ดังนั้นคุณสมบัติทางเคมีของตัวประสานจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าแบบแยกธาตุของแป้งมันและปูนขาว Dry basis

พารามิเตอร์ (%)	ชี้เลื่อย	ซังข้าวโพด	แป้งมัน	ปูนขาว
ชี้เลื่อย	10.5	8.21	0	74.23
คาร์บอน	44.1	44	44.15	2.82
ไฮโดรเจน	5.2	5.5	6.38	2.27
ไนโตรเจน	0.6	0.6	0.03	0
ออกซิเจน	39.6	41.7	49.44	20.69
กำมะถัน	0.05	0.01	0	0

4.4 องค์ประกอบของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

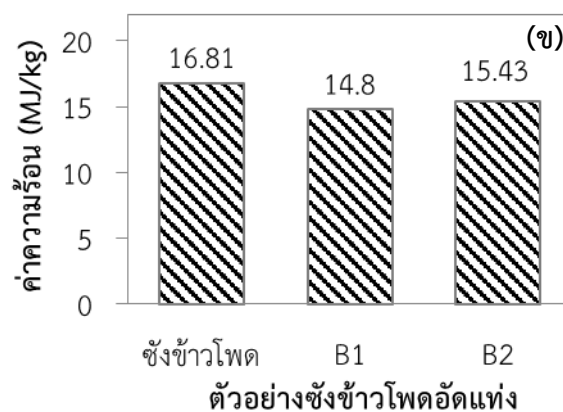
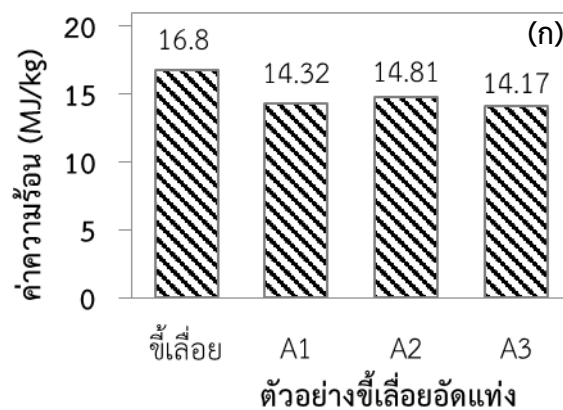
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเคมีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง เลือกพิจารณาจากแท่งเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นสูงสุดของแต่ละอัตราส่วนตัวประสาน โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบประมาณและองค์ประกอบแบบแยกธาตุของแท่งเชื้อเพลิงดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบประมาณของชี้มวลอัดแท่งที่คัดเลือกโดยวิธี Dry basis

พารามิเตอร์	A1	A3	A2	B1	B2
เลื่อย (%)	18.1	15.2	19.5	14.9	12
สารระเหย (%)	75.9	79.1	74.2	75.4	78.2
คาร์บอนคงตัว (%)	5.98	5.7	6.4	9.8	9.9

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประมาณของเชื้อเพลิงอัดแท่งทั้งสองชนิดที่ผลิตได้ พบว่าชี้มวลอัดแท่งที่ได้มี สารระเหย และสัดส่วนคาร์บอนคงตัวที่ลดลง แต่มีปริมาณชี้เลื่อยที่เพิ่มขึ้น โดยตัวอย่าง A3 ซึ่งเป็นชี้เลื่อยอัดแท่งที่มีปริมาณตัวประสาน (แป้งมัน:ปูนขาวเท่ากับ 1:2) ต่อน้ำหนักชี้มวล 30%wt. มี

ปริมาณชี้เลื่อยสูงที่สุดเท่ากับ 19.5% ซึ่งปริมาณชี้เลื่อยสูงเป็นผลมาจากการใช้ตัวประสานที่มีสัดส่วนของปูนขาวมากในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงอัตราส่วนนี้



รูปที่ 5 ค่าความร้อนชี้เลื่อยและซังข้าวโพดเปรียบเทียบกับ (ก) ชี้เลื่อยอัดแท่งตัวอย่าง A1 A2 และ A3 และ (ข) ซังข้าวโพดอัดแท่งตัวอย่าง B1 และ B2

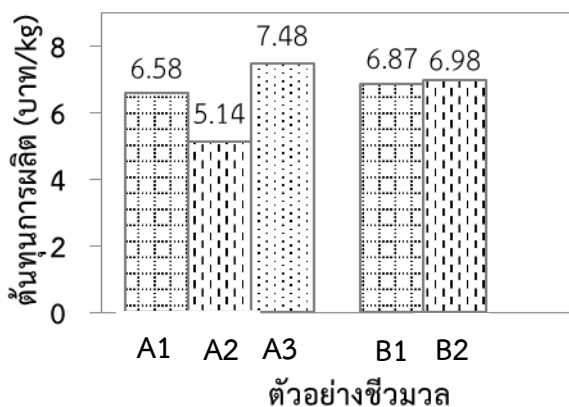
รูปที่ 5 (ก) แสดงค่าความร้อนของชี้เลื่อยอัดแท่งพบว่าตัวอย่าง A2 มีค่าความร้อนสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ โดยค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าเท่ากับ 14.81 MJ/kg โดยซังข้าวโพดก็ให้ผลการทดลองในลักษณะเดียวกัน (รูปที่ 5 ข) พบว่าตัวอย่าง B2 มีค่าความร้อนที่สูงที่สุดเท่ากับ 15.43 MJ/kg จากการศึกษาพบว่าตัวประสานที่เพิ่มเข้าไปในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่นจะส่งผลต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยปูนขาวซึ่งมีองค์ประกอบของเลื่อยเป็นหลักไม่สามารถเผาไหม้ได้และมีค่าความร้อนเป็นศูนย์ เมื่อนำมาผสมเข้ากับชี้มวลอัดแท่ง จึงส่งผลให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้มีค่าความร้อนที่ต่ำลง จากรูปที่ 5 พบว่าตัวอย่างชี้มวล

อัดแห้งที่มีปริมาณปูนขาวสูง จะส่งผลให้ค่าความร้อนของแห้งเชื้อเพลิงที่ต่ำ แต่ในทางกลับกันตัวอย่างที่มีสัดส่วนของปูนขาวน้อยจะมีค่าความร้อนสูง

ดังนั้นตัวประสานปูนขาวที่เพิ่มเข้าไปจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น ทำให้แห้งชีวมวลอัดแห้งมีความหนาแน่นสูงขึ้น แต่ขณะเดียวกันก็จะทำให้ค่าความร้อนของชีวมวลอัดแห้งที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชีวมวลก่อนกระบวนการเพิ่มความหนาแน่น ซึ่งผลที่ได้จากปูนขาวจะตรงข้ามกับกรณีของแบริ่งมันเนื่องจากแบริ่งมันมีค่าความร้อนสูง ดังนั้นเชื้อเพลิงอัดแห้งที่มีสัดส่วนของแบริ่งมันสูงก็จะมีค่าความร้อนที่สูง

4.5 การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จะคิดในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแห้งเชื้อเพลิง เครื่องอัดแห้งใช้มอเตอร์ขนาด 5 HP คิดค่าไฟฟ้าในราคา 3 บาท/KWhr และไม่คิดค่าแรงงาน



รูปที่ 6 ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้ง

รูปที่ 6 แสดงต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแห้งพบว่าเชื้อเพลิงอัดแห้งตัวอย่าง A2 ให้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 5.14 บาท/kg และสำหรับซังข้าวโพดอัดแห้งพบว่าตัวอย่าง B1 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 6.87 บาท/kg ต้นทุนการผลิตหลักของเชื้อเพลิงอัดแห้งจะอยู่ในส่วนของตัวประสาน ซึ่งต้นทุนต่ำเป็นผลมาจากการใช้ปูนขาวซึ่งมีราคาถูกในสัดส่วนที่สูง ส่วนแห้งเชื้อเพลิงที่สัดส่วนของแบริ่งมันสูงจะมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าเนื่องจากแบริ่งมันเป็นตัวประสานที่มีราคาแพง

แนวทางในการลดต้นทุนการผลิต คือต้องใช้ตัวประสานที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง เช่น กลีเซอริน ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล เป็นต้น

5. สรุปผลการทดลอง

กระบวนการอัดแห้งช่วยแปลงสภาพชีวมวลให้มีความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้น และรูปร่างที่สม่ำเสมอ โดยความหนาแน่นสูงสุดของซีลี้อยและซังข้าวโพดอัดแห้งมีค่า 840.94 kg/m^3 และ 777.78 kg/m^3 ที่อัตราส่วนตัวประสาน (แบริ่งมัน:ปูนขาว) 1:1 40%wt. ของน้ำหนักซีลี้อย และ 2:1 30% ของน้ำหนักซังข้าวโพดตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนพบว่า ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแห้งมีลดลง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปูนขาวเป็นตัวประสานในการอัดแห้งชีวมวล โดยค่าความร้อนสูงสุดของซีลี้อยและซังข้าวโพดอัดแห้งมีค่าเท่ากับ 14.81 MJ/kg และ 15.43 MJ/kg ที่อัตราส่วนตัวประสาน (แบริ่งมัน:ปูนขาว) 2:1 ต่อน้ำหนักชีวมวล 50%wt. และ 30%wt. ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้แบริ่งมันในสัดส่วนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงอัดแห้งตัวอย่างอื่น โดยผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าซีลี้อยและซังข้าวโพดอัดแห้งมีต้นทุนการผลิตต่ำสุดคือ 5.14 บาท/kg และ 6.87 บาท/kg ตามลำดับ ตัวประสานแบริ่งมันจะช่วยให้การอัดแห้งทำได้ง่ายขึ้น แห้งเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนสูงขึ้น แต่จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ส่วนปูนขาวจะช่วยทำให้ชีวมวลแข็งตัวและขึ้นรูปง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำ แต่จะได้แห้งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนต่ำ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้ชื่อแผนงานวิจัย การพัฒนาพลังงานจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อแก้ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ขอขอบคุณ อาจารย์กิตติกร สาสุจิตต์ และอาจารย์ ดร.ปริญ คงกระพันธ์ ที่ได้ช่วยตรวจแก้ไขในส่วนผลการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทดลองต่างๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kerdchuen T. (2013). Renewable Energy in Thailand: Opportunity and Technology Allocation. *Energy Procedia*, Vol.34, pp. 13-16.
- [2] นคร ทิพย์วงศ์ (2553). พลังงานชีวภาพ. เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวล, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] ทองทิพย์ พูลเกษม (2542). การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดแทนฟืนและถ่านในการหุงต้มในครัวเรือน, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [4] Bergman PCA, Boersma AR, Kiel JHA, et al. Torrefaction for entrained-flow gasification of biomass. Energy Research centre of port ECN-C-05-067.
- [5] ประทีป ปิ่นท้วม (2538). การศึกษาการนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [6] นพดล เกษประดิษฐ์ (2551). การศึกษารูปแบบและสร้างเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวจากขี้ข้าวโพด, กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- [7] สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และสิงห์แก้ว ปือกเทิ่ง (2549). การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งเพื่อทดแทนถ่านจากไม้, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- [8] วรจุมิ ถุงทรัพย์ (2552). การศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวอัดแท่งจากลำต้นข้าวโพด, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [9] ศิริพรรณ บุตรมาตย์ และสุกาน นามคาน (2546). การศึกษาค่าพลังงานความร้อนของถ่านจาก ฟางข้าว แกลบ มูลสุกร ขี้เลื่อยล้วน และฟางข้าวผสมแกลบ ฟางข้าวผสมกับมูลสุกร ฟางข้าวผสมกับขี้เลื่อย ในอัตราส่วนต่างกัน, มหาสารคาม: สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- [10] ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์, นภัสดวงค์ โอสถศิลป์ และ สุธีรา งานชูกิจ (2548). การศึกษาโครงการทำถ่านอัดแท่งจากขี้ข้าวโพดผสมถ่านจากกะลามะพร้าว, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- [11] ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมรุ่น. เข้าถึงได้จาก: <http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/maize52-54.pdf> (วันที่สืบค้นข้อมูล 4 เมษายน 2557).
- [12] สถานการณ์การผลิตเห็ด. เข้าถึงได้จาก: [http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47/section2 ho413/html/chapter08.html](http://coursewares.mju.ac.th:81/e-learning47/section2%20ho413/html/chapter08.html) (วันที่สืบค้นข้อมูล 4 เมษายน 2557).
- [13] วิทวัส จิรัฐพงศ์ และกฤษณเวช ทรงธนศักดิ์ (2554). การศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ. การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- [14] กรกนก บุญเสริม (2551). ผลของการเติมแต่งอนินทรีย์ที่มีต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน สมบัติเชิงกล และสมบัติทางความร้อนของเอพจีดีอีพีซีเอ็ม, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การใช้ขี้เถ้าจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล

Biomass Ash as a Catalyst Precursor for Biodiesel Production

สุเชษฐ เทพอาษา¹, เทพพนม โค้ยคำ¹, ชวน อินตะรังษี² และรจพรรณ นิธิกุลศิลป์^{1,*}

¹สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

เลขที่ 63 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50290

²ศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (จังหวัดเชียงใหม่) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เลขที่ 147 หมู่ 8 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50290

*ผู้ติดต่อ: E-mail: sei-ew-tutor@hotmail.com โทรศัพท์ 0-5333-3194 โทรสาร 0-5387-8333

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ขี้เถ้าจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน โดยนำน้ำมันพืชใช้แล้วจากการทอดมันฝรั่งมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลอง ใช้น้ำมันปริมาณ 200 ml เท่ากันทุกการทดลอง และใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (g) : ขี้เถ้า (g) : เมทานอล (ml) ตามลำดับ ดังนี้ 1.21 : 0 : 45, 0 : 10 : 45, 2.2 : 2 : 40, 2.5 : 1 : 45 (ล้างด้วยขี้เถ้า 1 g) และ 2.5 : 1.35 : 45 ผลการศึกษา พบว่า การนำขี้เถ้ามาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยานั้น ต้องนำไปเผาที่อุณหภูมิมากกว่า 800 °C และใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ขี้เถ้า : เมทานอล ในอัตราส่วน 2.2 g : 2 g : 40 ml ซึ่งเป็นการทดลองที่ให้ผลโดยรวมดีที่สุด

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล, ขี้เถ้า, ตัวเร่งปฏิกิริยา

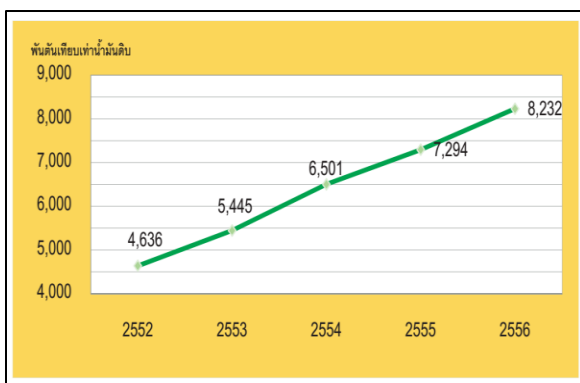
Abstract

This research aims to study the ash from biomass as a catalyst in the production of biodiesel with the transesterification reaction by take the waste oil from frying potato as a raw material in the production of biodiesel. The experiment is divided into 5 experiments by use the oil quantity 200 ml for all experiments and use the ratio of Potassium hydroxide (g) : Ash (g) : methanol (mL) respectively 1.21 : 0 : 45, 0 : 10 : 45, 2.2 : 2 : 40, 2.5 : 1 : 45 (wash with ash 1 g) and 2.5 : 1.35 : 45. The study found that to use the ash as a catalyst that must be calcined at temperatures above 800 °C and use the ratio of Potassium Hydroxide : Ash : methanol in the ratio of 2.5 g : 1 g : 45 ml. This is an experiment that provides the best overall.

Keywords: Biodiesel, Ash, Catalyst

1. บทนำ

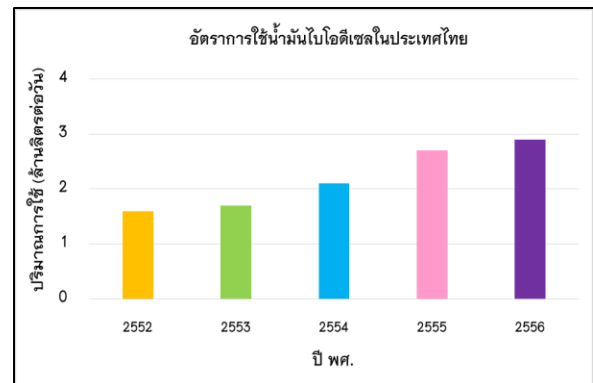
ปัญหาด้านราคาน้ำมันในปัจจุบันเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากปริมาณน้ำมันดิบภายในประเทศมีปริมาณที่จำกัดและไม่เพียงพอกับความต้องการของประชากร ทำให้ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องนำเข้าน้ำมันดิบในปริมาณมากจากต่างประเทศ โดยเฉพาะน้ำมันดีเซล ซึ่งส่วนใหญ่แล้วน้ำมันดีเซลจะใช้งานทางการเกษตร และการคมนาคม ดังนั้น เพื่อแก้ไขปัญหาด้านราคาน้ำมันที่สูงขึ้น จึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานทดแทน จากวัตถุดิบที่มีราคาถูก หาได้ง่ายภายในประเทศที่จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการใช้น้ำมันดิบหรือน้ำมันดีเซลได้ เช่น น้ำมันพืช และน้ำมันที่เหลือทิ้งจากการใช้ในครัวเรือน ดังนั้น จึงมีพลังงานทางเลือกในการช่วยลดปัญหาปริมาณน้ำมันดิบที่ไม่เพียงพอต่อการใช้ของประชากร พลังงานทางเลือกนั้นคือ พลังงานที่กำลังจะถูกนำมาใช้ทดแทนพลังงานแบบเดิมหรือเป็นพลังงานที่เป็นทางเลือกใหม่นอกเหนือจากที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน [1] พลังงานทดแทนที่จะสามารถนำมาแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ อาทิ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากใต้พิภพ เชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานชีวมวล [2] ซึ่งเห็นได้ว่าประเทศไทยนั้นมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [3] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การใช้พลังงานทดแทน ปี 2552-2556

โดยพบว่า พลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาการไม่เพียงพอต่อการใช้น้ำมันดิบและน้ำมันดีเซล ซึ่งพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพมีหลากหลายรูปแบบและหลายประเภท เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส [4]

ไบโอดีเซลเป็นพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้รับความนิยม เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่ผลิตได้ภายในประเทศ เช่น น้ำมันจากปาล์ม ถั่วเหลือง สบู่ดำ ทานตะวัน มะพร้าว หรือไขมันจากสัตว์ เป็นต้น และกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น จะเห็นได้จากอัตราการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในประเทศไทยที่เพิ่มขึ้นทุกปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2556 [3] ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 อัตราการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในประเทศไทย

อีกทั้งไบโอดีเซลสามารถผลิตได้จากน้ำมันพืชเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ทั่วประเทศ ดังจะเห็นได้จากชุมชนต่างๆ ในประเทศไทยมีน้ำมันที่เหลือทิ้งจากการทอดสินค้าทางอุตสาหกรรมขนาดย่อมเป็นจำนวนมาก โดยทางผู้วิจัยจึงได้นำน้ำมันเหลือทิ้งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเจริญแม่ครัว ต.แม่แฝกใหม่ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ที่มีน้ำมันเหลือทิ้งจากการทอดมันฝรั่ง ประมาณ 40 ลิตรต่อวัน มาใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษางานวิจัย ซึ่งโดยทั่วไปในประเทศไทยนิยมผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน โดยมีต่างผสมกับแอลกอฮอล์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แต่พบว่า ต่างเมื่อผสมกับแอลกอฮอล์แล้ว เรียกว่า เมทอกไซด์ จะได้เป็นสารที่มีพิษและเป็นอันตรายต่อ

ร่างกายของผู้ทำวิจัยหรือผู้ผลิต และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากน้ำล้างสารในแต่ละขั้นตอนอีกด้วย ผู้วิจัยจึงได้มุ่งศึกษาหาตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้จากธรรมชาติ ที่คาดว่าจะส่งผลเสียต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมได้น้อยที่สุด

จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า ซีเถ้าจากชีวมวล ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างนั้น สามารถนำมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ โดยมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาเรื่องดังกล่าวนี้ในต่างประเทศ

Sharma M et al. (2012) ศึกษาการใช้เถ้าไม้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ไบโอดีเซล พบว่า เถ้าที่เผาแล้วส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย แคลเซียมฟอสเฟต ซิลิเกต ($\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \cdot 0.05\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ซึ่งการให้ความร้อนและการสังเคราะห์ทางเคมีของเถ้าไม้ แสดงให้เห็นถึงการเร่งปฏิกิริยาที่ดีในกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน และการแปลงเอสเทอร์ในช่วง 97-99 % สามารถทำได้ด้วยเถ้าไม้ การสังเคราะห์เมทิลเอสเตอร์ได้ค่าตามมาตรฐาน ASTM D-6751 ของไบโอดีเซล และยังมีความเป็นไปได้ในการผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาจากเถ้าไม้ สำหรับใช้ในการสังเคราะห์ไบโอดีเซล ซึ่งสามารถหาวิธีที่จะใช้ประโยชน์จากเถ้าไม้ที่อยู่มากมาย [5]

Thawatchai Maneerung et al. (2014) ศึกษาการใช้เถ้าชีวมวลที่เป็นแหล่งของตัวเร่งปฏิกิริยา CaO สำหรับการผลิตไบโอดีเซลด้วยน้ำมันปาล์ม พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ที่ได้ นั้น มาจากเถ้าชีวมวล โดยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถเปลี่ยนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ โดยการเผาที่อุณหภูมิ 800 °C โดยไม่ต้องใช้สารเคมีใดๆ จะได้ตัวเร่งปฏิกิริยาแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งสามารถนำไปผลิตไบโอดีเซลแล้วได้อัตราผลผลิตสูงกว่า 90 % ของเมทิลเอสเทอร์ โดยสามารถทำได้ในเงื่อนไขของปฏิกิริยาที่ดีที่สุด [6]

Lioudakis S et al. (2005) ศึกษาคุณสมบัติเถ้าของพืชพันธุ์ปากรีกบางส่วนที่โดดเด่น พบว่า เถ้าที่ได้รับเตรียมได้จากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำ (600 °C), กลาง (800 °C) และสูง (1000 °C) องค์ประกอบเถ้าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะหลายพันธุ์ของพื้นป่าถูกเผาไหม้เป็นประจำทุกปีในกรีซ ทำให้มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินสะสมขึ้นเรื่อยๆ เช่นค่า pH และยังเป็นแหล่งที่มาขององค์ประกอบอินทรีย์ เช่น Ca, K, Na, Mg ฯลฯ ในขณะที่สารที่ละลายน้ำได้มากที่สุด เช่น โซเดียมโพแทสเซียม และคาร์บอเนต สามารถหายไป เมื่อผ่านฤดูฝน [7]

Misra M.K et al. (1993) ศึกษาองค์ประกอบของเถ้าไม้เป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิของเตาเผา พบว่า เถ้าอุณหภูมิต่ำสามารถเตรียมได้ที่อุณหภูมิ 500 °C และกลุ่มตัวอย่างที่ถูกความร้อนในท่อเตาเผาที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ละ 1400 °C การแยกตัวของคาร์บอเนต และการระเหยของโพแทสเซียม กำมะถันและติดตามปริมาณของทองแดง และโบรอนถูกตรวจสอบด้วยฟังก์ชันของอุณหภูมิ การสูญเสียมวลโดยรวมของแร่ธาตุของเถ้าอยู่ในช่วง 23-48 % ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ โดยมวลของ K, S, B, Na, และ Cu ลดลงในขณะที่ Mg, P, Mn, Al และ Si ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิของ Ca ซึ่งคาดว่าจะเป่าค่าคงที่ ทำให้การเผาไหม้การหลอมรวมของเถ้าไม้ได้เกิดขึ้นตาม โดยในชั่วโมงที่มีอุณหภูมิ 600 °C เถ้าเกิด CaCO_3 และ $\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ ขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิ 1300 °C เถ้าเกิด CaO และ MgO ขึ้น เป็นสารประกอบหลัก [8]

ประกอบกับทางวิทยาลัยพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้จัดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชาพลังงานชีวมวล พร้อมทั้งมีการเรียนการสอนในส่วนปฏิบัติการในการเผาชีวมวล ทำให้เกิดซีเถ้าเหลือทิ้งจากกระบวนการเผา ซึ่งส่วนใหญ่ได้นำเถ้าไปทำเป็นปุ๋ยหรือส่วนผสมของซีเมนต์ [9]

งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการศึกษาการใช้ซีเถ้าจากชีวมวลมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล เพื่อนำไบโอดีเซลที่ได้ไปใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลลดปริมาณซีเถ้าเหลือทิ้ง และสร้างความปลอดภัยต่อผู้ทำวิจัยหรือผู้ผลิต

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาค่าการใช้ซีเถ้าจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากการผลิตไบโอดีเซลโดยทั่วไปเป็นการผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันโดยใช้สารเคมีเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา คือ โพลีเอสเตอร์ไฮดรอกไซด์หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์มาผสมกับเมทานอล และใช้น้ำมันที่ได้จากการสกัดจากพืช เช่น สบู่ดำ มะเขายี่หวาย ฯลฯ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมและพบว่า ซีเถ้าเหลือทิ้งจากการเผาชีวมวลสามารถนำมาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลได้ จึงได้ทำการศึกษาค่าประกอบของซีเถ้าที่มีผลต่อการผลิตไบโอดีเซล และนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล โดยใช้ น้ำมันพืชที่เหลือทิ้งจากการทอดมันฝรั่งภายในชุมชนมาผลิตไบโอดีเซลแทนการสกัดน้ำมันจากพืช มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้ [10]

2.1 การเตรียมน้ำมัน นำน้ำมันเหลือทิ้งจากการทอดมันฝรั่งของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรเจดีย์แม่ครัว มาใช้เป็นวัตถุดิบ

2.2 การเตรียมซีเถ้า นำซีเถ้า เเผาที่อุณหภูมิมากกว่า 800 °C

2.3 การศึกษาหาค่าประกอบของซีเถ้า โดยอ้างอิงข้อมูลซีเถ้าจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยชั่งน้ำมันตัวอย่าง 5 g ลงในขวดรูปชมพู่ เติมไอโซโพรพิล 25 ml ลงไปในน้ำมันตัวอย่าง และหยดฟีนอล์ฟทาลีน 3-4 หยด เขย่าให้เข้ากัน ทำการไทเทรต ดังแสดงในรูปที่ 3 ด้วย

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1N จนได้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู จดบันทึกปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1N ที่ใช้ไปในการไทเทรต คำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล

- การคำนวณหาปริมาณของกรดไขมันอิสระ (% FFA) [11] จากสูตร

$$\%FFA = \frac{\text{สารละลายที่ใช้} \times \text{ความเข้มข้นของสารละลายต่าง} \times \text{โมเลกุลของกรดไขมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักน้ำมันตัวอย่าง}}$$

โดย ความเข้มข้นของสารละลาย = 0.1 mol

โมเลกุลของกรดไขมัน = 256 g

- การคำนวณหาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาในการทำไบโอดีเซล [11] จากสูตร

$$KOH = 0.8 \times \left(\frac{\text{น้ำหนักน้ำมันตัวอย่าง}}{100} \times 1.4 + (\%FFA - 1) \times \left(\frac{56}{256} \right) \right)$$

โดย $\frac{56}{256}$ = ค่าสัดส่วนเชิงมวลระหว่างน้ำมันตัวอย่างกับ KOH



(ก) น้ำมัน 5 ml



(ข) NaOH 0.1N



(ค) การไทเทรต

รูปที่ 3 การไทเทรต หาปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันพืชใช้แล้ว

2.5 การผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน จะแบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลอง โดยใช้น้ำมันปริมาณ 200 ml เท่ากันทุกการทดลอง และแต่ละการทดลองจะใช้ซีเถ้าเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับโพลีเอสเตอร์ไฮดรอกไซด์ ที่อัตราส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนสารที่ใช้ อุณหภูมิเริ่มเทสาร เวลา ในการทำปฏิกิริยา และอื่นๆ ในการทดลอง

การทดลองที่ 1	น้ำมัน 200 g : โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.21 g : ซีเถ้า 0 g : เมทานอล 45 ml	
อุณหภูมิเริ่มเทสาร (°C)	เวลา (min)	หมายเหตุ
65	15	-
การทดลองที่ 2	น้ำมัน 200 g : โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0 g : ซีเถ้า 10 g : เมทานอล 45 ml	
อุณหภูมิเริ่มเทสาร (°C)	เวลา (min)	หมายเหตุ
70	15	-
การทดลองที่ 3	น้ำมัน 200 g : โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.2 g : ซีเถ้า 2 g : เมทานอล 40 ml	
อุณหภูมิเริ่มเทสาร (°C)	เวลา (min)	หมายเหตุ
80	15	-
การทดลองที่ 4	น้ำมัน 200 g : โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.5 g : ซีเถ้า 1 g : เมทานอล 45 ml	
อุณหภูมิเริ่มเทสาร (°C)	เวลา (min)	หมายเหตุ
75	15	ใช้ซีเถ้า 1 g ในกระบวนการล้าง (1 ครั้ง)
การทดลองที่ 5	น้ำมัน 200 g : โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.5 g : ซีเถ้า 1.35 g : เมทานอล 45 ml	
อุณหภูมิเริ่มเทสาร (°C)	เวลา (min)	หมายเหตุ
80	15	-

มีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ใช้อัตราส่วนโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.21 g : ซีเถ้า 0 g : เมทานอล 45 ml ดังแสดงในรูปที่ 4

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C จากนั้นตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 65 °C

- นำโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับเมทานอล จากนั้นเทสารละลายที่ได้ลงในน้ำมัน ที่อุณหภูมิประมาณ 65 °C พร้อมกวนน้ำมัน ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดลงต่ำกว่า 60 °C เป็นเวลาประมาณ 15 นาที

- หลังจากครบ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกตัวของไบโอดีเซลกับกลีเซอริน

- ทำการแยกไบโอดีเซล ล้างด้วยน้ำสะอาด ประมาณ 3 ครั้ง

- นำไบโอดีเซลที่ได้ ทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามค่ามาตรฐาน



(ก) ลักษณะสารขณะทำปฏิกิริยา



(ข) ลักษณะสารขณะแยกชั้น



(ค) การแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกลีเซอริน

รูปที่ 4 การผลิตไบโอดีเซลตามเงื่อนไขที่ 1 (KOH 1.21 g : Ash 0 g : Methanol 45 ml)

การทดลองที่ 2 ใช้อัตราส่วนโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0 g : ซีเถ้า 10 g : เมทานอล 45 ml ดังแสดงในรูปที่ 5

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C จากนั้นตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 70 °C

- นำซีเถ้าผสมกับเมทานอล จากนั้นเทลงในน้ำมันที่อุณหภูมิประมาณ 70 °C พร้อมกวนน้ำมัน ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดลงต่ำกว่า 60 °C เป็นเวลาประมาณ 15 นาที

- หลังจากครบ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกตัวของไบโอดีเซล ซีเถ้า และกลีเซอริน

- ทำการแยกไบโอดีเซล ล้างด้วยน้ำสะอาด ประมาณ 3 ครั้ง

- นำไบโอดีเซลที่ได้ ทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามค่ามาตรฐาน



(ก) ลักษณะสาร
ขณะทำปฏิกิริยา

(ข) ลักษณะสาร
ขณะแยกชั้น

(ค) กระบวนการ
การล้าง

รูปที่ 5 การผลิตไบโอดีเซลตามเงื่อนไขที่ 2 (KOH
0 g : Ash 10 g : Methanol 45 ml)

การทดลองที่ 3 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
2.2 g : ชี้เถ้า 2 g : เมทานอล 40 ml ดังแสดงในรูปที่
6

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C จากนั้น
ตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 80 °C

- เทชี้เถ้าลงในน้ำมันเป็นอันดับแรก พร้อมกวน
น้ำมัน เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จนอุณหภูมิลดลง
เหลือ 65 °C จากนั้นเทโพแทสเซียมเมทอกไซด์ตามลง
ไป พร้อมกวนน้ำมัน ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดลงต่ำ
กว่า 60 °C เป็นเวลาประมาณ 15 นาที

- หลังจากครบ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกตัว
ของไบโอดีเซล ชี้เถ้า และกลีเซอริน

- ทำการแยกไบโอดีเซล ล้างด้วยน้ำสะอาด
ประมาณ 3 ครั้ง

- นำไบโอดีเซลที่ได้ ทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามค่ามาตรฐาน



(ก) ลักษณะสาร
ขณะทำปฏิกิริยา

(ข) ลักษณะสาร
ขณะแยกชั้น

(ค) ไบโอดีเซล

รูปที่ 6 การผลิตไบโอดีเซลตามเงื่อนไขที่ 3 (KOH
2.5 g : Ash 1.35 g : Methanol 40 ml)

การทดลองที่ 4 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
2.5 g : ชี้เถ้า 1 g : เมทานอล 45 ml (ทำการล้าง
ไบโอดีเซลที่ได้ด้วยชี้เถ้า 1 g) ดังแสดงในรูปที่ 7

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C จากนั้น
ตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 75 °C

- เทชี้เถ้าลงในน้ำมันเป็นอันดับแรก พร้อมกวน
น้ำมัน เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จนอุณหภูมิลดลง
เหลือ 70 °C จากนั้นเทโพแทสเซียมเมทอกไซด์ตามลง
ครึ่งละ 15 ml จำนวน 3 ครั้ง พร้อมกวนน้ำมัน
ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดลงต่ำกว่า 60 °C เป็นเวลา
ประมาณ 15 นาที

- หลังจากครบ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกตัว
ของไบโอดีเซล ชี้เถ้า และกลีเซอริน

- ทำการแยกไบโอดีเซล ล้างด้วยน้ำสะอาด
ประมาณ 3 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยชี้เถ้าจำนวน 1 กรัม
แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 1 ครั้ง

- นำไบโอดีเซลที่ได้ ทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามค่ามาตรฐาน



(ก) ลักษณะสาร
ขณะทำปฏิกิริยา

(ข) ลักษณะสาร
ขณะแยกชั้น

(ค) ไบโอดีเซล



(ง) ล้างด้วย
ชี้เถ้า 1 g

(จ) ลักษณะสาร
ขณะทำการล้าง

(ฉ) ไบโอดีเซลที่ได้
จากการล้างด้วย

รูปที่ 7 การผลิตไบโอดีเซลตามเงื่อนไขที่ 4 (KOH
2.5 g : Ash 1 g : Methanol 45 ml)

การทดลองที่ 5 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.5 g : ชี้เถ้า 1.35 g : เมทานอล 45 ml ดังแสดงในรูปที่ 8

- ให้ความร้อนแก่น้ำมันที่อุณหภูมิ 100 °C จากนั้นตั้งน้ำมันทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 80 °C

- เทชี้เถ้าลงในน้ำมันเป็นอันดับแรก พร้อมกวนน้ำมัน เป็นเวลาประมาณ 5 นาที จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 65 °C จากนั้นเทโพแทสเซียมเมทอกไซด์ตามลงไป พร้อมกวนน้ำมัน ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดลงต่ำกว่า 60 °C เป็นเวลาประมาณ 15 นาที

- หลังจากครบ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกตัวของไบโอดีเซล ชี้เถ้า และกลีเซอริน

- ทำการแยกไบโอดีเซล ล้างด้วยน้ำสะอาด ประมาณ 3 ครั้ง

- นำไบโอดีเซลที่ได้ ทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลตามค่ามาตรฐาน



(ก) ลักษณะสารขณะทำปฏิกิริยา (ข) ลักษณะสารขณะแยกชั้น (ค) การแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลกับกลีเซอริน

รูปที่ 8 การผลิตไบโอดีเซลตามเงื่อนไขที่ 5 (KOH 1.21 g : Ash 0 g : Methanol 45 ml)

3. ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันพืชเหลือทิ้ง ได้เท่ากับ 1.024 โดยไม่เกินค่ามาตรฐาน คือ 2.5 [11]

3.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของเถ้าไม้ คือ การศึกษาลักษณะพื้นที่ผิว ขนาดอนุภาค และค่าความเป็นด่างที่สามารถละลายน้ำได้ เป็นต้น [5] ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัณฐานวิทยาของเถ้าไม้

Catalyst	Surface area (m ² g ⁻¹)	Particle size (µm)	Soluble alkalinity (mmol g ⁻¹ ash)
Raw bottom ash	9.38	25	1.6
Calcined 800 °C	3.72	22	2.6

3.3 การศึกษาองค์ประกอบของเถ้าไม้ โดยส่วนใหญ่แล้วเถ้าจากชีวมวลจะประกอบไปด้วยธาตุ C H O N S เป็นธาตุหลัก และยังมีธาตุอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

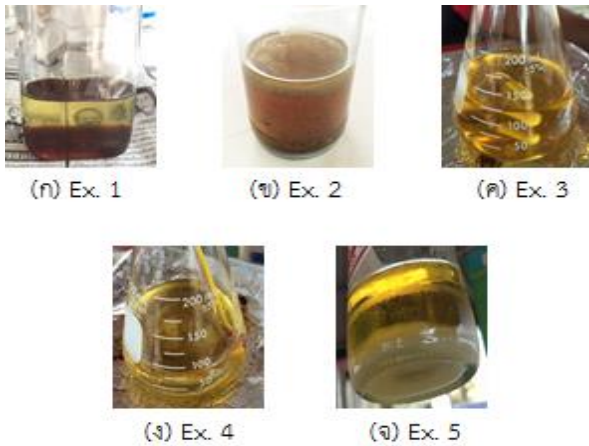
ตารางที่ 3 องค์ประกอบธาตุของเถ้าไม้ [6]

Catalyst	Elemental composition (%wt.)						
	C	Ca	Na	Mg	Mn	K	Fe
Raw bottom ash	32.4	62.44	1.19	1.14	0.12	0.45	2.10
Calcined 800 °C	-	90.12	2.54	2.48	0.44	1.18	2.05

3.4 ผลการศึกษางานวิจัย แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 รวมไปถึงพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ พร้อมทั้งภาพไบโอดีเซลที่ผลิตได้ในแต่ละการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 9

ตารางที่ 4 ผลการทดลองของงานวิจัย

Ratio	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5
KOH:ash (g)	1.21:0	0:10	2.2:2	2.5:1	2.5:1.35
Methanol (ml)	45	45	40	45	45
Parameter					
pH	6.0	ไม่เกิดปฏิกิริยา	5.5	5.5	5.5
Calorific value (MJ/kg)	37.27		32.60	30.74	36.30
Flash point (°C)	>130		132	151	164
Fire point (°C)	>200		180	170	180



รูปที่ 9 ไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากการทดลอง 5 เงื่อนไข

จากตารางที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ว่า เถ้าปกติที่ยังไม่ได้เผาไหม้ มีขนาดพื้นที่ผิวอยู่ที่ $9.38 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ และมีขนาดอนุภาคอยู่ที่ $25 \text{ }\mu\text{m}$ มากกว่าเถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วซึ่งมีค่าอยู่ที่ $3.72 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ และ $22 \text{ }\mu\text{m}$ ตามลำดับ แต่เถ้าปกติจะมีค่าความเป็นด่างที่สามารถละลายน้ำได้ อยู่ที่ 1.6 mmol g^{-1} ash น้อยกว่าเถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้ว คือ 2.6 mmol g^{-1} ash เนื่องจากเถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วมีคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาที่เหมาะสมกว่าในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ดี ทั้งนี้ยังมีความแตกต่างกันขององค์ประกอบของเถ้าอย่างเห็นได้ชัด คือ C และ Ca โดยเถ้าปกติจะมี C อยู่ที่ 32.4 \%wt. แต่เถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วจะไม่มี C หลงเหลืออยู่ ส่วน Ca ของเถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้วจะมีค่า อยู่ที่ 90.12 \%wt. มากกว่าเถ้าปกติ คือ 62.19 \%wt. เนื่องจากในเถ้าปกตินั้นยังมี C รวมทั้งธาตุอื่นๆ หลงเหลืออยู่ ทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ไม่ดีมากนัก แต่ในเถ้าที่ผ่านกระบวนการเผาแล้ว จะเหลือ Ca เป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย ทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ดีกว่าเถ้าปกติ

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ชี้อัด : เมทานอล ที่ใช้ มีอัตราส่วนที่ต่างกันในแต่ละการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงอย่างเดียว ไม่มีการใช้ชี้อัดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมด้วย อัตราส่วนที่ใช้ คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.21 g : ชี้อัด 0 g : เมทานอล 45 ml พบว่า ค่า pH ที่ได้ มีค่า 6.0 และค่าความร้อนที่ได้ มีค่า 37.27 MJ/kg [12] ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วสู่การเป็นไบโอดีเซลได้เป็นอย่างดี

การทดลองที่ 2 การผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ชี้อัดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงอย่างเดียว ไม่มีการใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมด้วย อัตราส่วนที่ใช้ คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0 g : ชี้อัด 10 g : เมทานอล 45 ml พบว่า การใช้ชี้อัดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันได้ เนื่องจากชี้อัดมีคุณสมบัติไม่เพียงพอต่อการทำปฏิกิริยาได้เอง ทำให้เกิดการแยกตัวระหว่างน้ำมันพืชใช้แล้วกับชี้อัดและเมทานอลอย่างเห็นได้ชัด

การทดลองที่ 3, 4 และ 5 เป็นการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร่วมกับชี้อัดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

- การทดลองที่ 3 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.2 g : ชี้อัด 2 g : เมทานอล 40 ml
 - การทดลองที่ 4 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.5 g : ชี้อัด 1 g : เมทานอล 45 ml
 - การทดลองที่ 5 ใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.5 g : ชี้อัด 1.35 g : เมทานอล 45 ml
- ทั้งนี้ในการทดลองที่ 3 ได้ทำการลดปริมาณเมทานอลที่ใช้ จากเดิม 45 ml เหลือ 40 ml และในการทดลองที่ 4 ได้ทำการล้างไบโอดีเซลที่ผลิตได้ด้วยเถ้า 1 g โดยพบว่า ทั้งสามการทดลองสามารถผลิตไบโอดีเซลออกมาได้ แต่มีคุณสมบัติต่างกัน ซึ่งจะวิเคราะห์แยกออกเป็นกรณี ดังนี้

1. ค่า pH ที่ได้ของทั้ง 3 การทดลอง มีค่า 5.5 เท่ากัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซลทั่วไป คืออยู่ในช่วง 5-6.5 (กระทรวงพลังงาน, 2550)

2. ค่าความร้อนที่ได้ของทั้ง 3 การทดลอง จะเห็นได้ว่า การทดลองที่ 5 มีค่าความร้อนมากที่สุด อยู่ที่ 36.30 MJ/kg ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน คือ 37.27 MJ/kg (Wikipedia, 2015) รองลงมาคือ การทดลองที่ 3 และ 4 มีค่า 32.60 MJ/kg และ 30.74 MJ/kg ตามลำดับ เนื่องจาก อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ชี๊เอ้า : เมทานอล ที่ใช้มีความเหมาะสมจึงทำให้คุณสมบัติของไบโอดีเซลในการทดลองที่ 5 ได้ค่าความร้อนที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซล ซึ่งค่าความร้อนจะแสดงถึงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักเชื้อเพลิง เมื่อเชื้อเพลิงนั้นๆ ถูกเผาไหม้ [12]

3. จุดวาบไฟที่ได้ของทั้ง 3 การทดลอง จะเห็นได้ว่า การทดลองที่ 3 มีจุดวาบไฟอยู่ที่ 132 °C ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน รองลงมาคือการทดลองที่ 4 และ 5 อยู่ที่ 151 °C และ 164 °C ตามลำดับ เนื่องจาก อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ชี๊เอ้า : เมทานอล ที่ใช้มีความเหมาะสมจึงทำให้คุณสมบัติด้านจุดวาบไฟของไบโอดีเซลดังกล่าวในการทดลองที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซล ซึ่งโดยปกติมาตรฐานจุดวาบไฟจะอยู่ที่ >130 °C หากสูงกว่า 150 °C หรือ 170 °C จะทำให้รถสตาร์ทติดยาก [14]

4. จุดติดไฟที่ได้ของทั้ง 3 การทดลอง จะเห็นได้ว่าการทดลองที่ 3 และ 5 มีจุดติดไฟอยู่ที่ 180 °C เท่ากัน ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน รองลงมาคือการทดลองที่ 4 อยู่ที่ 170 °C เนื่องจาก อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ชี๊เอ้า : เมทานอล ที่ใช้มีค่าที่เหมาะสมจึงทำให้คุณสมบัติจุดติดไฟของไบโอดีเซลในการทดลองที่ 3 และ 5 มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของไบโอดีเซล ซึ่งโดยปกติมาตรฐานจุดติดไฟจะอยู่ที่ >200 °C เพราะจะทำให้ติดไฟได้ยาก รวมทั้งให้ความปลอดภัยในการขนส่งและการสัมผัสมากกว่าน้ำมันดีเซล [15]

4. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการใช้ชี๊เอ้าจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ทางผู้วิจัยได้นำน้ำมันพืชที่เหลือทิ้งจากการทอดมันฝรั่งของกลุ่มแม่บ้านภายในชุมชน มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล โดยทำการตรวจค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมัน ค่าที่ได้คือ 1.024 โดยค่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันนั้นที่จะสามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลนั้นไม่ควรเกินมีค่า 2.5 [11] หากมีค่าเกินที่กำหนด น้ำมันอาจมีค่าความเป็นกรดสูงเกินไป ทำให้น้ำมันไม่สามารถทำปฏิกิริยาได้ดีเท่าที่ควร และทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการใช้ชี๊เอ้าจากชีวมวลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า ชี๊เอ้าที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตไบโอดีเซลได้นั้นต้องมีการเผาไหม้ที่อุณหภูมิมากกว่า 800 °C โดยการเผาไหม้ที่ 800 °C นั้น จะเปลี่ยนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ที่มีอยู่ในชี๊เอ้าให้กลายเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) จึงจะสามารถนำมาใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซลได้ดี จากการทดลองทางผู้วิจัยได้ทำการทดลอง 5 การทดลอง โดยใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ : ชี๊เอ้า : เมทานอล ที่แตกต่างกัน ซึ่งการทดลองที่ให้ผลโดยรวมดีที่สุด คือการทดลองที่ 3 โดยใช้อัตราส่วนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.2 g : ชี๊เอ้า 2 g : เมทานอล 40 ml เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ได้จากการทดลองที่ 3 พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกับไบโอดีเซลมาตรฐานทั่วไปมากที่สุด แต่มีบางค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างจากค่ามาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้นำไปศึกษาต่อยอดและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ทางผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรทุกท่าน จากวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมไปถึงศูนย์บริการวิชาการที่ 7 (เชียงใหม่) กระทรวงพลังงาน ที่ได้ให้

ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษา ทั้งยังเอื้อเพื่อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550). การส่งเสริมการผลิตการใช้ไบโอดีเซลในระดับชุมชน (กลุ่มที่ 1). กระทรวงพลังงาน.
- [2] ทิฆัมพร ทับวิธร และศุภทนต์ สมิทธิภินันท์ (2554). การศึกษาการผลิตไบโอดีเซลโดยเทคนิคทางเคมีไฟฟ้า, โครงการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 1.
- [3] ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2556). รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย. กระทรวงพลังงาน.
- [4] Wikipedia (2013). เชื้อเพลิง, URL: <http://th.wikipedia.org/wiki/เชื้อเพลิง>, access on 18/4/2015.
- [5] Sharma M, Ali Khan A, Puri SK and Tuli DK (2012). Wood ash as a potential heterogeneous catalyst for biodiesel synthesis, Biomass Bioenergy, Vol.41, February 2012, pp. 94-106.
- [6] Thawatchai Maneerung, Sibudjing Kawi and Wang Chi-Hwa (2014). Biomass gasification bottom ash as a source of CaO catalyst for biodiesel production via transesterification of palm oil, Energy Conversion and Management, Vol.92, December 2014, pp.234-243.
- [7] Liodakis S, Katsigiannis G and Kakali G (2005). Ash properties of some dominant Greek forest species, Thermochemica Acta, Vol.437, June 2005, pp.158-167.
- [8] Misra M.K, Ragland K.W and Baker A.J (1993). Wood ash composition as a function of furnace temperature, Biomass and Bioenergy, Vol.4, No.2, 1993, pp.103-116.
- [9] ชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2555). ถ่านชีวมวลจากโรงงานอุตสาหกรรม: ปัญหา ข้อจำกัด และการนำไปใช้, วารสารคอนกรีต, 17, ธันวาคม 2555.
- [10] จักรพงศ์ ไชยบุรี (2556). การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Sodium Hydrogen Tartrate ($C_4H_5NaO_6$), วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 18, 2556, หน้า 49-55.
- [11] กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2556). การหาค่า FFA โดยวิธีไทเทรต. กระทรวงพลังงาน.
- [12] จุฑารัตน์ เอื้อปัญจะศิลา (2010). พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.thaigoodview.com/node/42732>, เข้าดูเมื่อวันที่ 18/4/2558.
- [13] Wikipedia (2015). Biodiesel, URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>, access on 18/4/2015.
- [14] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2011). มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/648-มาตรฐานคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล?groupid=166>, เข้าดูเมื่อวันที่ 18/4/2558.
- [15] Sanook GURU (2556). ไบโอดีเซล, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://guru.sanook.com/2576/>, เข้าดูเมื่อวันที่ 18/4/2558.

การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโค Biogas Production from Co-digestion of Pretreated Banana Stem with Cow Manures

ณัฐวัตร กุลนะ¹, จตุพล แก้ววันดี¹, ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์² และ รจพรรณ นิรัญศิลป์^{1,*}

¹ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

² ศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียมและพลังงานทหาร ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

*ผู้ติดต่อ: sei-ew-tutor@hotmail.com, โทรศัพท์ 0 5333 3194, เบอร์โทรสาร 0 5387 8333

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโค โดยเป็นการหมักแบบเติมครั้งเดียวในสภาวะไร้ออกซิเจนในชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร เป็นระยะเวลา 20 วัน ภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (32-38 องศาเซลเซียส) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขที่ 1 หมักโดยใช้มูลโคเพียงอย่างเดียว เงื่อนไขที่ 2 หมักโดยใช้ต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6 เพียงอย่างเดียว และเงื่อนไขที่ 3 หมักโดยใช้ต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6 ร่วมกับมูลโค บันทึกปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทุกวันโดยวิธีการแทนที่น้ำในบารอมิเตอร์น้ำ จากการศึกษาพบว่าการทดลองในเงื่อนไขที่ 3 คือ การหมักโดยใช้ต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโค ให้ปริมาณก๊าซชีวภาพเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.87 ลิตรต่อวัน โดยมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 58.4

คำหลัก: ก๊าซชีวภาพ มูลโค ต้นกล้วย การปรับสภาพทางเคมี

Abstract

This research to study the production of biogas from co-digestion of pretreated banana stem with cow manures. By batch fermentation in anaerobic conditions in a 20 L digester for a 20 days at 32-38 °C. Experimental is divided into 3 groups : group 1 using only cow manures, group 2 using only pretreated banana stem with NaOH 6% and group 3 was fermented from co-digestion of pretreated banana stem with NaOH 6% and cow manures. Record amount of gas every day by reading the water in the barometer. The study found that experimental in group 3 was fermented using a pretreated banana stem condition with cow manures. The highest average production of biogas and methane yields were 2.87 L/day and 58.4%

Keywords: Biogas, Cow manures, Banana stem, Chemical pretreatment.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรต่อปีเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลผลิตทางการเกษตรเหล่านี้ถูกเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปจำหน่ายหรือเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ในขณะที่เดียวกันผลผลิตทางการเกษตรที่เสียหายหรือไม่ได้ใช้ประโยชน์ได้กลายเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร [1] โดยข้อมูลจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์พบว่าในแต่ละปีมีเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยเฉลี่ย 2.6 แสนตันต่อปี [2] ซึ่งเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้จะมีทั้งส่วนที่ต้องปล่อยทิ้งไว้ให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติและส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ด้วยการนำมาสร้างมูลค่าด้วยการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของพลังงานที่เรียกว่า “พลังงานทดแทน” โดยหนึ่งในพลังงานทดแทนที่สามารถจัดการต่อวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ได้ คือ พลังงานก๊าซชีวภาพ โดยอาศัยกระบวนการหมักสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงก๊าซหุงต้ม เนื่องจากมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณร้อยละ 50-70 อีกทั้งยังเป็นพลังงานที่สะอาด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน [3] แต่ปัญหาของการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งนั้นพบว่าใช้เวลานานค่อนข้างนาน จึงจำเป็นที่จะต้องใช้จุลินทรีย์จากมูลสัตว์เป็นหัวเชื้อตั้งต้นร่วมด้วย โดยปกติแล้วในระบบก๊าซชีวภาพนั้นนิยมใช้จุลินทรีย์จากมูลโคเป็นหัวเชื้อตั้งต้นในการเริ่มระบบ

เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีคุณสมบัติสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพนั้นมีอยู่หลายชนิด รวมไปถึงต้นกล้วยที่เหลือทิ้งจากการเกษตร ซึ่งเป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยเนื่องจากปลูกง่าย ไม่ต้องการการดูแลมาก ในวงจรชีวิตของต้นกล้วยหนึ่งต้นนั้น หากให้ผลผลิตไปแล้วจะไม่สามารถให้ผลผลิตซ้ำได้อีก เกษตรกรจึงต้องตัดต้นกล้วยต้นนั้นทิ้งไปเพื่อให้ต้นกล้วยหน่อใหม่เจริญเติบโตขึ้นมาแทน [4] จากการลงพื้นที่สำรวจในเขตตำบลหนองก่าย และเขตตำบลห้วยทราย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าต้นกล้วยที่ถูกตัดทิ้งนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะมี

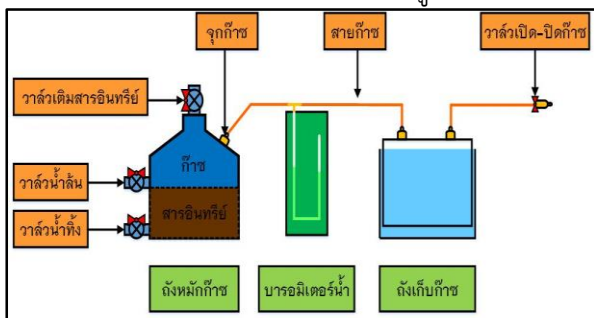
วิธีการกำจัดอยู่ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 เกษตรกรจะนำต้นกล้วยเหลือทิ้งมาตัดเป็นท่อนผ่าครึ่งแล้วนำไปวางรอบโคนต้นกล้วยใหม่เพื่อเป็นแหล่งให้น้ำแก่ต้นกล้วยใหม่ต่อไป และรูปแบบที่ 2 จากการสัมภาษณ์เกษตรกร คุณลุงอ้าย ปั้นแก้ว พบว่าเมื่อเกษตรกรตัดต้นกล้วยทิ้งแล้วจะปล่อยทิ้งไว้ตามโคนต้นปล่อยให้เน่าสลายตามธรรมชาติ แต่ต้นกล้วยที่ถูกตัดทิ้งเหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้จะทำให้ต้นกล้วยเน่า ส่งกลิ่นเหม็น และอาจเป็นพาหะของเชื้อโรคต่างๆ

งานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาการนำต้นกล้วยที่ถูกตัดทิ้งมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพร่วมกับมูลโค เนื่องจากต้นกล้วยนั้นประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก รวมไปถึงโปรตีนและไขมันที่เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียเมทาโนเจน แต่เซลลูโลสนั้นมีลักษณะเป็นเส้นใยที่ย่อยสลายเองได้ยาก จึงต้องมีการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วยก่อนที่จะนำไปหมักก๊าซชีวภาพ [5] Chengming Zhang etc al. (2013) ได้ทำการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักต้นกล้วยร่วมกับมูลสุกร โดยมีการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 6 โดยต้นกล้วยหลังจากที่ผ่านการปรับสภาพแล้วทำให้ปริมาณลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสลดลง ทำให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพสูงกว่าต้นกล้วยที่ไม่มีการปรับสภาพ [6] ชนกวร วงษ์วัน และคณะ ได้ศึกษาผลของการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การใช้ความร้อน และการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าต้นข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงกว่า เมื่อเทียบกับต้นข้าวโพดที่ปรับสภาพด้วยการใช้ความร้อน [5]

การศึกษการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโคในครั้งนี้ คาดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตก๊าซชีวภาพรวมถึงเป็นการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นการสร้างแหล่งพลังงานทดแทนที่สำคัญ และส่งเสริมให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพื่อความยั่งยืนในการใช้ชีวิตต่อไป

2. วิธีการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยหมักก๊าซชีวภาพในชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร ซึ่งมีการออกแบบเบื้องต้น โดยมีต้นแบบชุดถังหมักก๊าซจากศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียมและพลังงานทหาร ทั้งนี้ได้มีการปรับปรุงและดัดแปลงให้เหมาะสมต่อการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วยถังหมักก๊าซสำหรับเติมสารอินทรีย์เข้าไปหมัก ก๊าซที่ได้จะถูกกล่าเลี้ยงผ่านสายก๊าซเข้าสู่ถังเก็บก๊าซ โดยปริมาณก๊าซที่ผลิตได้สามารถอ่านได้จากบารอมิเตอร์น้ำซึ่งอาศัยหลักการแทนที่ด้วยน้ำ [7] ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบจำลองชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร

2.1 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุเหลือใช้ซึ่งสามารถหาได้ทั่วไปสำหรับการทำชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร โดยการทำชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตรนั้น มีวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนในการทำดังนี้

วัสดุอุปกรณ์

1. ถังน้ำขนาด 20 ลิตร 2 ใบ
2. ถังพลาสติกใส 1 ใบ
3. บอลวาล์ว PVC ขนาด ½ นิ้ว 1 ตัว
4. บอลวาล์ว PVC ขนาด 1 ½ นิ้ว 2 ตัว
5. ข้อต่อทองเหลืองสวมสายยาง ½ นิ้ว 3 ตัว
6. ข้อต่อทองเหลืองสามทางสวมสายยาง 1 ตัว
7. วาล์วก๊าซทองเหลือง 1 ตัว
8. เข็มขัดรัดสายก๊าซ 6 ตัว
9. สายก๊าซ
10. สายลม
11. สายยางใส
12. สายวัด
13. พลาสติกลูกฟูก

ขั้นตอนการทำ

1. ทำถังหมักก๊าซโดยใช้ถังน้ำขนาด 20 ลิตร สำหรับเป็นที่กักเก็บสารอินทรีย์ ประกอบบอลวาล์ว PVC ขนาด 1 ½ นิ้ว สำหรับใช้เป็นวาล์วเติมสารอินทรีย์ ใช้บอลวาล์ว PVC ขนาด ½ นิ้ว สำหรับเป็นวาล์วน้ำล้น และวาล์วน้ำทิ้ง ประกอบข้อต่อทองเหลืองสวมสายยาง ½ นิ้ว บริเวณด้านบนถังสำหรับใช้เป็นจุกก๊าซ และต่อกับสายก๊าซไปยังถังเก็บก๊าซและบารอมิเตอร์น้ำ โดยใช้สายลมเป็นสายลำเลียงก๊าซ ดังแสดงในรูปที่ 2



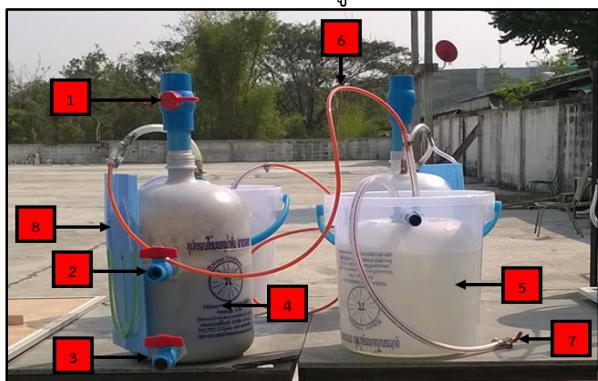
รูปที่ 2 ถังหมักก๊าซ

2. ทำถังเก็บก๊าซโดยใช้ถังน้ำขนาด 20 ลิตร ตัดบริเวณปากขวดออก แล้วคว่ำลงในถังพลาสติกใส ประกอบข้อต่อทองเหลืองสวมสายยาง ½ นิ้ว 2 ตัว บริเวณก้นถังสำหรับใช้เป็นจุกก๊าซ โดยต่อกับสายก๊าซจากถังหมักก๊าซ และต่อกับสายก๊าซที่มีวาล์วทองเหลืองสำหรับการนำก๊าซไปใช้ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ถังเก็บก๊าซ

3. ทำบารอมิเตอร์น้ำโดยใช้สายยางใสตัดเป็นรูปตัวยูติดกับพลาสติกลูกฟูก สายด้านหนึ่งต่อเข้ากับข้อต่อทองเหลืองสามทางสวมสายยาง ซึ่งเป็นทางแยกจากถังหมักก๊าซและถังเก็บก๊าซ ติดสายวัดสำหรับใช้อ่านระดับปริมาณก๊าซ และใส่น้ำลงในสายยางใสโดยให้อยู่ในระดับอ้างอิง (0 เซนติเมตร) ประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1. วาล์วเติมสารอินทรีย์ | 2. วาล์วน้ำล้น |
| 3. วาล์วน้ำทิ้ง | 4. ถังหมักก๊าซ |
| 5. ถังเก็บก๊าซ | 6. สายลำเลียงก๊าซ |
| 7. วาล์วปล่อยก๊าซ | 8. บารอมิเตอร์น้ำ |

2.2 การทดลองการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วย

ในการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วยนั้น จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับสภาพต้นกล้วย โดยจะศึกษาสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณร้อยละ 2 ร้อยละ 4 และร้อยละ 6 เพื่อที่จะหาปริมาณที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้ต้นกล้วยสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีที่สุด โดยมีการทดลองดังนี้

ก. การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 2

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 2 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.6 กรัม ผสมกับน้ำ 80 มิลลิลิตร

2. นำต้นกล้วยมาสับละเอียด 100 กรัม แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 2 ทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำต้นกล้วยมาล้างน้ำ 4-5 ครั้ง และแช่น้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าพีเอชโดยให้อยู่ในช่วง 8-9 สังเกตสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วย

ข. การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 4

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 4 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.2 กรัม ผสมกับน้ำ 80 มิลลิลิตร

2. นำต้นกล้วยมาสับละเอียด 100 กรัม แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 4 ทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำต้นกล้วยมาล้างน้ำ 4-5 ครั้ง และแช่น้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าพีเอชโดยให้อยู่ในช่วง 8-9 สังเกตสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วย

ค. การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.8 กรัม ผสมกับน้ำ 80 มิลลิลิตร

2. นำต้นกล้วยมาสับละเอียด 100 กรัม แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6 ทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

3. เมื่อครบ 72 ชั่วโมง นำต้นกล้วยมาล้างน้ำ 4-5 ครั้ง และแช่น้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่าพีเอชโดยให้อยู่ในช่วง 8-9 สังเกตสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วย

2.3 การทดลองหมักก๊าซชีวภาพ

การทดลองหมักก๊าซชีวภาพ โดยใช้ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร แบ่งการทดลองออกเป็น 3 เงื่อนไข ได้แก่

เงื่อนไขที่ 1 ใช้มูลโค 5 ลิตร และน้ำ 5 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเทลงในถังหมักก๊าซ

เงื่อนไขที่ 2 ใช้ต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้น 5 ลิตร และน้ำ 5 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเทลงในถังหมักก๊าซ

เงื่อนไขที่ 3 ใช้มูลโค 2.5 ลิตร ต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้น 2.5 ลิตร และน้ำ 5 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเทลงในถังหมักก๊าซ

โดยในแต่ละเงื่อนไขหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 20 วัน ภายใต้อุณหภูมิห้อง

บันทึกปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทุกวัน และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ค่าซีโอดี ค่าพีเอช ค่าปริมาณของแข็ง และอุณหภูมิห้อง

3. ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 การปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วย

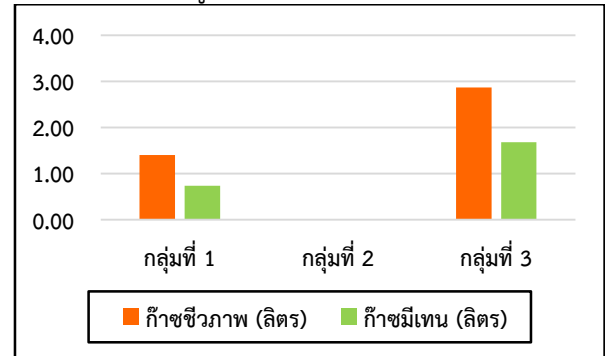
จากการศึกษาการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วยโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณร้อยละ 2 ร้อยละ 4 และร้อยละ 6 โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าต้นกล้วยมีลักษณะเปื่อยยุ่ยลงและแตกตัวง่ายลงเมื่อทดสอบเบื้องต้นโดยการกดบีบด้วยแท่งแก้วคนสาร ดังแสดงในรูปที่ 5 เนื่องจากปริมาณเซลล์ลูโลส เฮมิเซลล์ลูโลส และลิกนินถูกย่อยสลายโดยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 6 สามารถย่อยสลายเซลล์ลูโลส เฮมิเซลล์ลูโลส และลิกนินได้มากที่สุด ทำให้ต้นกล้วยมีลักษณะเปื่อยยุ่ยมากที่สุดเมื่อล้างต้นกล้วยด้วยน้ำแล้ววัดค่าพีเอชได้เท่ากับ 8.3 ซึ่งสอดคล้องกับ Chengming Zhang etc al. (2013) ได้ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักต้นกล้วยร่วมกับมูลสุกร โดยมีการปรับสภาพเบื้องต้นของต้นกล้วยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 6 โดยต้นกล้วยหลังจากที่ผ่านการปรับสภาพแล้วทำให้ปริมาณลิกนิน เซลล์ลูโลส และเฮมิเซลล์ลูโลสลดลง ทำให้ได้ปริมาณก๊าซชีวภาพสูงกว่าต้นกล้วยที่ไม่มีการปรับสภาพ [6]



รูปที่ 5 ลักษณะเบื้องต้นของต้นกล้วยที่ปรับสภาพและไม่ได้ปรับสภาพ

3.2 ปริมาณก๊าซชีวภาพ

จากการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 20 ลิตร เป็นระยะเวลา 20 วัน ภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (32-38 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 6



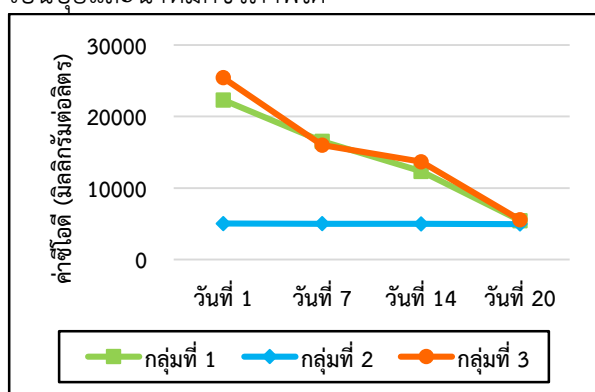
รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงปริมาณก๊าซชีวภาพ และปริมาณก๊าซมีเทน

จากแผนภูมิพบว่าในเงื่อนไขที่ 1 และเงื่อนไขที่ 3 มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น เนื่องจากใช้มูลโคเป็นหัวเชื้อตั้งต้นในการเดินระบบ จุลินทรีย์ในมูลโคช่วยให้เกิดก๊าซชีวภาพได้เร็วขึ้น แต่ในเงื่อนไขที่ 2 ไม่มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบของต้นกล้วยไม่มีจุลินทรีย์เมทาโนเจนซึ่งเป็นจุลินทรีย์หัวเชื้อในการเริ่มต้นระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยเงื่อนไขที่ 1 และเงื่อนไขที่ 3 มีปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เฉลี่ยเท่ากับ 1.40 และ 2.87 ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 52.6 และ 58.4 ตามลำดับ

3.3 ค่าซีโอดีของระบบ

จากการวัดค่าซีโอดีของระบบ เป็นจำนวน 4 ครั้ง พบว่าในการเริ่มระบบจะมีค่าซีโอดีของเงื่อนไขที่ 1 และเงื่อนไขที่ 3 จะมีค่าสูงโดยอยู่ในช่วง 20,000 – 25,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าซีโอดีมีแนวโน้มลดลง จนถึงวันที่ 20 ค่าซีโอดีมีค่าอยู่ในช่วง 5,400 – 5,600 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในเงื่อนไขที่ 2 นั้นค่าซีโอดีมีแนวโน้มลดลงเช่นกันแต่มีการลดลงที่น้อยมาก โดยค่าซีโอดีในเงื่อนไขนี้ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 4900 – 5100 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในเงื่อนไขนี้มีเพียงต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีจุลินทรีย์เมทาโนเจนที่ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อทำให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ ดังแสดง

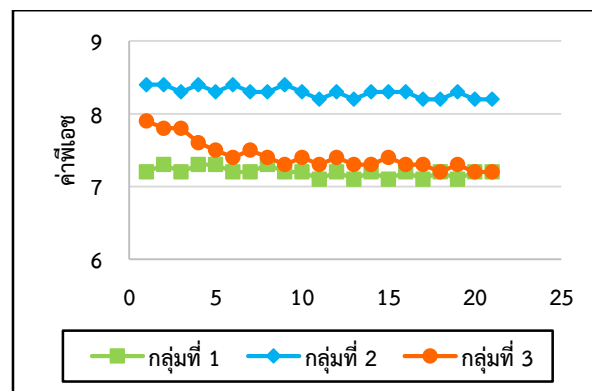
ในรูปที่ 7 โดยประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีไอดีของระบบในเงื่อนไขที่ 1 เงื่อนไขที่ 2 และเงื่อนไขที่ 3 เท่ากับ ร้อยละ 75.65 1.14 และ 78.23 ตามลำดับ สอดคล้องกับวิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์ และคณะ ที่ได้ศึกษาการหาความเข้มข้นยูเรียที่เหมาะสมในมันสำปะหลังร่วมกับมูลโคเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยพบว่าค่าซีไอดีในระบบมีแนวโน้มลดลง โดยในวันที่ 7 วัดค่าซีไอดีอยู่ในช่วง 10,000 – 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร [8] เนื่องจากจุลินทรีย์ในระบบมีการบำบัดน้ำเสียเกิดขึ้น โดยกากตะกอนและน้ำทิ้งเมื่อออกจากระบบสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยและน้ำหมักชีวภาพได้



รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าซีไอดีของระบบ

3.4 ค่าพีเอชของระบบ

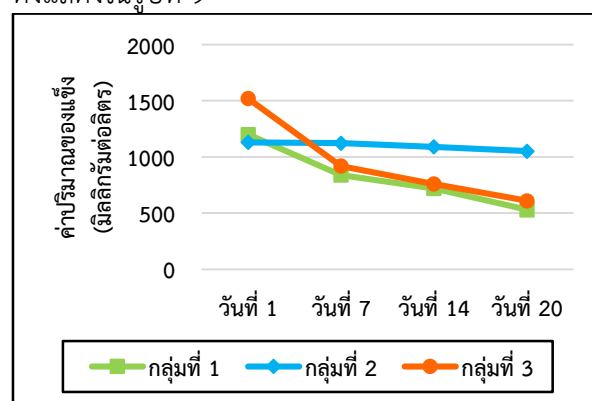
จากการวัดค่าพีเอชของระบบทุกวัน เป็นเวลา 20 วัน พบว่าในเงื่อนไขที่ 1 ที่หมักมูลโคเพียงอย่างเดียว มีค่าพีเอชค่อนข้างคงที่ในช่วง 7.1-7.3 ส่วนในเงื่อนไขที่ 2 และเงื่อนไขที่ 3 ในช่วงแรกมีสภาพความเป็นด่าง เนื่องจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสภาพความเป็นด่างสูง แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าพีเอชในเงื่อนไขที่ 3 ซึ่งหมักร่วมกันระหว่างต้นกล้วยที่ปรับสภาพกับมูลโค มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากจุลินทรีย์สร้างกรดในระบบทำให้มีสภาพความเป็นกรดในถังหมัก และเมื่อระบบคงที่ค่าพีเอชจะมีค่าคงที่ในช่วง 7.2-7.4 ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อระบบการหมักก๊าซชีวภาพในสภาวะไร้ออกซิเจนอยู่ในช่วง 6.5-7.5 [9]



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าพีเอชของระบบ

3.5 ค่าปริมาณของแข็งของระบบ

จากการวัดค่าปริมาณของแข็งของระบบ เป็นจำนวน 4 ครั้ง พบว่าในเงื่อนไขที่ 1 และเงื่อนไขที่ 2 มีค่าปริมาณของแข็งในช่วงแรกใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 1,000 – 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเงื่อนไขที่ 3 มีค่าปริมาณของแข็งสูงสุดเท่ากับ 1,520 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไประบบเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์เมทาโนเจน จึงทำให้สารอินทรีย์ที่มีความเป็นของแข็งสูงมีแนวโน้มลดลง โดยค่าปริมาณของแข็งในเงื่อนไขที่ 1 และเงื่อนไขที่ 3 มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 500 – 700 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในเงื่อนไขที่ 2 นั้นค่าปริมาณของแข็งมีการเปลี่ยนแปลงน้อย เนื่องจากในระบบไม่มีจุลินทรีย์เมทาโนเจนที่ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อทำให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าปริมาณของแข็งของระบบ

4. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับมูลโค โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขที่ 1 หมักมูลโคเพียงอย่างเดียว เงื่อนไขที่ 2 หมักต้นกล้วยที่ปรับสภาพเบื้องต้นเพียงอย่างเดียว และเงื่อนไขที่ 3 หมักรวมกันระหว่างต้นกล้วยที่ปรับสภาพกับมูลโค ภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เป็นเวลา 20 วัน พบว่าเงื่อนไขที่ 3 มีปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.87 ลิตร และมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 58.4 กล่าวได้ว่าต้นกล้วยที่ผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นนั้นซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของก๊าซชีวภาพที่หมักร่วมกับมูลโคได้

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จรพรรณ นิรัญศิลป์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ น.ท. ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์ ศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียมและพลังงานทหาร ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินการทดลอง และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับบทความงานวิจัยที่ไม่ได้กล่าวถึง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน นครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *โครงการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา : <http://www.erd.cmu.ac.th/cstr-grasse/>, เข้าดูเมื่อวันที่ 31/03/2558.
- [2] สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. *วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา : http://www.acfs.go.th/warning/view_Knowledge.php?id=13, เข้าดูเมื่อวันที่ 31/03/2558.
- [3] สถาบันพลังงาน มช. *เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ - ก๊าซชีวภาพ และการนำไปใช้ประโยชน์*, [ระบบออนไลน์],

แหล่งที่มา : http://biogas.erd.or.th/biogasTech_sub_adv.php, เข้าดูเมื่อวันที่ 31/03/2558.

- [4] ธัญญรัตน์ คงขุนเทียน. วัสดุเหลือทิ้งการเกษตรและอุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, *โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบภาคการเกษตรด้วยการพัฒนาเส้นใยธรรมชาติสู่อุตสาหกรรม*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตราชบุรี.
- [5] ชนกพร วงษ์วันและ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์. การผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักร่วมของต้นข้าวโพดที่ปรับสภาพเบื้องต้นร่วมกับของเสียกลีเซอริน, *การประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- [6] Zhang C, Li J, Liu C, Liu X, Wang J, Li S, Fan G, Zhang L. Alkaline pretreatment for enhancement of biogas production from banana stem and swine manure by anaerobic codigestion. *Bioresour Technol* 2013; **149**: 353-358.
- [7] ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์ (2555). *คู่มือแนะนำการติดตั้งและใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์, กองพลังงานทดแทน (ส่วนแยก จ.เชียงใหม่) กรมการพลังงานทหาร*, หน้า 2-22.
- [8] วิภาดา ศิริอนุสรณ์ศักดิ์, ปิยะภา หิรัญพัทรวงศ์, สุภาวค์ จุฬาลักษณ์านุกูลและ วรวุฒิ จุฬาลักษณ์านุกูล. การหาความเข้มข้นยูเรียที่เหมาะสมในมันสำปะหลังร่วมกับมูลโคเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ, *การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [9] กิตติชัย ปัญญารมย์, ทิพย์สุดา วงศ์กาไสยและ อธิวัฒน์ บุรีวิศิษฐ์. *ผลของขนาดอนุภาคต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารอินทรีย์*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา : <http://kruvijai.files.wordpress.com/2010/11/9-eng-kittichai-add.pdf>, เข้าดูเมื่อวันที่ 9/4/2558.

การศึกษาการเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค

Comparative study of biogas production from organic waste by EM and methane former bacteria from cow dung

อานนท์ พงษ์ขาว^๑, นฤมล จีปวน^๑ ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์^๒ และ รจพรธณ นิรัญศิลป์^{๑*}

^๑ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อยู่เลขที่ ๖๓ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ๕๐๒๙๐
^๒ ศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียม และพลังงานทหาร กรมการพลังงาน ที่อยู่เลขที่ ๕๑ ถนนโชตนา ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

*ผู้ติดต่อ: sei-ew-tutor@hotmail.com โทรศัพท์ ๐ ๕๓๓๓ ๓๑๙๔, เบอร์โทรสาร ๐ ๕๓๘๗ ๘๓๓๓

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จากกระบวนการหมักในสภาวะไร้อากาศกับจุลินทรีย์อีเอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค ในถังหมักขนาด ๒๐ ลิตร ระยะเวลาการหมัก ๑๐ วัน ในสภาวะไร้อากาศ ภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ทำการหมักแบบกะ (Batch) วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการแทนที่ของน้ำ โดยแบ่งเงื่อนไขการทดลองเป็น ๓ เงื่อนไข ได้แก่ มูลโคกับเศษอาหารในอัตราส่วน ๑:๑ อีเอ็มกับเศษอาหารในอัตราส่วน ๑:๑ และมูลโค อีเอ็ม และเศษอาหารในอัตราส่วน ๑:๑:๒ จากผลการศึกษาพบว่า ในเงื่อนไขการทดลองที่ ๓ การหมักร่วมกันระหว่างมูลโค อีเอ็ม และเศษอาหาร มีผลผลิตก๊าซชีวภาพต่อวันมากที่สุด คือ ๓.๘๖ ลิตร/วัน ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุดประมาณ ๒๒.๙๙ ลิตร เมื่อนำไปวิเคราะห์สัดส่วนปริมาณก๊าซมีเทนมีค่าร้อยละ ๕๘.๘๑ ค่า pH อยู่ในช่วง ๕.๙-๖.๙ และประสิทธิภาพการกำจัด COD และประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งมีค่าร้อยละ ๗๑.๕๐ และ ๖๒.๗๔ ตามลำดับ

คำหลัก: ก๊าซชีวภาพ ขยะอินทรีย์ จุลินทรีย์มีเทน จุลินทรีย์อีเอ็ม

Abstract

This research is to study the production of biogas from anaerobic digestion process of organic waste by using effective microorganisms (EM) comparison with methane producing microbes from cow manure. The digester sizing is 20 liter and the anaerobic fermentation in the ambient temperature has a period for 10 days. In each fermentation batch, the biogas volume is measured by using the water replacement method. The experiment has three conditions, including of cow dung with food scraps in a 1: 1 EM and food waste in the ratio of 1: 1 and cow dung with EM and food waste in the ratio 1: 1: 2. The experimental results show that the condition 3 provides the maximum biogas production about 3.86 liters per day. The accumulation biogas volume is 22.99 liters. The results of biogas analysis show the proportion of methane is equivalent 58.81 percent, pH in the range 5.9 to 6.9, and the efficiency of COD removal and efficiency solid percentage, 71.50 and 62.74 respectively.

Keywords: Biogas, Organic waste, Microbial methane, EM.

๑. บทนำ

ความต้องการใช้พลังงานของประชากรที่เพิ่มมากขึ้นนับเป็นปัญหาใหญ่ และในปัจจุบันมีผลกระทบรุนแรงต่อการพัฒนาของประเทศมากขึ้น ในขณะที่พลังงานหลักมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น โดยน้ำมันถือเป็นพลังงานที่มีการใช้มากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง อันดับที่สองคือ ก๊าซธรรมชาติ รองลงมาคือถ่านหิน [๑] จากการศึกษาการคาดการณ์ของกระทรวงพลังงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั่วโลกจะมีสัดส่วนการใช้น้ำมันอยู่ที่ร้อยละ ๓๗ ก๊าซธรรมชาติร้อยละ ๒๗ ถ่านหินร้อยละ ๒๕ พลังงานหมุนเวียนร้อยละ ๘ และพลังงานนิวเคลียร์ร้อยละ ๓ ซึ่งหากโลกยังคงมีการใช้พลังงานฟอสซิลในอัตราที่สูงเช่นในปัจจุบัน โดยไม่มีการค้นหาแหล่งผลิตพลังงานเพิ่มเติม เราจะมีน้ำมันใช้ได้อีกประมาณ ๓๐ ปี ก๊าซธรรมชาติ ๕๐ ปี ถ่านหินประมาณ ๒๐๐ ปี แน่แน่นอนว่าจะส่งผลกระทบต่ออย่างมหาศาลกับคนทั้งโลก [๒] พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนจึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งที่จะแก้ปัญหาวิกฤตการณ์ด้านการใช้พลังงาน

พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานทดแทนที่ได้จากแหล่งที่สามารถนำมาหมุนเวียนใช้โดยไม่มีวันหมด และยังเป็นพลังงานสะอาด ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [๓] ได้แก่ พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานจากขยะมูลฝอย พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ เป็นต้น

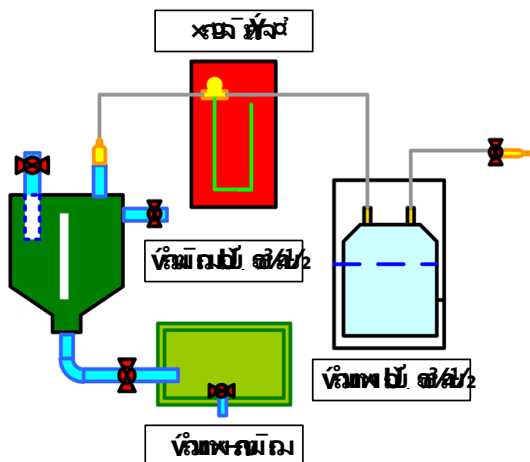
พลังงานเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ หรือไบโอแก๊ส (Biogas) เป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมในประเทศไทย เนื่องจากสามารถผลิตได้จากของเหลือทิ้งทางการเกษตร และขยะอินทรีย์จากบ้านเรือน [๔] มาผ่านกระบวนการหมักและย่อยสลายโดยมีกลุ่มแบคทีเรียที่เรียกว่าแบคทีเรียไร้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) ทำงานหรือเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) สารอินทรีย์จะประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่เมื่อผ่านการย่อยสลายสารอินทรีย์จะถูก

ย่อยสลายเป็นโมเลกุลที่เล็กและเกิดการสร้างเป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สอื่นๆ บางชนิด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน ไอน้ำ ไฮโดรเจน ออกซิเจน [๕] การผลิตก๊าซชีวภาพดังกล่าวข้างต้น สามารถผลิตได้จาก วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มูลสัตว์ เศษขยะอินทรีย์ เป็นต้น [๖] ประกอบกับในปัจจุบันขยะเป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และกำลังกลายเป็นปัญหาสำคัญสำหรับสังคมไทย โดยขยะที่ส่งผลกระทบต่ออย่างมากประเภทหนึ่ง คือขยะอินทรีย์ที่เหลือทิ้งจากการบริโภคในแต่ละวัน ซึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ [๗] จึงมีความพยายามในการนำขยะอินทรีย์เข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นพลังงานทดแทน โดยใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งที่ผ่านมาการผลิตก๊าซชีวภาพในครัวเรือนที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ได้รับความนิยมน้อยลง แต่จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ยังมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ระบุว่าก๊าซชีวภาพควรมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทน ๕๐-๗๐% [๖] ดังนั้นจึงมีความพยายามทดลองและวิจัยในหลายวิธีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพดังกล่าว ประกอบกับจากการศึกษาทฤษฎีของก๊าซชีวภาพพบว่าตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญในการย่อยสลายคือจุลินทรีย์ [๘] โดยปกติในระบบก๊าซชีวภาพมีจุลินทรีย์จากมูลสัตว์เป็นหัวเชื้อตั้งต้นในการผลิตก๊าซ เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม Methanogen ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างก๊าซมีเทน และเมื่อนำมาหมักร่วมกับเศษขยะอินทรีย์ มักพบปัญหาเรื่อง การมีกลิ่นเหม็นที่ส่งผลกระทบต่อมลภาวะทางอากาศ การคิดค้นจุลินทรีย์ที่สามารถช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ และสามารถบำบัดน้ำเสียรวมถึงกลิ่นได้ อย่างจุลินทรีย์ประเภทอีเอ็ม นับเป็นการคิดค้นที่น่าสนใจ โดยพบว่าจุลินทรีย์จากอีเอ็มประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ [๘] สามารถนำมาพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพ ดังเช่นงานวิจัยของสุริยะ สะวานนท์ และสมชัย จันทร์สว่าง (๒๕๕๐) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบการย่อยสลายมูลสุกรด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มกับจุลินทรีย์ผลิตมีเทน พบว่ามูล

สุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มเมื่อนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ ถ้าในระบบมีจุลินทรีย์ผลิตมีเทนอยู่ก่อนจะสามารถผลิตแก๊สได้ดีกว่ามูลสุกรปกติแต่มีปริมาณมีเทนต่ำกว่า ถ้าในระบบไม่มีจุลินทรีย์ผลิตมีเทนอยู่ก่อน ระบบจะเสียภาวะสมดุลทำให้ผลิตก๊าซชีวภาพได้น้อย และมีปริมาณมีเทนต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ต่ำ[๑๐] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจการนำจุลินทรีย์อีเอ็มมาใช้หมักร่วมกับสารอินทรีย์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพที่ส่งเสริมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

๒. วิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยนี้เป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้งานวิจัยสำเร็จตามขอบเขตเงื่อนไขที่วางไว้ คือ ชุดทดสอบระบบหมักก๊าซชีวภาพขนาด ๒๐ ลิตรที่มีต้นแบบมาจากชุดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด ๒,๐๐๐ ลิตร [๑๑] ที่ติดตั้งภายในบ้านพักราชการของศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียม และพลังงานทหาร กรมการพลังงานทหาร เป็นหน่วยงานในส่วนของงานบริการและวิจัยด้านพลังงานโดยส่งเสริมให้บุคลากรในหน่วยงานคัดแยกเศษอาหารเหลือทิ้งภายในครัวเรือน เพื่อนำมาผ่านกระบวนการย่อยสลายผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ และหมุนเวียนนำกลับไปใช้งาน เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพการเกิดก๊าซชีวภาพโดยมีจุลินทรีย์มีเทนจากมูลโค และจุลินทรีย์อีเอ็มเป็นหัวเชื้อตั้งต้นหมักร่วมกับเศษอาหาร มีการออกแบบเบื้องต้นดังนี้



รูปที่ ๑ ชุดแบบจำลองอุปกรณ์ระบบหมักก๊าซชีวภาพขนาด ๒๐ ลิตร

๒.๑ วัสดุสำหรับสร้างชุดทดสอบขนาด ๒๐ ลิตร

งานวิจัยนี้ ผู้ทำวิจัยได้ให้ความสนใจและเล็งเห็นประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยสร้างเป็นส่วนประกอบต่างๆ ของชุดทดสอบระบบหมักก๊าซชีวภาพ ขนาด ๒๐ ลิตร ดังแสดงในรูปที่ ๑ ประกอบด้วยวัสดุหลักดังต่อไปนี้ (ก) ถังน้ำดื่ม ขนาด ๒๐ ลิตร (ข) ถังน้ำดื่ม ขนาด ๒๐ ลิตร ตัดปากขวดแล้ว (ค) ถังน้ำพลาสติกใส (ง) กล่องพลาสติก ดังแสดงในรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ วัสดุสร้างชุดทดสอบ

๒.๒ ขั้นตอนการประกอบชุดทดสอบระบบหมักก๊าซชีวภาพขนาด ๒๐ ลิตร

เริ่มจากประกอบส่วนถังหมัก นำถังน้ำ ๒๐ ลิตร มาเจาะรู ๔ รูบริเวณก้นถัง ฝาถัง และด้านข้างดังแสดงในรูปที่ ๓ เชื่อมต่อกับท่อ และบอลวาล์ว ต่อทางเดินของก๊าซด้วยสายลม ต่อเข้ากับบารอมิเตอร์ ที่ทำมาจากสายยางใสขนาดเล็กที่มีมาตรวัดระดับน้ำ เพื่อสำหรับสังเกตอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ ปลายอีกด้านหนึ่งจะเชื่อมกับถังน้ำ ๒๐ ลิตร ที่ตัดปากถังออก และมีลักษณะคว่ำลงในถังน้ำพลาสติกที่ใส่น้ำอยู่ดังแสดงในรูปที่ ๔



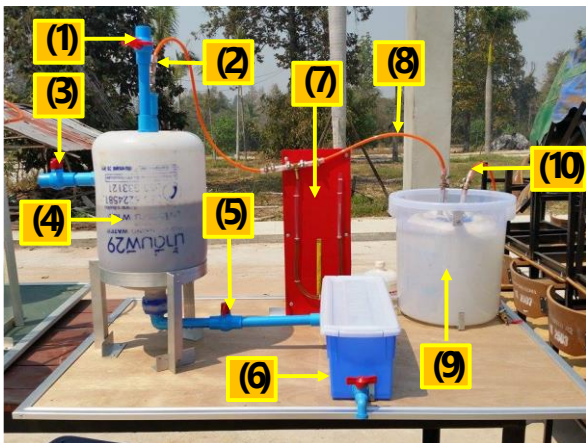
รูปที่ ๓ ตำแหน่งของการเจาะรู



รูปที่ ๔ ลักษณะถังเก็บก๊าซชีวภาพ

๒.๓ องค์ประกอบและวาล์วภายในระบบผลิต ก๊าซชีวภาพ ๒๐ ลิตร

เมื่อผ่านขั้นตอนการประกอบชุดทดสอบระบบหมักก๊าซชีวภาพขนาด ๒๐ ลิตร จะได้ชุดทดสอบที่แสดงดังรูปที่ ๕ ซึ่งจะบ่งบอกตำแหน่ง ลักษณะ หน้าที่ และการเชื่อมโยงการทำงานของระบบ โดยเริ่มจากการเติมวัสดุหมักผ่านทางวาล์วเติมเศษอาหาร (๑) หมักในถังหมักขนาด ๒๐ ลิตร (๔) เมื่อมีก๊าซเกิดขึ้น ก๊าซจะดันตัวไหลออกจากถังหมักผ่านวาล์วปล่อยก๊าซ (๒) ไปยังถังเก็บก๊าซ (๘) โดยสังเกตได้จากความต่างระดับของน้ำในบารอมิเตอร์ (๗) เมื่อสิ้นสุดระบบการกักเก็บของเสียจะถูกปล่อยทิ้งออกทางวาล์วน้ำทิ้ง (๕) ที่เชื่อมต่อกับถังเก็บน้ำหมัก (๖) เพื่อนำน้ำหมักไปใช้ประโยชน์ต่อไป



รูปที่ ๕ ชุดทดสอบระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด ๒๐ ลิตร

- | | |
|----------------------|--------------------|
| ๑. วาล์วเติมเศษอาหาร | ๒. วาล์วปล่อยก๊าซ |
| ๓. วาล์วน้ำล้าง | ๔. ถังหมัก |
| ๕. วาล์วน้ำทิ้ง | ๖. ถังเก็บน้ำหมัก |
| ๗. บารอมิเตอร์ | ๘. สายทางเดินก๊าซ |
| ๙. ถังเก็บก๊าซ | ๑๐. วาล์วปล่อยก๊าซ |

๒.๔ วัสดุหมักที่ใช้ในการทดลอง

ได้แก่ สารอินทรีย์ที่อยู่ในกระบวนการหมักแบบไร้อากาศดังแสดงในรูปที่ ๖ ประกอบด้วย

- มูลโค เป็นมูลโคสดซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก คณะสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ มีค่า pH เท่ากับ ๗.๗

- อีเอ็มจากการหมักผลไม้ ประกอบด้วยสับปะรด มะละกอ กากน้ำตาล หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) ชนิดน้ำ และน้ำสะอาด หมักทิ้งไว้ประมาณ ๑ เดือน มีค่า pH เท่ากับ ๕.๔

- เศษขยะอินทรีย์ เป็นขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารที่เหลือทิ้งจากครัวเรือน มาทำการลดขนาดด้วยการบดให้มีขนาดเล็กลง โดยคัดแยกเอาของแข็งที่ไม่สามารถนำเข้าเครื่องบดได้ทิ้งไป เช่น เศษไม้ เศษพลาสติก กระดุกหมู และเปลือกผลไม้ที่แข็ง มีค่า pH เท่ากับ ๖.๔



รูปที่ ๖ สารอินทรีย์

๒.๕ ขั้นตอนการทดลอง

การศึกษาการเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น ๓ เงื่อนไขการทดลอง โดยกระบวนการหมักแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch fermentation) ดังนี้

เงื่อนไขที่ ๑ การหมักจุลินทรีย์มูลโคร่วมกับเศษอาหารในอัตราส่วน ๑: ๑

เงื่อนไขที่ ๒ การหมักจุลินทรีย์อีเอ็มร่วมกับเศษอาหารในอัตราส่วน ๑: ๑

เงื่อนไขที่ ๓ การหมักจุลินทรีย์มูลโคและจุลินทรีย์อีเอ็มร่วมกับเศษอาหารในอัตราส่วน ๑: ๑: ๒

เดินระบบการหมักเป็นเวลา ๑๐ วัน และทำการทดลองซ้ำ ๒ ครั้ง เริ่มเก็บข้อมูลเมื่อถึงปฏิกิริยามีปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น พร้อมกับวัดค่าพารามิเตอร์ และทำการเก็บก๊าซชีวภาพด้วยวิธีการแทนที่ของน้ำ [๑๑],[๑๒]

๓. ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการ ทดลองการศึกษาการเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม

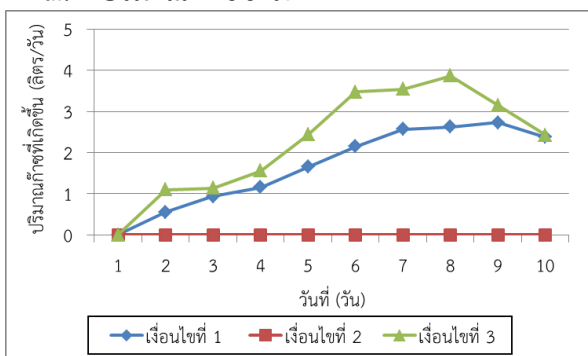
เอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค ในชุดทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ ๕ เป็นระยะเวลา ๑๐ วัน ภายใต้ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (๓๐-๓๘ องศาเซลเซียส) มีผล และวิเคราะห์การทดลองดังนี้

๓.๑ อุณหภูมิในการเดินระบบ

อุณหภูมิมีผลต่อจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก โดย อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือปฏิกิริยาทาง ชีวเคมีของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิ [๑๓] (Grady et al., ๑๙๙๙) ได้รายงานในช่วงอุณหภูมิ ๑๐

องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ยังสามารถทำงานได้ แต่ ประสิทธิภาพต่ำ และค่าแนะนำต่ำสุดที่เป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ คือ ๒๐-๒๕ องศาเซลเซียส [๑๔] ใน การวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองภายใต้ อุณหภูมิ สิ่งแวดล้อม (๓๐-๓๘ องศาเซลเซียส) พบว่าอุณหภูมิมี ผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ และอัตราการผลิตก๊าซ ชีวภาพ ดังนั้นช่วงอุณหภูมิที่จุลินทรีย์จะสามารถ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ที่ประมาณ ๒๕-๓๐ องศาเซลเซียสแต่ดีที่สุดอยู่ในช่วง ๓๕-๔๐ องศา เซลเซียส เมื่อได้ทำการทดสอบช่วงเวลาตลอดทั้งวัน พบว่าช่วงเวลาประมาณ ๑๔.๐๐-๑๖.๐๐ น. เป็นช่วง ที่อุณหภูมิอยู่ภายใต้เงื่อนไขของงานวิจัยคือ ๓๐-๓๘ องศาเซลเซียส ผู้วิจัยจึงถือเอาเวลาดังกล่าวเป็นเวลา มาตรฐานที่มีช่วงอุณหภูมิสูงที่สุดของวัน ทำการวัด ปริมาณเกิดก๊าซชีวภาพทุกเงื่อนไขการทดลอง

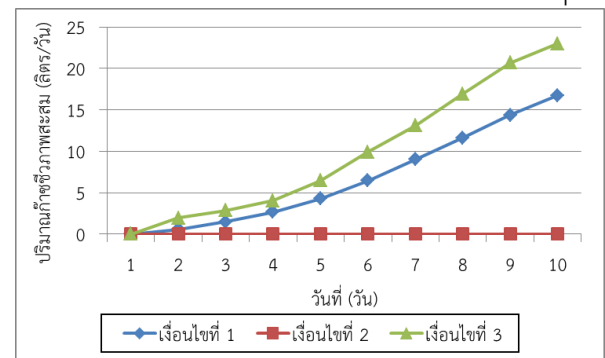
๓.๒ ปริมาณก๊าซชีวภาพ



รูปที่ ๗ ปริมาณก๊าซชีวภาพในแต่ละวัน จากรูปที่ ๗ พบว่าการเกิดก๊าซชีวภาพของ เงื่อนไขการทดลองที่ ๑ และเงื่อนไขการทดลองที่ ๓ มี ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นสูงที่สุด ๒.๗๓ ลิตร/วัน และ ๓.๘๖ ลิตร/วัน ตามลำดับ ในช่วงวันที่ ๗-๙

เพราะมี Methanogen เป็นจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ผลิต มีเทนจากมูลโคเป็นสารตั้งต้นในการเดินระบบ และยัง มีเศษขยะอินทรีย์ช่วยเร่งปฏิกิริยาในการเกิดก๊าซ ชีวภาพ แต่จุลินทรีย์ในเงื่อนไขการทดลองที่ ๒ คือ จุลินทรีย์อีเอ็ม ที่ทำหน้าที่ผลิตกรด มีบทบาทช่วยใน การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เท่านั้น

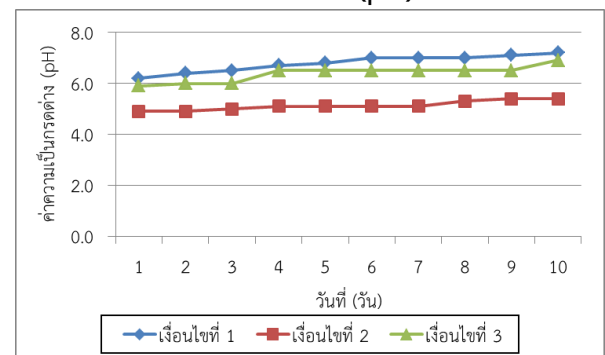
ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมรูปที่ ๘ พบว่า เงื่อนไขการทดลองที่ให้ก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด คือ เงื่อนไขการทดลองที่ ๓ การหมักจุลินทรีย์มูลโคและ จุลินทรีย์อีเอ็มร่วมกับเศษอาหาร ให้ก๊าซชีวภาพ เท่ากับ ๒๒.๙๙ ลิตร และเงื่อนไขการทดลองที่ ๑ ให้ ก๊าซชีวภาพรองลงมาเท่ากับ ๑๖.๗๓ ลิตร ส่วน เงื่อนไขการทดลองที่ ๒ ไม่พบว่ามีเกิดก๊าซใดๆ



รูปที่ ๘ ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม

ผลการศึกษ ปริมาณก๊าซชีวภาพครั้งนี้มี ความใกล้เคียงกับการศึกษาของปิยชน สังข์กลิ่นหอม (๒๕๔๕) ได้ศึกษาการบำบัดและผลิตก๊าซชีวภาพจาก ขยะอาหารด้วยระบบไร้ออกซิเจนแบบท่อไหล พบว่า มีปริมาณก๊าซชีวภาพ ๒.๕๒ ลิตร/วัน [๑๖]

๓.๓ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)



รูปที่ ๙ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

จากการศึกษาค่า pH ของวัสดุหมักในเงื่อนไข การทดลองที่ ๑ และเงื่อนไขการทดลองที่ ๓ มีค่า pH เริ่มต้นในระบบใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง ๕.๙-๖.๔ ซึ่งค่า

pH ดังกล่าวยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบไร้อากาศที่จุลินทรีย์สามารถทำงานได้คือช่วง ๖.๒-๗.๒ (Yadvika et al., ๒๐๐๔) [๑๗] และเมื่อเดินระบบค่า pH ของระบบจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์สร้างมีเทนมีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าจุลินทรีย์สร้างกรด [๑๓] ส่วนเงื่อนไขการทดลองที่ ๒ ค่า pH จะคงที่อยู่ในช่วง ๔.๙-๕.๔ ซึ่งเป็นช่วงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ผลิตกรด ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ผลิตมีเทน มีผลการทดลองใกล้เคียงกับการศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพจากเศษผักร่วมกับมูลสุกรรุ่นงา เนินหาด (๒๕๕๑) จากการศึกษาค่าความเป็นกรดต่างที่เกิดจากการหมักก๊าซมี ค่า pH เฉลี่ย ๕.๓ โดยระยะแรกของการหมักจะอยู่ในสถานะเป็นกรด จากนั้น ค่า pH จะค่อย ๆ สูงขึ้น โดยค่า pH ของการหมักวันที่ ๓ ถึงวันที่ ๑๒ มีค่าอยู่ในช่วง ๔.๘๒-๕.๔๗ [๑๘] และยังสามารถคล้องกับงานวิจัยของชาญ แซ่ม้า (๒๕๕๓) ทดลองผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชผักร่วมกับส่วนผสมของมูลสุกรและมูลโค ที่พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (พีเอช) ของระบบหมักอยู่ระหว่าง ๕.๕-๖.๕ [๑๙]

๓.๔ ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบ

ตารางที่ ๑ ประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบ

เงื่อนไข	COD (mg/l)		ประสิทธิภาพการกำจัด COD (%)
	COD in	COD out	
๑	๒๐,๗๒๗	๖,๓๙๑	๖๙.๑๗
๒	๑๖,๙๐๑	๑๐,๓๙๕	๓๘.๕๐
๓	๒๑,๘๑๐	๖,๒๑๕	๗๑.๕๐

จากวัดค่า COD ก่อนเข้าระบบและหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าเงื่อนไขการทดลองที่ ๓ มีประสิทธิภาพในการกำจัด COD สูงที่สุดถึงร้อยละ ๗๑.๕๐ อาจเพราะมีส่วนผสมของวัสดุหมักประเภทจุลินทรีย์อีเอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโคที่ทำงานร่วมกัน ช่วยในการย่อยสลายและช่วยบำบัดของเสีย ใกล้เคียงกับงานวิจัยของสุริยะ สะวานนท์ และสมชัย จันทร์สว่าง (๒๕๕๐) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบการย่อยสลายมูลสุกรด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มกับจุลินทรีย์ผลิตมีเทน จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของทรีทเมนต์ที่ใช้มูลสุกรผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และมี

ตะกอนผลิตมีเทนขณะเริ่มการทดลองมีประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุด แต่ทรีทเมนต์ที่ใช้มูลสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด [๑๐]

๓.๕ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งในระบบ

ตารางที่ ๒ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งในระบบ

เงื่อนไข	TSS (mg/l)		ประสิทธิภาพการกำจัด TSS (%)
	TSS in	TSS out	
๑	๒,๕๘๓	๑,๐๘๖	๕๗.๙๖
๒	๑,๙๘๕	๑,๒๖๒	๓๖.๔๒
๓	๒,๕๙๐	๙๖๕	๖๒.๗๔

จากการวัดค่าของแข็งของวัสดุหมักทั้งก่อนการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งในเงื่อนไขการทดลองที่ ๓ มีค่าสูงสุดคือร้อยละ ๖๒.๗๔ แต่เงื่อนไขการทดลองที่ ๒ พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งในระบบน้อยที่สุดคือร้อยละ ๓๖.๔๒ ดังเช่นงานวิจัยของสุริยะ สะวานนท์ และสมชัย จันทร์สว่าง (๒๕๕๐) ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบการย่อยสลายมูลสุกรด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มกับจุลินทรีย์ผลิตมีเทน จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งในระบบของทรีทเมนต์ที่ใช้มูลสุกรผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม และมีตะกอนผลิตมีเทนขณะเริ่มการทดลองมีประสิทธิภาพการกำจัดสูงสุด แต่ทรีทเมนต์ที่ใช้มูลสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด [๑๐]

๓.๖ องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

ตารางที่ ๓ องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ

เงื่อนไข	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ (%)			
	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	ก๊าซอื่นๆ
๑	๕๘.๘๑	๒๖.๕๒	๑.๒๑	๑๓.๔๖
๒	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๐.๐๐
๓	๖๐.๒๔	๒๓.๓๖	๐.๘๔	๑๕.๕๖

จากการวัดองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพพบว่าสัดส่วนของก๊าซมีเทนในเงื่อนไขการทดลองที่ ๑ และ เงื่อนไขการทดลองที่ ๓ มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ ๕๘-๖๐ แต่เงื่อนไขการทดลองที่ ๓ พบว่ามีองค์ประกอบของมีเทนในก๊าซชีวภาพสูงที่สุดคือร้อยละ ๖๐.๒๔ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของจรูญ อินเอก และคณะ (๒๕๕๓) ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบ

ยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ในอัตราส่วน ๑๕ : ๑ กิโลกรัม ในถังหมักขนาด ๑๕๐ L ภายใต้ อุณหภูมิห้อง พบว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม เกิดก๊าซชีวภาพมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบ ยางพารา และ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูล สุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ด้วย

วิธีการต้มน้ำปรากฏผลปริมาณความร้อนที่ได้จากการ หมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ให้พลังงานความร้อน มากกว่า และจากผลการตรวจสอบก๊าซที่ได้พบว่ามี ก๊าซมีเทนสูงกว่า ๖๐% ของก๊าซมาตรฐาน [๒๐] และ ยังสอดคล้องกับอาริยา วิรัชวรกุล (๒๕๔๖) ที่พบว่า การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยกระบวนการ ย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน โดยก๊าซชีวภาพผลิตได้ มีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซ มีเทน ๖๑.๒๖% [๑๕]

๔. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปรียบเทียบ การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์อี เอ็ม และจุลินทรีย์ผลิตมีเทนจากมูลโค ในถังหมัก ขนาด ๒๐ ลิตร ระยะเวลาการหมัก ๑๐ วัน ในสภาวะ ไร้อากาศ ภายใต้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (๓๐-๓๘ องศา เซลเซียส) และทำการหมักแบบไม่ต่อเนื่อง พบว่า

๑. อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่ง ปฏิกริยา ช่วยให้จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีอุณหภูมิสูงสุดของวันอยู่ใน ระยะเวลา ๑๔.๐๐-๑๖.๐๐ น. และมีอุณหภูมิลดลง ในช่วง ๓๐-๓๘ องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงที่ จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด และยังมีผลต่อการเกิดก๊าซชีวภาพอีกด้วย

๒. เงื่อนไขการทดลองที่ให้ปริมาณก๊าซ ชีวภาพที่สูงสุดเท่ากับ ๓.๘๖ ลิตร/วัน มีปริมาณก๊าซ ชีวภาพสะสมมากที่สุดเท่ากับ ๒๒.๙๙ ลิตร คือ เงื่อนไขการทดลองที่ ๓ การหมักจุลินทรีย์มูลโคและจุ ลินทรีย์อีเอ็มร่วมกับเศษอาหาร รองลงมาคือ เงื่อนไข การทดลองที่ ๑ มีปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เท่ากับ ๒.๗๓ ลิตร/วัน และมีปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม เท่ากับ ๑๖.๗๓ ลิตร

๓. ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ทั้ง ๓ เงื่อนไข การทดลองมีค่า pH เริ่มต้นในระบบใกล้เคียงกันอยู่ ในช่วง ๕.๔-๖.๔ เมื่อเดินระบบค่า pH ของระบบจะ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเมื่อสิ้นสุดการทดลองค่า pH ของระบบอยู่ในช่วง ๕.๔-๗.๒

๔. ประสิทธิภาพการกำจัด COD และ ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งของเงื่อนไขการ ทดลองที่ ๓ มีประสิทธิภาพดีที่สุด มีค่าร้อยละ ๗๑.๕๐ และ ๖๒.๗๔ ตามลำดับ

๕. สัดส่วนร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทนที่ ผลิตได้อยู่ในช่วงร้อยละ ๕๘-๖๐ แต่เงื่อนไขการ ทดลองที่ ๓ พบว่ามีองค์ประกอบของมีเทนในก๊าซ ชีวภาพสูงที่สุด คือร้อยละ ๖๐.๒๔

๕. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณแหล่ง เงินทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ที่ ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ วรรสาร บทความวิชาการทุกบทความ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รจพรรณ นิรัฐศิลป์ น.ท.ดร.ทรงวุฒิ นิรัฐ ศิลป์ หัวหน้าศูนย์ฝึกศึกษาบุคลากรด้านปิโตรเลียม และพลังงานทหาร กรมการพลังงานทหารเป็น หน่วยงานในส่วนของงานบริการ และวิจัยด้าน พลังงาน และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้านี้ที่ ไม่ได้กล่าวถึง ทำให้การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ได้ประสบ ผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

๖. สัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
CH ₄	Methane	%
CO ₂	Carbon dioxide	%
H ₂ S	Hydrogen sulfide	ppm
อักษรย่อ	ความหมาย	
COD	Chemical Oxygen Demand	
TSS	Total soluble solid	
pH	Potential of Hydrogen ion	

๗. เอกสารอ้างอิง

[๑] อธิพิพล พ่ออำมาตย์ (๒๕๕๗).ทำไมต้อง เชื้อเพลิงทางเลือก, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา

- http://thetraining-pro.blogspot.com/๒๐๑๔/๑๑/blog-post_๒.html, เข้าดูเมื่อวันที่ ๐๒/๑๑/๒๕๕๗.
- [๒] กษิติศ เสนะวงศ์ (๒๕๕๖). สถานการณ์พลังงาน , [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.peaencom.com/articles/๔๒๑๓๗๔๖.html>, เข้าดูเมื่อวันที่ ๐๔/๐๕/๒๕๕๗
- [๓] Thawatch Kerdchuen. (๒๐๑๓). Renewable Energy in Thailand: Opportunity and Technology Allocation. *Electrical Engineering Thesis Rajamangalla University of Technology Isan: Nakhoratchasima.*
- [๔] Energy Saving (๒๕๕๗). ถังหมักก๊าซชีวภาพขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน สถานประกอบการ และชุมชน , [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=๑๐&n=๑๑๙&cno=๖๔๖๓>, เข้าดูเมื่อวันที่ ๒๙/๑๐/๒๕๕๗.
- [๕] Kapdi S.S and Vijay V.K. (๒๐๐๕), Biogas scrubbing, compression and storage: perspective and prospectus in Indian context. *Renew Energy*, val. ๓๐, pp.๑๑๙๕-๑๒๐๒
- [๖] กฤตภาส สิงคิบุตร วิชชากร จารุศิริ และปฐมทัศน์ จิระเดชะ (๒๕๕๔). การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารในมหาวิทยาลัย, วารสารวิจัยพลังงาน, ปีที่ ๘ ฉบับที่ ๓, หน้า๒๖-๓๒.
- [๗] กรมควบคุมมลพิษ (๒๕๕๐), สถานิติบัญญัติแห่งชาติ (สนช.) ๙ พฤษภาคม.
- [๘] กนกวรรณ สะโน (๒๕๕๗). น้ำหมักชีวภาพ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://EMballbykanokwan.blogspot.com>, เข้าดูเมื่อวันที่ ๗/๐๖/๒๕๕๗
- [๙] ประดับรัฐ ประจันเขตต์ (๒๕๕๔). การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganism, EM) เพื่อการบำบัดน้ำเสียล้นภาวะน้ำท่วม, *วิทยานิพนธ์*, สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- [๑๐] สุริยะ สะวานนท์ และสมชัย จันทร์สว่าง (๒๕๕๐). การศึกษาการเปรียบเทียบการย่อยสลายมูลสุกรด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มกับจุลินทรีย์ผลิตมีเทน, *ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์*
- [๑๑] ทรงวุฒิ นิรัฐศิลป์ (๒๕๕๕). คู่มือแนะนำการติดตั้งและใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์, งานบริการและวิจัยด้านพลังงาน, ศูนย์ฝึกศึกษาศุเคราะห์ด้านปิโตรเลียม และพลังงานทหาร กรมการพลังงานทหาร, หน้า ๒-๒๒.
- [๑๒] สมฤดี ฤทธิ์ยากุล (๒๕๕๑). ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ และผลพลอยได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา, *วิทยานิพนธ์*, สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- [๑๓] จุรีย์ ช่วยชาติ (๒๕๕๓). การผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนดีแคแเตอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับมูลสุกร, *โรงเรียนบ้านคลองโตน จังหวัดตรัง*
- [๑๔] Grady C.P., Daigger G.T. and Lim H.C. (๑๙๙๙), *Biotechnology Wastewater Treatment New York: Margel Dekker, Inc*
- [๑๕] อริยา วิรัชวรกุล (๒๕๔๖), การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยกระบวนการย่อยสลายแบบสองขั้นตอน, *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ*
- [๑๖] ปิยชน สังข์กลิ่นหอม (๒๕๔๕), ศึกษาการบำบัดและผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอาหารด้วยระบบไร้ออกซิเจน แบบท่อไหล, *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ*
- [๑๗] Yadvika, Santosh, Sreekrishnan, T.R., Kohli, S. and Rana, V (๒๐๐๔), Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques – a review. *Bioresource Technology*. vol ๙๕ page ๑-๑๐.

[๑๘] รุ่งนภา เนินหาด (๒๕๕๓). การศึกษาการผลิตแก๊สชีวภาพจากเศษผักร่วมกับมูลสุกร, โรงเรียนดัดดรุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา

[๑๙] นายชาญ แซ่ม้า (๒๕๕๓), การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชผักร่วมกับส่วนผสมของมูลสุกรและมูลโค, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[๒๐] จริญญา อินเอก อำไพ กลับทับลังค์ และ ชีระพันธ์ จุลแก้ว (๒๕๕๓), การศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม, สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์

A Performance Testing of All Glass Heat Pipe Solar Collector

กฤติเดช ดวงใจบุญ¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

46 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: keng_gt@yahoo.com, 0 2878 5035

บทคัดย่อ

เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาการใช้เครื่องน้ำอุ่นไฟฟ้าในภาคธุรกิจบริการและภาคอุตสาหกรรม โดยพัฒนาให้โซลิตไปป์ที่สร้างขึ้นจากหลอดแก้วสุญญากาศเป็นหน่วยกลไกการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ พบว่าสามารถผลิตน้ำร้อนได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 59 °C ที่ปริมาณ 316 ลิตร/วัน และมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ระหว่าง 17.0% - 78.1% เมื่อประเมินผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ สามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าลงได้ 2,741.15 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 10,964.60 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุน 3.19 ปี

คำหลัก: เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ระยะเวลาคืนทุน

Abstract

The purpose of this research is to study the economical solar collector which was built to save energy and reduce cost through water heater for local service and industrial sectors. The development, use of heat pipe vacuum created by the glass tube, is the mechanism of heat transfer. The experiments showed that this equipment can produce a high-temperature water of 59 °C and a quantity of hot water at 316 Litre/day with thermal efficiency between 17.0% - 78.1% respectively. In economical point of view, the internal rate of return, the power consumption by using the economical solar collector can be decreased into 2,741.15 kWh/year, saving cost 10,964.60 baht/year with payback period of approximately 3.19 year.

Keywords: Solar Collector Thermal Efficiency Payback Period

1. บทนำ

การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการเปลี่ยนรูปพลังงานมาเป็นน้ำร้อนนั้น ประเทศไทยมีรูปแบบและเทคโนโลยีต่างๆ ในการผลิตน้ำร้อนมากมาย ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละแบบนั้นมีข้อดี ข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ทั้งในส่วนของประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายในการลงทุนระบบฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปแบบการใช้งาน ดังนั้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะดำเนินการศึกษาวิจัยสมรรถนะของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ที่เป็นเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ประเภทหนึ่ง ที่มีการนำอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบฮีทไปป์ (Heat Pipe) มาใช้เป็นกลไกในการถ่ายเทความร้อนสำหรับเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะสามารถนำคุณลักษณะที่ได้จากเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ มาใช้เป็นแนวทางในการนำมาใช้งานต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- ศึกษาแนวทางในการนำเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์สำหรับประเทศไทย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

- การทดลองศึกษาวิจัย

สำหรับการทดลองศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ ซึ่งเป็นเครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบใหม่และมีจำหน่ายในท้องตลาดของไทย โดยการทดลองนั้นจะออกแบบให้มีการหมุนเวียนน้ำร้อนในแผงรับรังสีอาทิตย์ด้วยการบังคับ (Active Circulation) เมื่ออุณหภูมิของน้ำร้อนได้ตามที่กำหนดเป็นเงื่อนไข

ในการออกแบบการทดลองศึกษาวิจัย หาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ จะดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ติดตั้งเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์วางราบกับพื้นและทำมุมเอียงกับพื้นประมาณ 60 องศา หันหน้าไปทางทิศใต้
- 2) ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิตั้งตำแหน่งต่อไปนี้
 T_i คือ อุณหภูมิน้ำที่ทางเข้าเครื่องผลิตน้ำร้อนฯ
 T_o คือ อุณหภูมิน้ำที่ทางออกเครื่องผลิตน้ำร้อนฯ
 T_a คือ อุณหภูมิของอากาศแวดล้อม
 T_s คือ อุณหภูมิน้ำร้อนที่ถังเก็บ
- 3) เติมน้ำเข้าไปในเครื่องฯ จากนั้นจึงทำการทดลองและทำการวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ T_i, T_o, T_a และ T_s ทุกชั่วโมงตั้งแต่เวลา 9.00 ถึง 16.00 น. ของวันที่ทำการทดลอง
- 4) วัดและบันทึกอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องผลิตน้ำร้อนฯ ทุกชั่วโมงตั้งแต่เวลา 9.00 ถึง 16.00 น. ของวันที่ทำการทดลอง
- 5) วัดและบันทึกค่ารังสีอาทิตย์ (I_t) ทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 9.00 ถึง 16.00 น. ของวันที่ทำการทดลอง
- 6) กำหนดอุณหภูมิของน้ำร้อนจากชุด Thermo stat คงที่คือ $60\text{ }^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 1 เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์

4. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ในขั้นตอนการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง จะทำการนำข้อมูลที่เก็บได้จากการทดลองมาบันทึก ลงตาราง แล้วมาคำนวณและวิเคราะห์ผลต่อเพื่อหา ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องผลิตน้ำร้อน แสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ รวมทั้งสรุปผลการ ทดลองทั้งในแง่ข้อดี ข้อเสีย ข้อแนะนำในการใช้งาน และข้อเสนอแนะเบื้องต้น เพื่อนำไปปรับปรุงการใ้ งานในอนาคตต่อไป ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาหาค่า ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบ ออลกลาสซีทไปป์ โดยประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η_{th}) ของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มี ราคาประหยัด มีค่าเท่ากับอัตราส่วนของปริมาณความ ร้อน ที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ บนแผงรับรังสีอาทิตย์หาได้จากสมการ (1) [4] ซึ่งใช้ สำหรับเฉพาะกรณีที่พิจารณาเป็นระบบปิด

$$\eta_{th} = \frac{Q_u}{I_t A_c} \quad (1)$$

ปริมาณความร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์ (Q_u) ที่ได้ จากเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีท ไปป์ หากพิจารณาเฉพาะในระบบปิดคือ มวลของน้ำ ภายในระบบคงที่ แต่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลา ผ่านไปถ้าได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถหาได้จาก สมการ (2) [4]

$$Q_u = \frac{MC_w(T_o - T_i)}{\Delta t} \quad (2)$$

2) ทำการประเมินผลตอบแทนทางด้าน เศรษฐศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดในรูปของ

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ซึ่งจะทำการหา ระยะเวลาคืนทุนเมื่อเทียบกับเงินลงทุนในการสร้าง เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ จากสมการ (3) [4]

$$\frac{\text{เงินลงทุนเครื่องผลิตน้ำร้อนฯ (บาท)}}{\text{เงินที่ประหยัดพลังงานได้ (บาท/ปี)}} \quad (3)$$

3) สมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณมีดังต่อไปนี้

- ประสิทธิภาพ Heater มีค่าเท่ากับ 95%
- ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.00 บาท/kWh
- จำนวนวันใช้งานเท่ากับ 300 วัน/ปี

5. ผลการศึกษาวิจัย

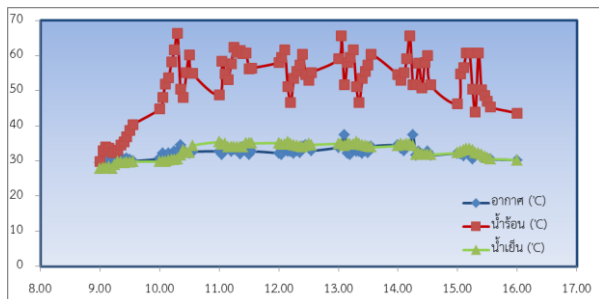
5.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

ในการทดลองวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่อง ผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ ได้ทำ การเก็บข้อมูลค่าอัตราการไหลของน้ำร้อนที่ผลิตได้ ค่า รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิน้ำขาเข้า น้ำกลางแผง และ น้ำขาออก ดังรูปที่ 4.2-4.4 ตั้งแต่เวลา 9.00 - 16.00 น. เก็บข้อมูลทุกช่วง 5 นาที และสรุปข้อมูลออกมา เป็นรายชั่วโมง โดยตั้งอุณหภูมิของน้ำร้อนจากชุด Thermo stat คงที่คือ 60 °C

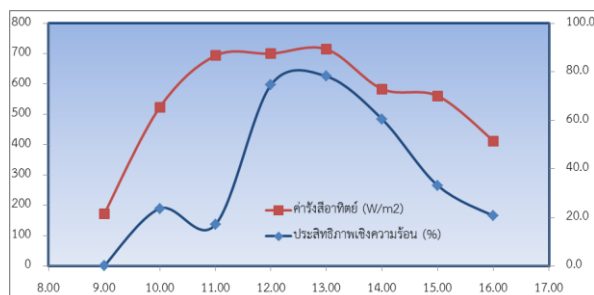
ซึ่งจากผลการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องผลิต น้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ สามารถ เขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีดวง อาทิตย์ อุณหภูมิของน้ำ ณ จุดต่างๆ ประสิทธิภาพเชิง ความร้อนดังรูปที่ 2-3

จากการทดลองที่ผ่านมา พบว่าอุณหภูมิ ของน้ำในแผงเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออล กลาสซีทไปป์ มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อค่ารังสีดวงอาทิตย์ เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงช่วงอุณหภูมิที่ Thermostat ตั้งไว้ ปัมสูบน้ำจะสูบน้ำเย็นเข้าไปแทนที่น้ำร้อนใน

แผงรับแสงอาทิตย์ส่วนน้ำร้อนจะถูกผลักดันไปพักที่ถังน้ำร้อนต่อไป เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนกระทั่งเมื่อเวลาผ่านไปจนถึงช่วงบ่ายที่ค่ารังสีดวงอาทิตย์เริ่มลดลง อุณหภูมิของน้ำในแผงรับแสงอาทิตย์ก็จะต่ำลงตามไปด้วย ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในช่วงเวลา 14.00 น. ถึง ช่วง 16.00 น. ที่เป็นช่วงเวลาสุดท้ายในการเก็บข้อมูล ค่าอุณหภูมิน้ำมีทิศทางลดต่ำลง ตามค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ลดลง สาเหตุเกิดจากเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ที่ทำการทดลองไม่มีการหุ้มฉนวนและเวียนน้ำไปเก็บไว้ในถังน้ำร้อน หลังจากค่ารังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำในช่วงเวลาดังกล่าว อุณหภูมิของอากาศแวดล้อมก็ลดต่ำลงด้วย ส่งผลให้เกิดความสูญเสียความร้อนจากเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ต่ำสู่อากาศแวดล้อม อุณหภูมิน้ำจึงลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีดวงอาทิตย์และอุณหภูมิน้ำ ณ จุดต่างๆ



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน

สำหรับค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ที่วิเคราะห์ได้จากผลการทดลองข้างต้น พบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่า 17.0% - 78.1% ซึ่งค่านี้จะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงที่ปั๊มสูบน้ำทำงานในช่วงที่ค่ารังสีอาทิตย์มีค่าสูงในช่วง 12.00 - 13.00 น. เท่านั้น เนื่องจากในช่วงนี้ค่ารังสีอาทิตย์มีความเข้มเพียงพอที่จะให้น้ำในแผงรับแสงอาทิตย์ร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าการทดลองสามารถผลิตน้ำร้อนได้ 316 ลิตร/วัน

5.2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ โดยทำการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดในรูปของระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ซึ่งจะทำให้การหาระยะเวลาคืนทุนเมื่อเทียบกับเงินลงทุนในการสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ ซึ่งจากข้อมูลผลทดลองสามารถหาค่าระยะเวลาคืนทุนได้โดยใช้สมมติฐานดังต่อไปนี้

พลังงานจากน้ำร้อนที่ผลิตได้	25.7	MJ/วัน
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้า	7.1	kWh/วัน
ประสิทธิภาพของ Heater ไฟฟ้า	95	%
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าประหยัดได้	7.5	kWh/วัน
จำนวนวันใน 1 ปี	365	วัน/ปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	4.0	บาท/kWh
คิดเป็นไฟฟ้าที่ประหยัดได้	2,741.2	kWh/ปี
คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้	10,964.6	บาท/ปี
เงินลงทุนเครื่องทำน้ำร้อนนา	35,000.0	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	3.19	ปี

6. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

1) ค่ารังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นและสูงสุด ณ ช่วงเวลา 11.00 - 13.00 น. และจะลดต่ำลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยค่ารังสีดวงอาทิตย์มีค่าอยู่ระหว่าง $171 - 714 \text{ W/m}^2$

2) อุณหภูมิน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่ารังสีดวงอาทิตย์ โดยอุณหภูมิน้ำจะมีค่าสูงขึ้นตามค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น และจะมีค่าสูงสุดเมื่อค่ารังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเช่นกัน ซึ่งอุณหภูมิน้ำที่เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ ทำได้สูงสุดในวันที่ทำการทดลองมีค่า $59 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3) ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ จะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน $17.0\% - 78.1\%$ ซึ่งค่านี้จะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงที่ปั๊มสูบน้ำทำงานในช่วงที่ค่ารังสีอาทิตย์มีค่าสูงในช่วง 12.00 - 13.00 น. เท่านั้น เนื่องจากในช่วงนี้ค่ารังสีอาทิตย์มีความเข้มเพียงพอที่จะให้น้ำในแผงรับแสงอาทิตย์ร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ซึ่งจากการทดลองพบว่า การทดลองในวันนี้สามารถผลิตน้ำร้อนได้ 316 ลิตร/วัน

4) ผลประหยัดพลังงานที่ประเมินได้จากเครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ เทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับ Heater ไฟฟ้า ในการทำน้ำร้อนได้มีค่าระหว่าง 2,741.15 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 10,964.60 บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ระหว่าง 3.19 ปี

6.2 ข้อเสนอแนะ

การปรับลดอุณหภูมิของเทอร์โมสแตทให้ต่ำลง จะทำให้ปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามไปด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท เอ็นเนอร์ยี่ วัน จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องผลิตน้ำร้อนแสงอาทิตย์แบบออลกลาสซีทไปป์ที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] A. D. Duffie and W. A. Beckman, "Solar Engineering of Thermal Processes, 1991, 2nd Edition, Wiley, New York.
- [2] จอมภพ แวศักดิ์, การหาสมรรถนะเชิงความร้อนของตัวรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบที่ติดตั้งบนหลังคา, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17, หน้า 15-17 ตุลาคม 2546, จังหวัดปราจีนบุรี
- [3] เบญจมาศ ปุ้ยอ็อก และวิทยา ยงเจริญ, การหาประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศ, การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, 23-25 พฤษภาคม 2550, โรงแรมใบหยกสกาย จังหวัดกรุงเทพฯ
- [4] จงจิตร หิรัญลาภ, เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 23 ฉบับที่ 3, หน้า 109-119, กันยายน - ธันวาคม 2543
- [5] Chaurasia, P.B.L., 1990, "Solar Water Heating from Natural Surfaces," Journal of Energy, Heat and Mass Transfer, Vol.12, pp. 31-38.
- [6] Van Nickered, W.M.K. and Scheffler, T.B., 1993, "Measured Performance of a Solar Water Heater with a Parallel Tube Polymer Absorber," Solar Energy, Vol. 51, No.5, pp. 339-347.

อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า Energy Saving Equipment for Household Cooking Stove with Electric Generator

ฐกฤต ปานขลิบ^{1,*} อองอาจ วิเศษสุข² และ โกศาสตร์ ทวีขศรี²

¹ หลักสูตรการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม กรุงเทพฯ 10600

² สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: thakrit@siamtechno.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 0 2878 5013

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาและสร้างต้นแบบนวัตกรรมเพื่อประหยัดพลังงานสำหรับเตาแก๊สหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริก หลังจากนั้นทำการทดสอบอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น โดยการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือกรณีศึกษาแรก (Case A) ทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ และกรณีศึกษาที่สอง (Case B) ทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ซึ่งในแต่ละกรณีศึกษาถูกออกแบบให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น ในพื้นที่ปิด และที่อัตราเร็วลมไหลผ่านแตกต่างกัน ผลการทดลองทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหลังติดตั้งอุปกรณ์จากกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 เพิ่มขึ้น 4.68%, 7.82%, 12.21% และ 18.58% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ประมาณ 10.82% แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิครีโบลหะของเทอร์โมอิเล็กทริกระหว่างด้านเย็นและด้านร้อน โดยอุปกรณ์ฯ โดยจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้น โดยเฉลี่ย 2.5 - 3.0 โวลต์ ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

คำหลัก: อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน, เตาแก๊สหุงต้ม, เทอร์โมอิเล็กทริก

Abstract

This research aims to study, build and test the innovative prototype of energy saving equipment for stove with thermoelectric generator. The experiment will be divided into two case studies. Case A is testing the efficiency of stove without the energy saving equipment and Case B is testing the efficiency of stove with the equipment. Each case is designed to work in different environments, such as in a closed area and in the areas with difference wind speed. Experimental results show the energy saving equipment improve the thermal efficiency of cooking stove in the household as well. It was found that the thermal efficiency after installing the energy saving equipment in case B1 to B4 increased 4.68 %, 7.82 %, 12.21% and 18.58% respectively, with an average increase is around 10.82 %. The equipment generate electricity as linear voltage around 2.5-3.0 Volts depending on the difference of temperature between hot and cold metal fin which installed at the opposite side of thermoelectric and can be used as a source of power for small electronic devices as well.

Keywords: Energy saving equipment, cooking stove, thermoelectric

1. บทนำ

ในยุคพลังงานมีราคาแพงและปัญหาสภาวะโลกร้อน ทุกประเทศทั่วโลกต่างพยายามแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ ๆ และวิธีในการใช้พลังงานที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ในปัจจุบันการใส่ใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานสะอาด มิใช่เป็นหน้าที่ของภาครัฐหรือหน่วยงานราชการเท่านั้น แต่เป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคนที่มีจิตสำนึกในการร่วมกันลดและบรรเทาผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน เตาหุงต้มเป็นอีกหนึ่งอุปกรณ์พื้นฐานที่แทบทุกครัวเรือนจะต้องมี ไม่ว่าจะเป็นครอบครัวใหญ่หรือเล็ก ในเมืองหรือชนบท ที่อาจจะแตกต่างกันก็จะเป็นในเรื่องพลังงานหรือเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งอาจเป็นพลังงานไฟฟ้า ก๊าซ แอลพีจี ถ่านไม้หรือชีวมวลประเภทต่าง ๆ แม้ว่าเตาหุงต้มในปัจจุบันจะถูกพัฒนาให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน แต่เมื่อนำไปใช้งานก็ยังคงมีความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียไปกับสภาพแวดล้อม และยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

งานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นการศึกษาต้นแบบนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเตาหุงต้มในครัวเรือน และทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาแบบในการอนุรักษ์พลังงานจากสิ่งใกล้ตัวและการนำเอาความร้อนเหลือทิ้งที่ได้จากการหุงต้มในครัวเรือนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ที่สำคัญยังเป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้กับครัวเรือนและยังสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องมือสื่อสาร วิทยุ หรือชาร์ตแบตเตอรี่ขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลไร้ระบบการส่งไฟฟ้าที่ยังเข้าไม่ถึง

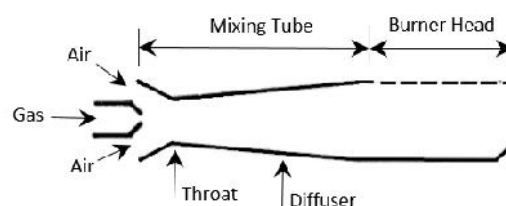
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมต้นแบบเพื่อประหยัดพลังงานเตาหุงต้มและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทดสอบการทำงานของนวัตกรรมต้นแบบกับเตาแก๊สหุงต้มที่ใช้โดยทั่วไปในครัวเรือน เปรียบเทียบและ

วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงาน และเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม ในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้กับภาคครัวเรือน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เตาหุงต้มแก๊สแอลพีจีมาตรฐาน



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเตาหุงต้มมาตรฐาน

รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของเตาหุงต้มเชื้อเพลิงแก๊สแอลพีจีมาตรฐาน (Conventional Burner) ซึ่งเป็นเตาที่นิยมใช้กันในครัวเรือนแพร่หลายมากที่สุด ซึ่งหากเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น จะมีลักษณะเด่นอยู่หลายประการ เช่น โครงสร้างเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน ราคาถูก ใช้งานง่าย ลดและแรงไฟได้สะดวก มีช่วงการทำงานที่กว้างพอสมควร ทนทาน และมีความปลอดภัยสูง เตาหุงต้มแอลพีจีมาตรฐานประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วนคือ ท่อผสม (Mixing Tube) หัวเผา (Burner Head) และหัวฉีดแก๊ส (Injection Orifice) ท่อผสมส่วนใหญ่นำมาจากเหล็กหล่อ โดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นคอขวด (Throat) ในบริเวณทางเข้าของแก๊สและอากาศส่วนแรกเพื่อผลทางด้านพลศาสตร์ของการไหลในท่อ ส่วนหัวเตาส่วนใหญ่จะทำจากทองเหลืองรูปร่างมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและมีรูในแนวรัศมีทำหน้าที่กระจายแก๊ส (Burner Port) โดยเปลวไฟจะติดอยู่เหนือรูเพื่อส่งถ่ายความร้อนไปยังภาชนะหุงต้มซึ่งวางอยู่ด้านบน [1]

การทำงานเริ่มจากแก๊สความดันต่ำจะถูกพ่นออกจากรูพ่นแก๊สเพื่อเข้าไปผสมในท่อผสม ขณะเดียวกันอากาศส่วนแรกที่อยู่ในบริเวณรูพ่นแก๊สจะถูกชักนำ (Entrained) ผ่านช่องอากาศส่วนแรก (Primary Air

Port) เข้าไปในท่อผสมพร้อมกับแก๊สโดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตัมระหว่างแก๊สและอากาศโดยรอบ โดยมีปริมาณอากาศส่วนแรก (Primary Aeration) ประมาณ 50-70% ของปริมาณอากาศที่จำเป็นสำหรับการเผาไหม้ที่สมบูร์น (Stoichiometric Air) [2] จากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังหัวเตา และเมื่อจุดไฟ (Ignition) โดยจะให้ Premixed Flame ลอยนิ่งอยู่เหนือหัวเตา ในขณะที่เดียวกันอากาศส่วนที่สอง (Secondary Air) จะถูกนำเข้ามาจากด้านข้างของเปลวไฟและจากด้านล่างของหัวเผาทั้งนี้โดยอาศัยการถ่ายเทโมเมนตัมและแรงลอยตัวของแก๊สร้อนที่ขยายตัวและลอยสูงขึ้น ช่วยทำให้อากาศโดยรอบถูกดูดเข้ามาผสมกับเปลวไฟทำให้การเผาไหม้สมบูร์นยิ่งขึ้น [3]

3.2 การหาค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและการประหยัดพลังงาน

การหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน ในการวิจัยนี้ อ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐาน DIN EN 2032 [3] ประสิทธิภาพเชิงความร้อนหาได้จาก ค่าความร้อนสัมผัสที่น้ำได้รับ โดยวิธีการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนใกล้จุดเดือดของน้ำ ประมาณ 90 °C แล้ววัดค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งหาได้จากเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำและอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิง แล้วนำมาคำนวณหาตามสมการ (1) และ (2)

$$\eta_{th,1} = \frac{\text{Sensible Heat}}{\text{Heat of Combustion}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\eta_{th,2} = \frac{m_{H_2O} C_{p,H_2O} \Delta T}{LHV \times V \times T} \times 100\% \quad (2)$$

โดยที่ m_{H_2O} มวลของน้ำ (kg)
 C_{p,H_2O} ค่าความจุความร้อนของน้ำ (kJ/kg-K)
 LHV ค่าความร้อนของแก๊ส (kJ/m³)
 V อัตราการไหลเชิงปริมาตร (m³/s)
 T เวลาในการต้มน้ำ

วิธีการนี้จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของหัวเตาหุงต้มจริง จะต้องมีการอุ่นเตาให้ร้อนก่อนการทดสอบทุกครั้ง ซึ่ง

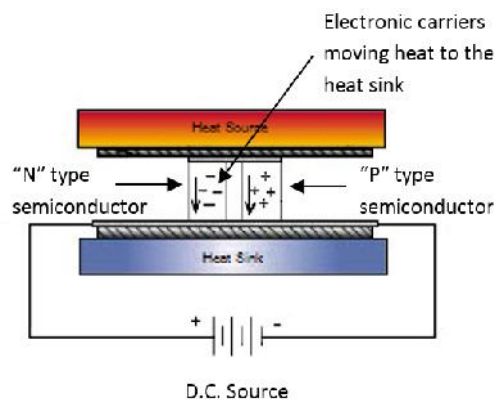
สามารถลดความร้อนที่สูญเสียให้กับอุปกรณ์ประกอบเตา เช่น ท่อผสม ฐานตั้งภาชนะ ให้น้อยลง [4] โดยการประหยัดพลังงานคำนวณจากสมการที่ (3)

$$\text{Energy Saving} = \frac{(\eta_{th,2} - \eta_{th,1})}{\eta_{th,2}} \times 100\% \quad (3)$$

โดยที่ $\eta_{th,1}$ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตา
 $\eta_{th,2}$ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเตาเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

3.3 หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริก

เทอร์โมอิเล็กทริกประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิดคือสาร N-Type และสาร P-Type ซึ่งต่ออนุกรมกันทางไฟฟ้าและต่อขนานกันทางความร้อน ดังรูปที่ 2



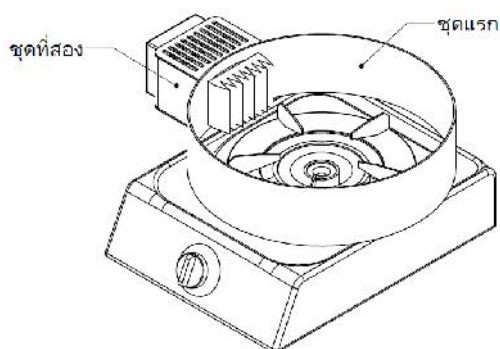
รูปที่ 2 โครงสร้างของเทอร์โมอิเล็กทริก

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้น เมื่อป้อนพลังงานความร้อนเข้าที่ด้านหนึ่งของเทอร์โมอิเล็กทริกและควบคุมอุณหภูมิอีกด้านหนึ่งไว้ที่ระดับต่ำกว่า โดยใช้ตัวระบายตัวระบายความร้อนผล ของอุณหภูมิที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แรงดันและกำลังไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้นั้นจะขึ้นอยู่กับพลังงานความร้อนที่ได้รับ ระบบระบายความร้อนและจำนวนของโมดูลที่นำมาต่อรวมกัน เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทอร์โมอิเล็กทริกหรือเพลเทียร์ รุ่น TEC1-12705 พิกัด 12 โวลต์ (ค่าสูงสุด 16.2 โวลต์/5.3 แอมแปร์) Q_{max} (Cooling Power) 49 วัตต์ จำนวน 2 ตัวต่ออนุกรม เพื่อให้มีแรงดันมากขึ้น [5]

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

4.1 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ

ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ชุด โดยชุดแรกคืออุปกรณ์บังลมซึ่งจะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนและป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อม และชุดที่สองคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะประกอบไปด้วยครีบลوحةรับความร้อนซึ่งถูกติดตั้งอยู่ภายในชุดบังลมทำหน้าที่รับเอาพลังงานบางส่วนจากภายในเตาส่งผ่านข้อต่อนำความร้อนออกสู่นอกชุดบังลมไปยังผิวสัมผัสของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก โดยผิวสัมผัสอีกด้านหนึ่งของของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งอยู่ภายนอกของชุดบังลมจะถูกเชื่อมต่อกับครีบลوحةอีกชุดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อน และที่ครีบลوحةเพื่อระบายความร้อนภายนอก จะถูกครอบด้วยฝาครอบป้องกันซึ่งติดตั้งพัดลมระบายความร้อนขนาดเล็กทำหน้าที่ช่วยระบายความร้อนให้กับครีบลوحةระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ทั้งนี้อาศัยปรากฏการณ์ซีเบ็คซึ่งเกิดขึ้นจากอุณหภูมิผิวสัมผัสที่แตกต่างกันในแต่ละด้านของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก [6] ซึ่งจะทำให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงและแรงดันไฟฟ้าออกมา ก่อนที่จะนำพลังงานไฟฟ้างดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นจึงเท่ากับการประหยัดเชื้อเพลิงและใช้ประโยชน์จากความร้อนเหลือทิ้งมาใช้ผลิตไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน

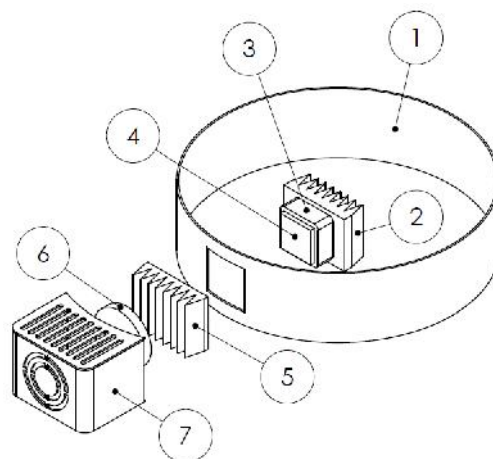


รูปที่ 3 ภาพแสดงอุปกรณ์ฯ และลักษณะการใช้งาน

ซึ่งรูปที่ 3 แสดงถึงส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ชุด และลักษณะการใช้งาน โดยใช้ครอบหุ้มเตาแก๊สสูง

ต้มขณะมีการใช้งานเพื่อประหยัดเชื้อเพลิงและผลิตไฟฟ้า โดยชุดแรกคืออุปกรณ์บังลมซึ่งจะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานความร้อนและป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนสู่สภาพแวดล้อม และชุดที่สองคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานโดยใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนที่สะสมไว้ภายในอุปกรณ์บังลมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 4 แสดงถึงส่วนประกอบทั้งหมดของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเตาหุงต้มครัวเรือนและผลิตไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์บังลม (1) ครีบลوحةรับความร้อน (2) ข้อต่อนำความร้อน (3) เทอร์โมอิเล็กทริก (4) ครีบลوحةระบายความร้อน (5) พัดลมระบายความร้อนขนาดเล็ก (6) และฝาครอบป้องกัน (7) โดยระบบจะผลิตพลังงานไฟฟ้าทันทีหลังมีการจุดใช้งานเตาแก๊สสูงต้ม กระจกใสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง กระจกใสไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะถูกจ่ายไปยัง พัดลมระบายความร้อนขนาดเล็ก (6)



รูปที่ 4 แสดงถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ฯ

หลังจากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังวงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำและไม่คงที่ ซึ่งได้จากเทอร์โมอิเล็กทริก ให้มีความดันสูงขึ้นและคงที่พอเพียงสำหรับการประจุไฟฟ้าให้กับชุดแบตเตอรี่ขนาดเล็ก โทรศัพท์มือถือ หลอดไฟแอลอีดี และกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทต่าง ๆ

4.2 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

- เต่าแก๊สเตาหุงต้มสำหรับครัวเรือน
- อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเตาหุงต้มฯ
- เครื่องวัดอัตราการไหลแก๊สเชื้อเพลิง
- อุปกรณ์ปรับแรงดันแก๊สเชื้อเพลิง
- ถังแก๊ส LPG ขนาด 2.7 กิโลกรัม
- เครื่องวัดอุณหภูมิ

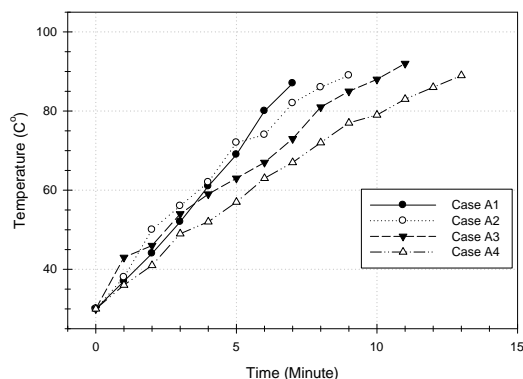
4.3 ขั้นตอนการทดลอง

รูปแบบของการทดลองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา คือกรณีศึกษาแรก (Case A) การทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ และกรณีศึกษาที่สอง (Case B) การทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ในแต่ละกรณีศึกษาจะถูกออกแบบให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยในสภาพแวดล้อมที่ 1 จะกระทำในพื้นที่ปิด ส่วนสภาพแวดล้อมที่ 2 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที สภาพแวดล้อมที่ 3 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 1.0 เมตรต่อวินาที และสภาพแวดล้อมที่ 4 มีลมไหลผ่านที่อัตราเร็ว 1.5 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ดังนั้น จะต้องทำการทดลองย่อยในแต่ละกรณีศึกษารวมทั้งสิ้น 8 การทดลอง กรณีศึกษาแรก (Case A) มี 4 การทดลอง ประกอบด้วย Case A1, Case A2, Case A3 และ Case A4 เช่นเดียวกับกับกรณีศึกษาที่สอง (Case B) มี 4 การทดลอง ประกอบด้วย Case B1, Case B2, Case B3 และ Case B4 โดยบันทึกค่าเวลาในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ อุณหภูมิของครีบลอยของเทอร์โมอิเล็กทริก ทั้งด้านเย็นและด้านร้อน และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้

5. ผลการทดลอง

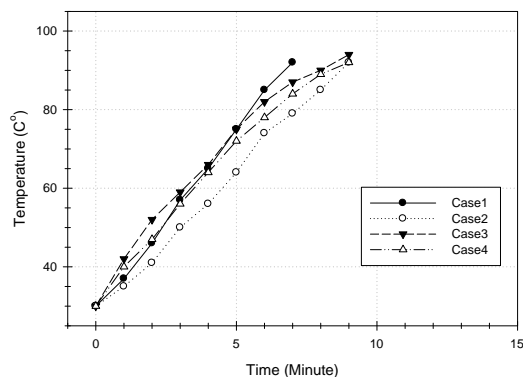
โดยกรณีศึกษาแรก (Case A1-A4) เป็นการทดสอบการทำงานโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่า Case A1 กระทำในพื้นที่ที่ปิดจะใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำจากอุณหภูมิห้องจนถึง 90 °C สั้นที่สุด เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนจากเตาสู่ภาชนะทำได้มีประสิทธิภาพสูงกว่า ขณะที่ Case A2-A4 ใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำนาน

ขึ้นตามลำดับ เนื่องจากผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่กำหนดให้มีลมไหลผ่าน ที่อัตราเร็วเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนลดลงตามลำดับ ดังรูปที่ 5



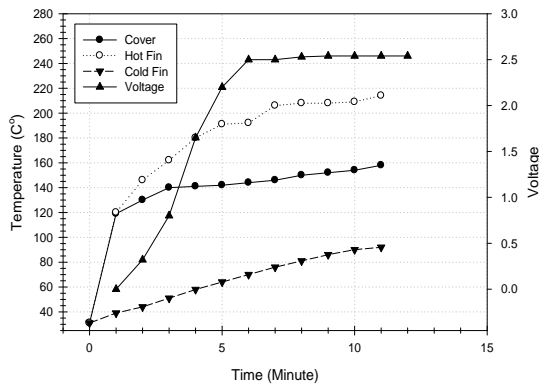
รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของกรณีศึกษา A (Case A1-A4)

กรณีศึกษาที่สอง (Case B) เป็นการทดสอบการทำงาน หลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ซึ่งทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่นเดียวกับกับในกรณีศึกษาแรก เห็นได้ว่าอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของในแต่ละกรณีศึกษาจะแตกต่างกันไม่มากนัก แม้จะมีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับกับในกรณีศึกษาแรก เนื่องจากอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อน และป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนเนื่องจากสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 6



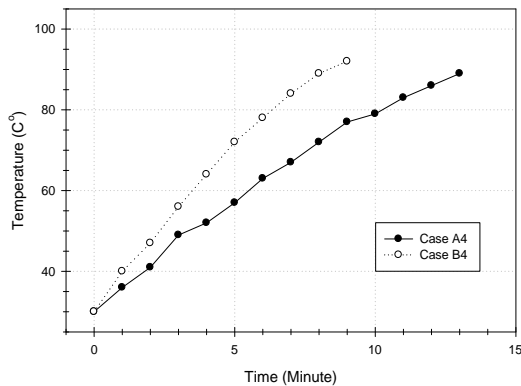
รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาของกรณีศึกษา B (Case B1-B4)

ส่วนในรูปที่ 7 แสดงตัวอย่างค่าการตรวจวัด อุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของอุปกรณ์ประหยัด พลังงานฯ กรณีศึกษา B (Case B2) ประกอบด้วย ผล การตรวจวัดอุณหภูมิในแต่ละตำแหน่งของอุปกรณ์บัง ลม อุณหภูมิของครีบลوحةของเทอร์โมอิเล็กทริกทั้ง ด้านเย็นและด้านร้อน และแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้



รูปที่ 7 แสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิ ในแต่ละตำแหน่ง

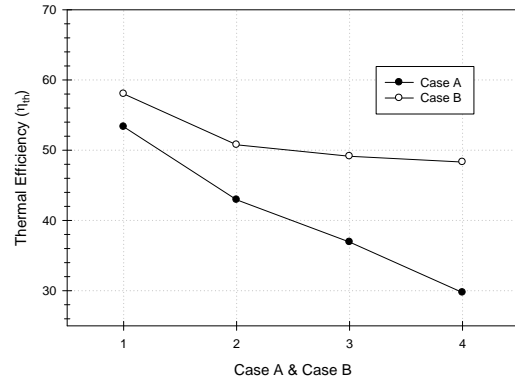
โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างเตาที่ไม่ได้ติดตั้งและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัด พลังงานฯ ในรูปที่ 8 แสดงกรณีศึกษาระหว่าง Case A4 กับ Case B4



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิในแต่ละ ช่วงเวลา ระหว่าง Case A4 และ Case B4

จากรูปพบว่าเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ฯ ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนจากเตาไปยังภาชนะ เพื่อต้มน้ำทำได้มีประสิทธิภาพสูงกว่า และจะใช้ เวลาในการต้มน้ำน้อยกว่า โดยจะเห็นความแตกต่าง

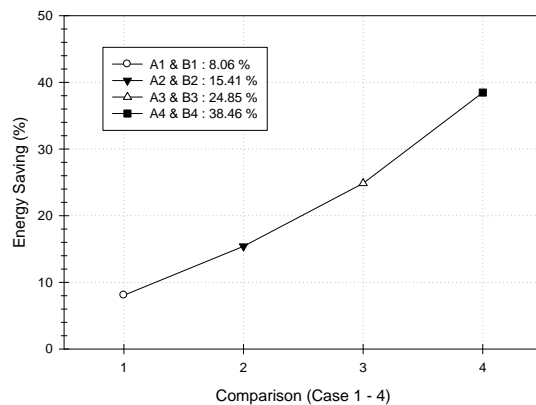
ระหว่างสองกรณีศึกษาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อ เพิ่มความเร็วลมให้สูงขึ้น และรูปที่ 9 แสดงให้เห็นได้ ว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาที่ติดตั้งอุปกรณ์ ประหยัดพลังงานฯ (Case B) จะสูงกว่า แต่จะลดลง เล็กน้อยเมื่อมีผลกระทบจากสภาพแวดล้อม ขณะที่ เตาหุงต้มที่ใช้งานโดยทั่วไป (Case A) จะลดลงอย่าง รวดเร็วตามสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 9 แสดงเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อน ของกรณีศึกษา A และ B

5.1 การเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงาน

จากรูปที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบผลประหยัด ของของแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งทำให้เราทราบว่าอุปกรณ์ ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงาน ได้สูงสุดถึง 38.46% ในกรณีการศึกษาที่ 4 และ ประหยัดน้อยสุดที่ 8.06% ในกรณีการศึกษาที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยผลประหยัดอยู่ที่ประมาณ 21.7%



รูปที่ 10 แสดงเปรียบเทียบผลประหยัด ของกรณีศึกษา A และ B

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการทดลอง

- ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานได้สูงสุดถึง 38.46% ในกรณีการศึกษาที่ 4 และประหยัดน้อยสุดที่ 8.06% ในกรณีการศึกษาที่ 1 ซึ่งทำการทดลองในพื้นที่ปิดไม่มีปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเข้ามารบกวน โดยมีค่าเฉลี่ยผลประหยัดอยู่ที่ประมาณ 21.7%

- อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนให้กับเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนหลังติดตั้งอุปกรณ์จากกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 4 เพิ่มขึ้น 4.68%, 7.82%, 12.21% และ 18.58% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนอยู่ที่ประมาณ 10.82%

- อุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานความร้อนหรือจากเตาหุงต้ม สู่อ่างล้างและจากด้านข้างของภาชนะ และที่สำคัญยังเป็นการป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อน เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้อีกด้วยทำให้ใช้เวลาในการต้มน้ำน้อยลง ช่วยให้สามารถประหยัดแก๊สหุงต้ม และช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านพลังงานให้กับภาคครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

- แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากอุปกรณ์ฯ จะแปรผันตรงกับความแตกต่างของอุณหภูมิครีโบลหะของเทอร์โมอิเล็กทริก ระหว่างด้านเย็นและด้านร้อน โดยอุปกรณ์ฯ จะจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาในลักษณะเชิงเส้น สูงสุดที่ประมาณ 2.5 โวลต์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7

- แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตออกมา สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ วิทยุ เครื่องมือสื่อสาร หรือ ชาร์ตแบตเตอรี่ขนาดเล็กสำหรับคอมพิวเตอร์หรือไฟฉาย โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลทุรกันดาร หรือชุมชนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ได้เป็นอย่างดี

6.2. ข้อเสนอแนะ

- ผลงานการศึกษาและวิจัยชิ้นนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับครัวเรือน ร้านอาหาร และอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

- ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานสูงขึ้นกว่าเดิม เพื่อที่จะได้ค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนและผลประหยัดที่มีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

- ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรปรับปรุงวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ ให้ได้มาตรฐานและมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น รวมถึงต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์ ซึ่งในการทดลองนี้ใช้งบประมาณทั้งสิ้นประมาณ 2,500 บาท

- ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวัสดุที่นำมาใช้สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานฯ

- ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาและเก็บผลทั้งความดันและกระแสไฟฟ้า เพื่อที่จะใช้ในการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกที่แท้จริงต่อไป

- แก๊สและปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนของการระบายความร้อนที่ครีโบลหะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐฉิ รังสิมันตุชาติ (2544), การประยุกต์ใช้วัสดุพูนเพื่อการประหยัดพลังงานในเตาแก๊สหุงต้ม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[2] Jugjai, S. and Sanijai, S. (1996). Parametric Studies of Thermal Efficiency in a Proposed Porous Radiant Recirculated Burner (PRRB), Proceedings of RERIC International Energy Journal, Vol. 18, pp. 97

[3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2550). มอก. 2549: เตาหุงต้มในครัวเรือนใช้กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว, เล่ม 126 (ตอนพิเศษ ง)

[4] German Standards and Technical Rules, 1997, DIN EN 2032: Gas-heated catering Equipment, p.17.

[5] จรินทร์ เจนจิตต์, อนิรุตต์ มัทธจักร์ (2552), การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สหุงต้มในครัวเรือนโดยฝากรอบเตาแก๊ส, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4-7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่, AEC-006248

[6] แสงดาว สังข์แก้ว, ปิ่นอนงค์ แก้วมณี และสมภาพ จิระเชษฐา (2546), การศึกษาพฤติกรรมและการประยุกต์ใช้งานเทอร์โมอิเล็กทรอนิกส์เจเนอเรเตอร์, ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การประยุกต์ใช้สเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับสำหรับระบบติดตามแสงอาทิตย์ Application of State-Derivative Feedback for Solar Tracking Photovoltaic System

พุทธวัฒน์ ศิริพน^{1,*}, รศ.ดร.วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เลขที่ 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

*ผู้ติดต่อ: putthzs@hotmail.co.th, โทรศัพท์ (02) 2024069, โทรสาร (02) 3543126

บทคัดย่อ

ด้วยการควบคุมมอเตอร์ที่ตอบสนองล่าช้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการรับพลังงานแสงของระบบติดตามแสงอาทิตย์ไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อแก้ปัญหาค่าการตอบสนองที่ล่าช้าของการควบคุมมอเตอร์ที่ขับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ให้ดีขึ้น ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับในระบบติดตามแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมระบบป้อนกลับโดยอาศัยแบบสมการปริภูมิสถานะทางคณิตศาสตร์ ช่วยในการคำนวณและวิเคราะห์ในระบบ วิธีที่นำเสนอนี้สามารถให้ได้ผลการตอบสนองรวดเร็วกว่าเดิม ผลการจำลองวิธีการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบ พบว่าผลของการตอบสนองต่อการควบคุมมอเตอร์ที่ขับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบติดตามแสงอาทิตย์เร็วขึ้นถึงประมาณ 100 เท่าเมื่อเทียบกับวิธีการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับที่ค่าพารามิเตอร์เท่ากันทั้งหมด

คำหลัก: ระบบควบคุม เซลล์แสงอาทิตย์ สเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ

Abstract

The controlling of motor which has delayed responds due to solar cells affects the performance of the solar tracking photovoltaic system; i.e., the efficiency is too low. For solving this problem, this paper proposes the method of controlling the motor with state-derivative feedback controller for solar tracking photovoltaic system. The controlling method involves with the feedback control system with state-space model technique to calculate and analyze the system. The proposed approach provides fast response when compared the common method. The simulation results show that the response due to the state-derivative feedback controller for the solar tracking photovoltaic system is faster than the state feedback controller about 100x with the same parameters.

Keywords: control system, solar tracking, state-derivative feedback

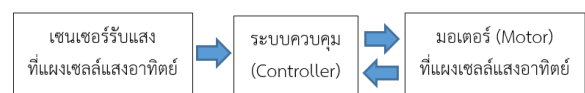
1. บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในหลายด้าน เนื่องจากความต้องการในการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ทำให้พลังงานทดแทนได้มีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้อย่างมาก โดยพลังงานแสงอาทิตย์นับว่าเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน[1,2] ส่วนใหญ่มีการนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ในการรับแสงอาทิตย์ จากนั้นเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้า การรับพลังงานแสงอาทิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมักจะมีปัญหาด้านประสิทธิภาพในการรับพลังงาน กล่าวคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องของการรับแสงอาทิตย์ได้ไม่เต็มที่ในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งประสิทธิภาพในการรับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีที่สุด คือ ช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์ส่องลงมาตั้งฉากกับพื้นที่รับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์[3] จึงต้องมีการควบคุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้หมุนเคลื่อนที่ติดตามดวงอาทิตย์ที่ตอบสนองเร็วและแม่นยำขึ้น ส่งผลให้มีการพัฒนาระบบการควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องในหลายรูปแบบ ซึ่งมีผู้วิจัยได้พัฒนาและคิดค้นวิธีการควบคุมระบบและการควบคุมมอเตอร์ ออกมามากมาย มีทั้งการควบคุมมอเตอร์ที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบพีดี (PD Controller)[3] การควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller)[3] เป็นต้น เพื่อแก้ปัญหาการตอบสนองและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมมอเตอร์ในแผงเซลล์รับแสงอาทิตย์ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการควบคุมเกี่ยวกับ "การประยุกต์ใช้สเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับสำหรับระบบติดตามแสงอาทิตย์" เป็นการออกแบบจำลองการควบคุมระบบติดตามแสงอาทิตย์ที่ดีขึ้น ทำให้ระบบมีความเร็วเพิ่มขึ้นในการตอบสนองของการปรับมอเตอร์ที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ นำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแสงอาทิตย์ โดยใช้วิธีการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ (State-Derivative Feedback Controller)[4] การทดลองนี้ นำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ[5] มาใช้ในการจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์และแสดงผล

ออกมา โดยการเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ (State Feedback Controller) [6] และสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับที่ค่าตัวแปรและพารามิเตอร์เดียวกันทั้งหมด พบว่าวิธีการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับมีผลการตอบสนองที่รวดเร็วกว่าการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

2. แบบจำลองของระบบติดตามแสงอาทิตย์

ระบบที่ใช้ในการติดตามแสงอาทิตย์นั้น ประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ส่วนที่ใช้ในการรับแสงอาทิตย์ ส่วนที่เป็นระบบควบคุมต่างๆ และส่วนที่ใช้ในการปรับระดับการหมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งหลักการทำงานของระบบติดตามแสงอาทิตย์ในระบบอธิบายได้ดังนี้ คือ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องมาที่เซนเซอร์รับแสงอาทิตย์ที่อยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์รับแสงจะถูกส่งข้อมูลไปยังส่วนของระบบควบคุมต่างๆ และส่วนระบบควบคุมนี้ก็จะทำการประมวลผลจากข้อมูลที่ได้รับ และข้อมูลที่ส่งออกไป พร้อมกับสั่งงานในการควบคุมการขับเคลื่อนให้หมุนปรับระดับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้หมุนเคลื่อนที่ติดตามแสงอาทิตย์ดังแสดงตามแผนภาพการทำงาน

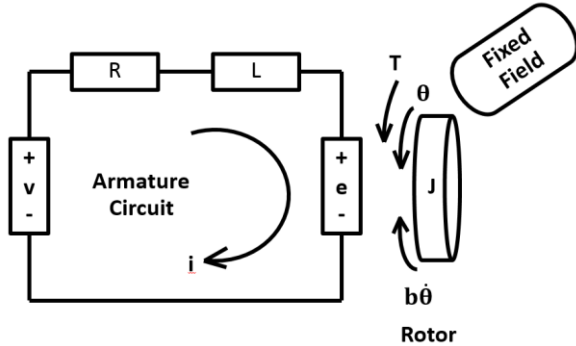


รูปที่ 1 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบติดตามแสงอาทิตย์

ระบบติดตามแสงอาทิตย์เป็นระบบควบคุมที่มีการศึกษาอยู่หลายรูปแบบ ประกอบไปด้วยความสัมพันธ์ของแสงที่ได้รับจากเซนเซอร์รับแสงและการหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ จากข้อมูลเกี่ยวกับระบบควบคุมการติดตามแสงอาทิตย์[3] พบว่าระบบติดตามแสงอาทิตย์มีสมการรูปแบบความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Modeling) ดังนี้

$$G_v = \frac{K_t}{(J_m L_a)s^3 + (J_m R_a + L_a b_m)s^2 + (b_m R_a + K_t K_b)s} \quad (1)$$

ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบ 3 ส่วนด้วยกัน โดยแบ่งเป็นส่วนของวงจร (Circuit) ส่วนของโรเตอร์ (Rotor) และส่วนที่เป็นสนามไฟฟ้าคงที่ (Fixed Field) ตามรูปที่ 2 นี้



รูปที่ 2 ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงข้างต้น ทำให้สามารถออกแบบและวิเคราะห์ตามแบบจำลอง และนำความสัมพันธ์นี้มากำหนดเป็นค่าของตัวแปรรวมทั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณในระบบได้ตามตาราง

ตารางที่ 1 แสดงความหมายของตัวแปรและค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการออกแบบจำลอง[5]

สัญลักษณ์และความหมาย	ค่า	หน่วย
J_m (Moment of Inertia of the Rotor) ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของโรเตอร์	0.068	kg.m ²
B_m (Motor Viscous Friction Constant) ค่าคงที่ของแรงเสียดทานมอเตอร์	0.03475	Nm/rad.s
K_b (Electromotive Force Constant) ค่าคงที่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้า	3.475	V/rad/sec
K_t (Motor Torque Constant) ค่าคงที่ของแรงบิดมอเตอร์	3.475	Nm/Amp
R_a (Electric Resistance) ค่าความต้านทานทางไฟฟ้า	7.56	Ohm
L_a (Electric Inductance) ค่าเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า	0.055	H

ซึ่งการศึกษาทางด้านระบบสมการและค่าพารามิเตอร์ได้นำมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกันใน

การออกแบบระบบควบคุม โดยนำสมการรูปแบบทางคณิตศาสตร์ข้างต้นมาจัดรูปแบบใหม่ให้อยู่ในรูปของสมการฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function) จากนั้นนำสมการฟังก์ชันการถ่ายโอนที่ได้มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของสมการปริภูมิสแตต (State Space Model) เพื่อนำไปสู่การออกแบบจำลองในระบบควบคุมแบบสแตตป้อนกลับ และสแตต-อนุพันธ์ป้อนกลับ ใช้ค่าตัวแปรกับพารามิเตอร์ต่างๆจากตารางข้างต้นในการคำนวณระบบควบคุม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบที่ออกแบบไว้

จากสมการฟังก์ชันการถ่ายโอนข้างต้นสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบใหม่ได้ดังนี้

$$G_v = \frac{\theta(s)}{V_{in}(s)} = \frac{K_t}{(as^3 + bs^2 + cs)} \quad (2)$$

โดยที่

$$a = J_m L_a,$$

$$b = (J_m R_a + L_a b_m),$$

$$c = (b_m R_a + K_t K_b)$$

ทำการเปลี่ยนรูปสมการฟังก์ชันถ่ายโอนให้อยู่ในรูปสมการปริภูมิสแตต โดยแทนค่าตัวแปรที่กำหนดไว้จะได้สมการสุดท้าย คือ

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{-c}{a} & \frac{-b}{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{K_t}{a} \end{bmatrix} u \quad (3)$$

โดยที่

$$x_1 = y = \theta,$$

$$x_2 = \dot{y} = \dot{\theta},$$

$$x_3 = \ddot{y} = \ddot{\theta}$$

ซึ่งจะได้ x_1 คือ มุม, x_2 คือ ความเร็วเชิงมุม และ x_3 คือ ความเร่งเชิงมุม

ทั้งนี้สมการดังกล่าวเป็นสมการเบื้องต้นในการนำไปสู่การออกแบบประยุกต์ใช้การควบคุมทั้งแบบสแตตป้อนกลับ และสแตต-อนุพันธ์ป้อนกลับ โดยนำค่าตัวแปร พารามิเตอร์ต่างๆมาแทนค่าในการออกแบบจำลองระบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมแมทแลบ (Matlab) และโปรแกรมซิมูลิงค์ (Simulink) เพื่อคำนวณและวิเคราะห์ผลต่อไป

3. การออกแบบจำลองระบบควบคุม

การออกแบบจำลองระบบควบคุมนี้แทนค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ต่างๆ จากตารางลงในสมการปริภูมิสเทท จากนั้นกำหนดค่าโพล (Pole) ที่เหมาะสมสำหรับระบบติดตามแสงอาทิตย์[7] โดยกำหนดให้ $p_1 = -3+5j$, $p_2 = -3-5j$ และ $p_3 = -10$ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบระบบไว้จะเก็บค่าต่างๆไว้ พร้อมทั้งคำนวณข้อมูลตัวแปร และพารามิเตอร์ที่ป้อนเข้าไปในระบบ จากนั้นพล็อต (Plot) แสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟ ตัวอย่างค่าต่างๆที่ใส่ค่าเก็บไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

$$p1 = -3+5j;$$

$$p2 = -3-5j;$$

$$p3 = -10;$$

$$Kc = \text{place}(A,B,[p1, p2, p3])$$

$$\text{sys_cl} = \text{ss}(A-B*Kc,B,C,D);$$

$$[fC,\text{info}] = \text{pidtune}(\text{sys_cl},\text{'pd'})$$

$$\text{fb} = \text{feedback}(fC*\text{sys_cl},1);$$

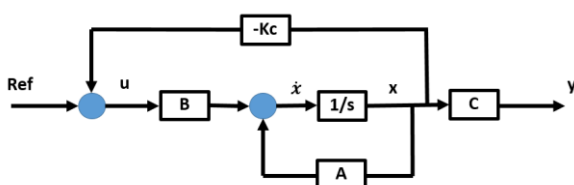
3.1 ระบบควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ

ระบบควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ จะนำค่า x เป็นค่าส่วนขยายเพิ่มเข้าไป (State Feedback Gain (Kc)) ในการป้อนกลับสู่ระบบควบคุม โดยที่ตัวควบคุมสเตทป้อนกลับสามารถเขียนสมการการควบคุมคือ

$$u = Kx$$

จากระบบควบคุมนี้สามารถหาค่า Kc ได้ดังนี้

$$Kc = [5.3813 \quad 0.4878 \quad -1.9223]$$



รูปที่ 3 แผนภาพการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ

3.2 ระบบควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ

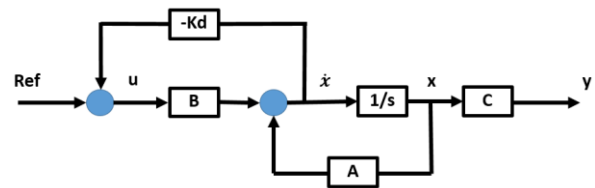
ระบบควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ จะนำค่าอนุพันธ์ของ x เป็นค่าส่วนขยายเพิ่มเข้าไป (State

Feedback Gain (K_d)) ในการป้อนกลับเข้าสู่ระบบควบคุม โดยที่ตัวควบคุมสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับสามารถเขียนสมการการควบคุมคือ

$$u = K\dot{x}$$

จากระบบควบคุมนี้สามารถหาค่า K_d ได้ดังนี้

$$K_d = [0.9340 \quad 7.4715 \quad 56.0400]$$



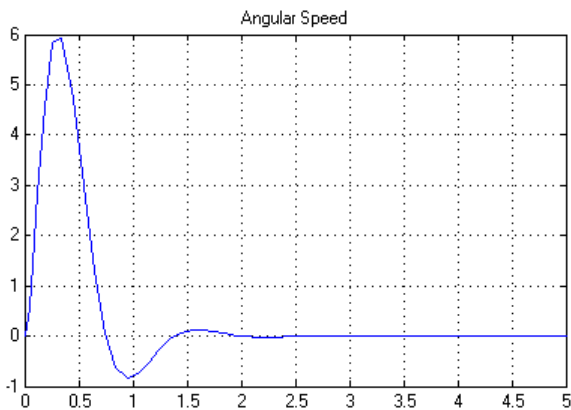
รูปที่ 4 แผนภาพการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ

4. ผลของการออกแบบจำลอง

จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบจำลองการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ และสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับนั้น ผลการออกแบบจำลอง และการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมมอเตอร์ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ พบว่าผลของความเร็วในการตอบสนองของการควบคุมระบบแบบสเตทป้อนกลับมีการตอบสนองช้ากว่าการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ การควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับมีค่าการเข้าสู่ภาวะสมดุลคงที่ (Steady State) ได้เร็วกว่าการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ แม้ว่าการแกว่งของสัญญาณก่อนเข้าสู่สมดุล หรือเรียกว่า โอเวอร์ชูต (Overshoot) จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

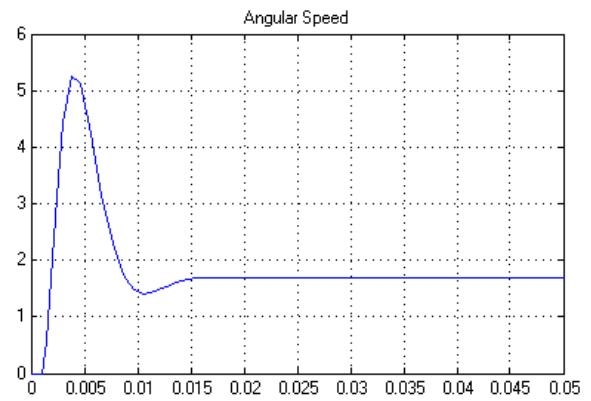
จากผลการออกแบบจำลองของระบบควบคุมทั้งสองระบบนี้พบว่า เมื่อพิจารณาผลการทดลองของระบบสเตทป้อนกลับ ระบบเข้าสู่ภาวะสู่สมดุลที่เวลา 2.5 วินาที โดยใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 31 แอมแปร์ ส่วนผลของการออกแบบจำลองระบบควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับเข้าสู่สมดุลที่เวลา 0.02 วินาที และใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด 30 แอมแปร์ และตำแหน่งของมุมเทียบกับเวลาที่เอาท์พุท (Output) ของการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบสเตทป้อนกลับ

ผลของการจำลองการควบคุมแบบสเตป้อนกลับ

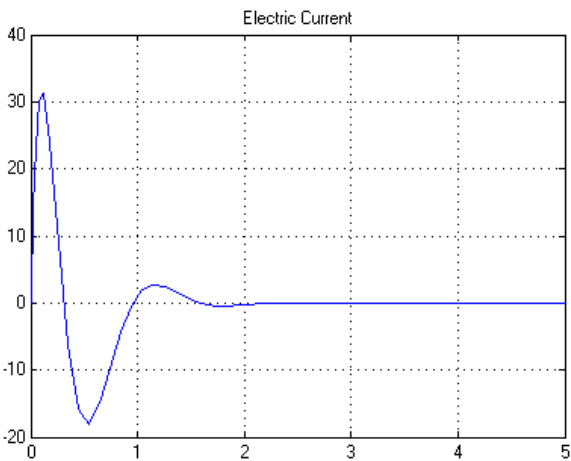


รูปที่ 5 ความเร็วในการตอบสนองของการควบคุมแบบสเตป้อนกลับ

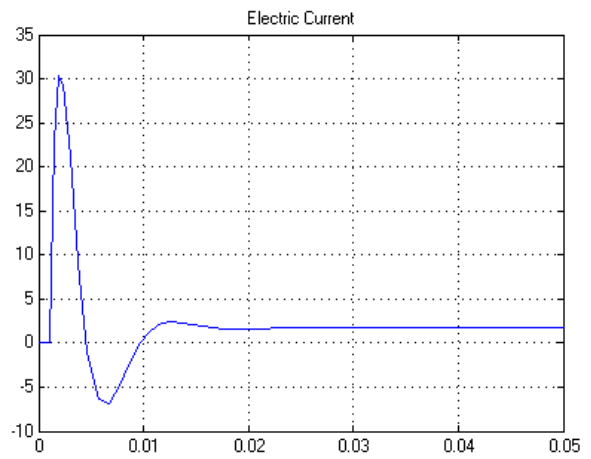
ผลของการจำลองการควบคุมแบบสเตป-อนุพันธ์ ้อนกลับ



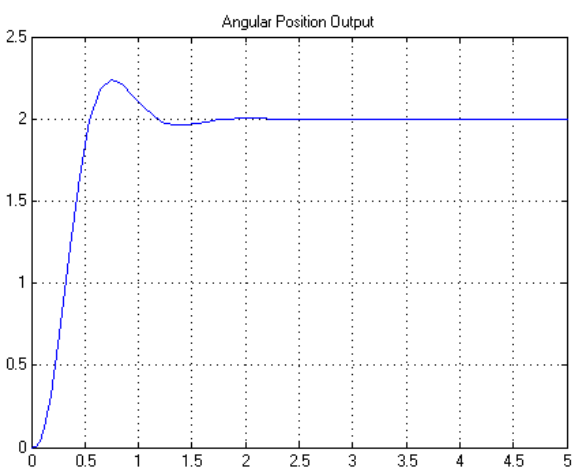
รูปที่ 8 ความเร็วในการตอบสนองของการควบคุมแบบสเตป-อนุพันธ์ ้อนกลับ



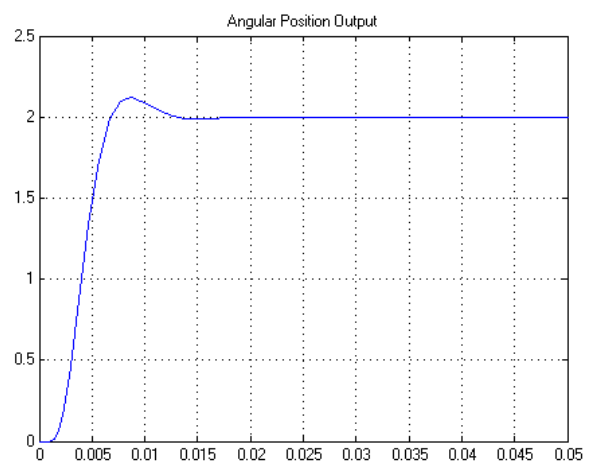
รูปที่ 6 ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบควบคุมของการควบคุมแบบสเตป้อนกลับ



รูปที่ 9 ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบควบคุมของการควบคุมแบบสเตป-อนุพันธ์ ้อนกลับ



รูปที่ 7 ตำแหน่งของมุมเทียบกับเวลาที่เอาท์พุทของการควบคุมแบบสเตป้อนกลับ



รูปที่ 10 ตำแหน่งของมุมเทียบกับเวลาที่เอาท์พุทของการควบคุมแบบสเตป-อนุพันธ์ ้อนกลับ

สังเกตว่า กราฟที่แสดงความเร็วในการตอบสนอง, กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในระบบของการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับจะเข้าสู่สมมูลที่ค่าไม่เท่ากับศูนย์ เนื่องจากระบบการควบคุมด้วยวิธีการสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับมีการตอบสนองต่อการติดตามแสงอาทิตย์ที่ค่อนข้างเร็ว ดังนั้นระบบติดตามแสงอาทิตย์จะปรับมุมเคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เพื่อรับแสงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ตลอดเวลา ทำให้กราฟที่ได้ไม่กลับไปค่าศูนย์

5. สรุปผลการออกแบบจำลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการควบคุมมอเตอร์ที่ระบบติดตามแสงอาทิตย์ด้วยวิธีการควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับ โดยการออกแบบจำลองการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมในการควบคุมมอเตอร์ที่อยู่ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ เป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างการควบคุมระบบแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับกับการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับ ที่ค่าตัวแปร และพารามิเตอร์ต่างๆเท่ากันทั้งหมด และมีการประเมินประสิทธิภาพความรวดเร็วในการตอบสนองของการควบคุมมอเตอร์ที่อยู่ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ พบว่ามีการพัฒนาขึ้นในด้านความเร็วในการตอบสนองของระบบเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ในระบบติดตามแสงอาทิตย์ ระบบมีการเข้าสู่ภาวะสมมูลเร็วกว่าอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งค่าความเร็วในการตอบสนองของระบบควบคุมแบบสเตท-อนุพันธ์ป้อนกลับเร็วกว่าการควบคุมแบบสเตทป้อนกลับถึงประมาณ 100 เท่า

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความรู้เฉพาะด้านระบบควบคุม ความรู้ด้านการประยุกต์ใช้ คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนะแนวทางในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จนสามารถเขียนบทความวิจัยนี้ออกมาได้สมบูรณ์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน “รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2556” กระทรวงพลังงาน กรุงเทพฯ, 2556
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน “สถิติพลังงานของประเทศไทย (เบื้องต้น) 2556” กระทรวงพลังงาน กรุงเทพฯ, 2556
- [3] Ashraf Balabel, Ahmad A. Mahfouz, Farhan A. Salem, “Design and Performance of Solar Tracking Photo-Voltaic System” International Journal of Control, Automation and Systems Vol.1 No.2, 2013
- [4] Rodrigo Cardim, Marcelo C. M. Teixeira, Edvaldo Assunção and Flávio A. Faria, “Control Designs for Linear Systems Using State-Derivative Feedback”, UNESP - São Paulo State University, Department of Electrical Engineering, Brazil, 2008
- [5] K. Venu, Ch. Rushikesh, V. Rajasekhar, “Design and Analysis of DC Motor with PID Controller – A State Approach” ITSI Transactions on Electrical and Electronics Engineering (ITSI-TEEE), Volume-1, Issue-3, 2013
- [6] Norman S. Nise, “Control Systems Engineering”, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. California USA, 2011, pp.670-672

8. หนังสือ

- [1] ปราโมทย์ เดชะอำไพ, นิพนธ์ วรรณโสภาคย์ “พื้นฐานแมทแลบ” พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2557
- [2] วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ “การควบคุมระบบพลศาสตร์” พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2556
- [3] Rao V. Dukkupati, “Analysis and Design of Control Systems Using MATLAB” New Age International (P) Limited, Publishers, USA, 2006

การพัฒนาจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอดจังหวัดพัทลุง-ตรัง
The Development of Natural Resources Educational Sites for Ecotourism Trail,
Khao Jed Yod (Seven Hills), Phattalung and Trang Provinces.

จิตาภา หวันกะเหรัมย์¹

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; ตู้อป.50

ต.คอหงส์, อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา, 90112; โทรศัพท์: 080-5454955; แฟกซ์: 074-429758

อีเมลล์: orange407@hotmail.com

บทคัดย่อ

เขาเจ็ดยอด เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงสำหรับนักท่องเที่ยวผู้รักการเดินป่า ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดพัทลุงและตรัง ภาคใต้ของประเทศไทย ทว่าในปัจจุบันยังขาดการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างมีแบบแผน กล่าวคือ ไม่มีเครื่องมือสื่อความหมายที่ให้ข้อมูล ความรู้และ เพิ่มความตระหนัก สำหรับนักท่องเที่ยว ดังนั้น ในบทความฉบับนี้จึงนำเสนอผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสำรวจข้อมูลของตำแหน่ง หรือจุดที่มีลักษณะเด่นเป็นเอกลักษณ์ที่น่าสนใจของเขาเจ็ดยอดใน 3 ประเภท กล่าวคือ 1) สัตว์ป่าหายาก 2) พันธุ์พืชท้องถิ่น และ 3) ทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ ของเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขาเจ็ดยอด ในส่วนของจังหวัดพัทลุง และตรัง เพื่อพัฒนาเป็นจุดศึกษาธรรมชาติ และจัดทำเส้นทางเดินเท้า โดยทำการรวบรวมจากการเดินสำรวจและสัมภาษณ์เชิงลึกจากเจ้าหน้าที่และประชาชนชาวบ้านเป็นต้น นำข้อมูลดังกล่าวเสนอในรูปแบบของแผนที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Arcview 3.2 ในการอธิบายรายละเอียดของสถานีการเรียนรู้ ทั้งสองเส้นทางคือ เส้นทางในจังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง มีระยะทางรวมประมาณ 30 กิโลเมตร ระบุสถานีการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น 8 สถานี ได้แก่ 1) ต้นไม้ยักษ์ 2) ลานขนอนขวาง 3) ลานเฟิร์นมหัศจรรย์ 4) ต้นไม้ไผ่เสื่อ , 5) ยอดเขาเจ็ดยอด, 6) ลานหินแตก 7) ลานต้นสนและ 8) ดาดฟ้าน้ำตกไพรวัลย์ ซึ่งนักท่องเที่ยวจะสามารถพบเห็นสัตว์ป่าหายากได้ในสถานีการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 ตัวอย่างเช่น สมเสร็จและหมิวขอ เป็นต้น

คำสำคัญ : เส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศ¹, สถานีการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม², สัตว์ป่าหายาก³, พันธุ์ไม้ท้องถิ่น⁴, แหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ⁵

ABSTRACT

Khao Jed Yod (means seven hills) is the famous for tourists, who adore hiking, recreational attraction at Phattalung and Trang Provinces in Southern Thailand. However, there is no interpretation tool to give information, knowledge, and increasing awareness for tourist. Therefore, this article presents the development of natural resources educational sites into the printed media as the map of ecotourism trail at *Khao Jed Yod*, Phattalung and Trang Provinces, Thailand. The data was collected by in-depth and was interviewed

together with digital camera, voice recording, and the was note taken with six representatives from wildlife sanctuary rangers, local guides, and local wise people, as well as distinctive field was survey with the GPS on endangered species, native plants, and natural resources. After that, The collected data from in-depth interviews described, and they were analyzed and developed into the map by the GIS technology with an Arcview 3.2 program to explain in details of each position of the natural studied. Result found that this ecotourism trail map for hiking was long for about 30 kilometers for a round trip that was able to divide into two routes, either started to hike from Phatthalung Province or from Trang Province. Moreover, the ecotourism trail map had eight distinctive educational sites. Thesesiteswere:1)gianttrees, 2) big log, 3) black fern yard, 4) plants on shirt, 5) *Khao Jed Yod* (seven hills), 6) stone yard, 7) pine yard, and 8) top of Priwan waterfall which the tourist was able to see the endangered species at the site No.4 and 5; for example tapirs and bearcats.

Key Words: ecotourism trail¹, educational sites², endangered species³, native plants⁴, natural resources⁵

1. บทนำ

เขาเจ็ดยอด เป็นหนึ่งในแนวเขาของเทือกเขาบรรทัดที่ทอดตัวเป็นแนวยาว ในลักษณะทิศเหนือสู่ทิศใต้ กั้นระหว่างจังหวัดพัทลุง สตูล และตรัง (ดู Figure1) อยู่ภายใต้การดูแลของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 100 - 1,350 เมตร ประกอบด้วยป่าดิบชื้น และป่าดิบเขาที่มีลักษณะเป็นหุบเขา ลาดเขา และสันเขา นอกจากนี้ยังพบทุ่งหญ้าและป่าละเมาะกระจายเป็นหย่อมๆ จากระบบนิเวศที่มีความหลากหลายเช่นนี้ ส่งผลให้มีพืชและสัตว์หลากหลายชนิดด้วยเช่นกัน (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2546) รวมถึงเป็นเส้นทางท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวสามารถใช้เป็นเส้นทางในการเดินเท้าขึ้นสู่ยอดเขาเจ็ดยอดได้หลายเส้นทาง ได้แก่ นักท่องเที่ยวอาจเริ่มต้นเดินทางเท้าจากเส้นทางน้ำตกไพรวัลย์ น้ำตกโดนแพรทอง น้ำตกนกรำจังหวัดพัทลุงเส้นทางจากน้ำตกหนานสะตอ จังหวัดตรัง รวมถึงเส้นทางฝั่งจังหวัดสตูล แต่ในบทความฉบับนี้ขอเสนอเฉพาะเส้นทางเดินเท้าที่เริ่มต้นจากน้ำตกไพรวัลย์ จังหวัดพัทลุง และเส้นทางเดินเท้าที่เริ่มต้นจากน้ำตกหนานสะตอ จังหวัดตรัง เพียงแค่สองทาง เนื่องจากเส้นทางทั้งสองได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเป็นส่วนใหญ่ และมีวัตถุประสงค์ท้องถิ่นมีความรู้สามารถอธิบาย ในส่วนลักษณะพันธุ์พืชท้องถิ่นและสัตว์ป่าหายากบอกเล่าที่มาบริเวณของทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ และนำเสนอให้นักท่องเที่ยวเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ทั้งจากการบอกเล่าจากมัคคุเทศก์และการศึกษาด้วยตนเอง

เส้นทางเดินเท้าขึ้นเขาเจ็ดยอดทั้งสองเส้นทาง ล้วนมีเอกลักษณ์และจุดเด่นที่น่าสนใจ สามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวที่นิยมการเดินเท้าแบบผจญภัย เพื่อสัมผัสธรรมชาติได้อย่างแท้จริง ในการเดินแต่ละครั้งมัคคุเทศก์ท้องถิ่นต้องกำหนดจำนวนที่เหมาะสมของนักท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มประมาณ 3-5 คน เนื่องจากในการเดินท่องเที่ยวแต่ละครั้ง ใช้ระยะเวลาในการเดินเท้าขึ้นเขาเจ็ดยอดทั้งขึ้นและลงรวมสองเส้นทางใช้เวลาประมาณ 3 วัน 2 คืน ด้วยข้อจำกัดทั้งด้านระยะทาง ระยะเวลาและจำนวนคน รวมถึงลักษณะการเดินเท้าของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศภายในป่าดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าการเดินศึกษาธรรมชาติเขาเจ็ดยอด จัดเป็นการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในรูปแบบเข้มข้น หรือ Hard Ecotourism เนื่องจากมีรูปแบบการท่องเที่ยวผจญภัย มีข้อจำกัดในด้านของระยะทาง ระยะเวลา จำนวน และวัตถุประสงค์ของนักท่องเที่ยว รวมถึงทำให้นักท่องเที่ยวได้ความรู้ และเกิดความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมเป็นต้น (Weaver and Lawton, 2002)

ปัจจุบันเขาเจ็ดยอดได้รับความนิยมเป็นแหล่งท่องเที่ยว ที่มีชื่อเสียงในด้านความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ในเขตร้อนชื้นทั้งความงามของระบบนิเวศตามธรรมชาติของป่าไม้ นานาพรรณ และสัตว์ป่าหายาก ทำให้นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติให้ความสนใจ ในการเดินเท้าขึ้นไปสัมผัสหมอกหนาวและความงดงามของทิวทัศน์บนยอดเขาเป็นจำนวนมากในแต่ละปี นำมาซึ่งรายได้ของชาวบ้านจากการเป็นไกด์นำทางและลูกหาบขนสัมภาระให้แก่นักท่องเที่ยว รวมไปถึงการเพิ่มจำนวนมากขึ้นของจำนวนของนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังไม่มีกำหนดแนวทางหรือรูปแบบ การเดินเท้าขึ้นไปท่องเที่ยวบนเขาเจ็ดยอดอย่าง

ชัดเจน และหากนักท่องเที่ยวขาดจิตสำนึกในการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมอีกด้วยนั้น อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เสมือนเป็นการทำลายธรรมชาติและระบบนิเวศของพื้นที่ทั้งทางตรงและอ้อม ทำให้แหล่งท่องเที่ยวเกิดความเสื่อมโทรม อาจทำลายระบบนิเวศรวมถึงสภาพแวดล้อมดั้งเดิมโดยมิได้ตั้งใจ ส่งผลให้สภาพแวดล้อมขาดความยั่งยืนในอนาคต จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำเอาหลักการและวิธีการท่องเที่ยวเชิงนิเวศมาปฏิบัติใช้ กล่าวคือ มุ่งส่งเสริมให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้รับความรู้เกิดความเข้าใจ อีกทั้งยังตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญในการอนุรักษ์แหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาทรัพยากรท่องเที่ยวที่น่าสนใจ บนเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขาเจ็ดยอดจังหวัดพัทลุงและตรังและสำรวจเส้นทางในส่วนของสัตว์ป่าหายาก พันธุ์ไม้เฉพาะถิ่นรวมถึง

2.2 พัฒนาแผนที่แสดงจุดศึกษาธรรมชาติ บนเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขาเจ็ดยอดจังหวัดพัทลุง-ตรัง

2.3 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และประเมินความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวมัคคุเทศก์ท้องถิ่น ประชาชนชาวบ้านและตัวแทนเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต่อการใช้แผนที่แสดงจุดศึกษาธรรมชาติ บนเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขาเจ็ดยอด จังหวัดพัทลุง-ตรัง

3. ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมาพบว่า Chiou และ

คณะฯ(2010)ได้ทำการศึกษาเพื่อหาเส้นทางเดินเท้าที่เหมาะสมแก่นักท่องเที่ยวภายในอุทยานการเรียนรู้ซีถั่ว (Sitou Nature Education Area) เกาะไต้หวัน เพื่อเป็นทางเลือกในการตอบสนองที่ตรงตามวัตถุประสงค์ และข้อจำกัดในการเดินเที่ยวชมของแต่ละบุคคล โดยกำหนดปัจจัยด้านระยะเวลา และค่าระดับการเผาผลาญพลังงานจากการเดินมาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัจจัยจากเส้นทางทั้งหมด 16 เส้นทาง ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการนำ Global Positioning System GIS เข้ามาเพื่อวิเคราะห์และประมวลผลโดยมีการรวบรวมข้อมูลเส้นชั้นความสูง ระดับความลาดชัน และระยะทางแต่ละเส้นทางของเส้นทางเดินเพื่อวิเคราะห์การสูญเสียพลังงานและระยะเวลาที่ใช้ไปในแต่ละเส้นทาง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงข้อมูลความเป็นไปได้ของเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้จริงในอนาคต ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในรูปแบบของการรวบรวมข้อมูลพื้นที่วิจัยและทำการพัฒนาเครื่องมือให้มีความรู้ความเข้าใจแก่นักท่องเที่ยวให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยโดยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีแนวทางซึ่งคงไว้ซึ่งระบบนิเวศที่ยั่งยืนต่อไป

ดังนั้น บทความฉบับนี้จึงนำเสนอผลการศึกษาที่ได้จากการสัมภาษณ์ การสำรวจข้อมูลของตำแหน่งหรือจุดที่มีลักษณะเด่นเป็นเอกลักษณ์ที่น่าสนใจของเขาเจ็ดยอดใน 3 ประเภท กล่าวคือ 1) สัตว์ป่าหายาก 2) พันธุ์พืชท้องถิ่น และ 3) ทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ ของเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เขาเจ็ดยอด ในส่วนของจังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง เพื่อพัฒนาเป็นจุดศึกษาธรรมชาติและจัดทำเส้นทางเดินเท้าขึ้น

เขาเจ็ดยอดเป็นเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติระยะไกล(Hiking Trail) ที่เสมือนเป็นเครื่องมือในการศึกษาและให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติแก่นักท่องเที่ยว พร้อมแสดงรายละเอียดในรูปแบบของแผนที่ประกอบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ที่อธิบายรายละเอียดในแต่ละตำแหน่งของจุดศึกษาธรรมชาติ เป็นข้อมูลเชิงวิชาการในลักษณะข้อมูลปฐมภูมิ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดและการให้การศึกษาความรู้ ความเข้าใจและความตระหนักต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่มุ่งเน้นการท่องเที่ยวเชิงนิเวศด้วยการเลือกใช้สื่อสิ่งพิมพ์ประเภทแผนที่เพื่อนำเสนอจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอดจังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง

4. วิธีการดำเนินงาน

บทความวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอด ทั้งในส่วนของจังหวัดพัทลุงและตรัง เริ่มโดยทำการสัมภาษณ์ตัวแทนมัคคุเทศก์ท้องถิ่นตัวแทนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและตัวแทนประชาชนชาวบ้านในพื้นที่ ตัวแทนละ 2 คน รวมทั้งสิ้น 6 คนเกี่ยวกับข้อมูลเส้นทางเดินเท้าที่ใช้สำหรับการขึ้นไปบนยอดเขาเจ็ดยอดรวมถึงตำแหน่งที่สามารถพบสัตว์ป่าหายาก พันธุ์ไม้เฉพาะถิ่นและทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ ประกอบกับการบันทึกภาพและบันทึกเสียงผู้ให้สัมภาษณ์ และการจัดบันทึกบทสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่เป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 6 ท่าน จากนั้นใช้วิธีการศึกษาสำรวจและกำหนดเส้นทางโดยใช้ GPS ระบุตำแหน่งทุกๆระยะ 300 เมตรตลอดเส้นทางทั้งสองเส้นประกอบกับการบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัลและการจัดบันทึกรายละเอียดต่างๆ เพื่อนำรายละเอียดของจุดศึกษาธรรมชาติที่ได้ไปใส่ใน

แผนที่เส้นทางเดินเท้า โดยแปลงสภาพข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นสารสนเทศประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcView3.2 เพื่อแสดงผลในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ในรูปแบบของแผนที่แสดงจุดศึกษาธรรมชาติและเป็นแผนที่แสดงเส้นทางเดินเท้าของทั้งสองเส้นทาง

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ โปรแกรม ArcView3.2 เพื่อใช้ในการคำนวณข้อมูลเชิงพื้นที่และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนที่ และโปรแกรมด้านการสำรวจข้อมูลระยะไกล คือโปรแกรม Erdas Imagine 9.1(by Intergraph Corporation)ซึ่งนำมาใช้ในการถ่ายภาพดาวเทียมประกอบตำแหน่งบนเส้นทางที่ได้จากการกำหนดพิกัดโดย GPS และในส่วนของ การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ประชาชนชาวบ้านและ ไกด์นำทาง รวมทั้งสิ้น 6 ท่าน โดยการถามตอบด้วยคำถามเชิงลึกพร้อมทั้งจัดบันทึกบทสัมภาษณ์และบันทึกเสียงด้วยเครื่องบันทึกเสียงรวมถึงถ่ายภาพตำแหน่งที่น่าสนใจตลอดเส้นทางโดยผู้วิจัยได้ทำการถอดเทปบทสัมภาษณ์เพื่อวิเคราะห์ร่วมกับสิ่งที่น่าสนใจจากการสำรวจพื้นที่จริงโดยวิเคราะห์จากปัจจัยที่กำหนด ได้แก่ สัตว์ป่าหายาก พันธุ์พืชท้องถิ่นและทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจเพื่อกำหนดจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทาง

5. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าเส้นทางเดินเท้าเพื่อการสื่อความหมายทั้งสองเส้นทางรวมทั้งสิ้นมีระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร ประกอบไปด้วยจุดศึกษาธรรมชาติที่กำหนดขึ้นทั้ง 8 จุด (ดู Figure1) ดังต่อไปนี้

1.) ต้นไม้ยักษ์

จุดศึกษาธรรมชาติในจุดแรกมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นประมาณ 2.5 กิโลเมตร ถือเป็นจุดสังเกตของเส้นทางในการเดินขึ้นเขาเจ็ดยอด เนื่องจาก นักท่องเที่ยวจะได้พบต้นยวนผึ้ง อายุกว่า 100 ปี ตั้งตระหง่านต้อนรับนักท่องเที่ยวอีกทั้งยังสื่อความรู้ในส่วนของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นและยังมีพื้นที่ราบ ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถนั่งพักหรือตั้งแคมป์ได้

2.) ลานখনขวาง

จุดศึกษาธรรมชาตินี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 1 ประมาณ 1.2 กิโลเมตร เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวและผู้ที่ใช้เส้นทางนี้ ในการพักผ่อนและทำกิจกรรมต่างๆ เนื่องด้วยเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้ลำธารน้ำตกสามารถอุปโภคและบริโภคได้ อีกทั้งมีต้นไม้ใหญ่ล้อมขวางเส้นทางเดิน เป็น ที่ ส ่ง ก ะ ท ะ ห ึ ่น ไ ด้ ง ่าย จ ึ ่ง ไ ด้ ช ื่ อ ว่า ลานখনขวาง' อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ราบในบริเวณกว้าง สามารถรองรับเต็นท์ในการพักผ่อนได้ 9 – 10 หลัง

3.) ผาสดำ

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 2 ประมาณ 2.6 กิโลเมตร โดยต้องการสื่อในส่วนของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นชื่อ เฟิร์นมหาสดำ หรือเฟิร์นต้น (Fern tree) (Bystriskova et al., 2011) ซึ่งเป็นเฟิร์นโบราณที่มีลำต้นสูง 15-20 เมตร พบได้ที่ระดับความสูง 600-1,600 เมตร ในป่าดิบชื้นและป่าภูเขาสูง

4.) ต้นไม้ใส่เสื้อ

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 3 ประมาณ 1 กิโลเมตร เป็นจุดศึกษาธรรมชาติที่ต้องการสื่อความรู้ในส่วนของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นและเสมือนเป็นจุดบ่งชี้ตำแหน่งของระดับความสูงของเส้นทาง กล่าวคือเมื่อเส้นทาง

เริ่มไต่ระดับความสูงขึ้นจะพบว่า ไม้ยืนต้นจะค่อยๆ เตี้ยลงแปรผันกับระดับความสูงของเส้นทาง และบริเวณลำต้นและกิ่งจะมีพืชตระกูลเฟิร์นและมอสเกาะโดยรอบ ซึ่งจะดัชนีชี้วัดว่านักท่องเที่ยวกำลังเดินทางขึ้นสู่ยอดเขา

5.) ยอดเขา

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 4 ประมาณ 0.6 กิโลเมตร จุดศึกษาธรรมชาติที่สามารถสื่อความรู้ทั้งในเรื่องของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่มีลักษณะเป็นต้นไม้แคระ เช่น บัวแฉกใหญ่ บัวแฉกเล็ก หม้อข้าวหม้อแกงลิง สารภีดอย พวงตุ้มหู และกล้วยไม้สิงโตอาจารย์เต็มและคางกบถิ่นใต้ เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นจุดศึกษาสัตว์ป่าหายากที่สามารถพบได้บ่อย เช่น สมเสร็จ หมิวขอ เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่มีทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ กล่าวคือ แหล่งต้นน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของ น้ำตกไพรวัลย์ เป็นต้น ในบริเวณยอดมีพื้นที่ราบสำหรับการพักผ่อนได้ และลำธารสำหรับการบริโภค

6.) ลานหินแตก

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 2 ประมาณ 1.6 กิโลเมตร จุดศึกษาธรรมชาติที่ต้องการสื่อความรู้ในเรื่องของลักษณะทางธรณีวิทยาในส่วนของหินแกรนิต และเป็นตำแหน่งที่มีทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจเหมาะสำหรับการส่องนก ดูดาวและจัดกิจกรรมเรียนรู้ธรรมชาติแบบรอบกองไฟ

7.) ลานต้นสน

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 6 ประมาณ 5 กิโลเมตร จุดศึกษาธรรมชาติดังกล่าวต้องการสื่อความรู้ในส่วนของ สัตว์ป่าหายากโดยทำกิจกรรมส่องสัตว์ป่าหายาก เช่น กระเจง เลียงผา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เป็น

ต้น และเป็นจุดที่สามารถตั้งกล้องเพื่อดูนก เช่น นกเงือก นกกายัง ฯลฯ อีกทั้งยังมีพื้นที่ราบบริเวณกว้างสามารถตั้งกางเต็นท์และดูดาวได้ในเวลากลางคืน

8.) น้ำตกไพรวัลย์

จุดศึกษาธรรมชาติตำแหน่งนี้ห่างจากจุดศึกษาธรรมชาติจุดที่ 7 ประมาณ 7 กิโลเมตร เป็นจุดสุดท้ายของเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาเจ็ดยอดอยู่ในพื้นที่อำเภอ กงหรา จังหวัดพัทลุง มีจำนวนชั้นน้ำตกทั้งหมด 7 ชั้น คงไว้ซึ่งธรรมชาติและระบบนิเวศที่ค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถศึกษาทั้งในส่วนของพันธุ์ไม้ที่น่าสนใจและการส่องนก ได้แก่ นกปากห่าง นกกายัง นกหัวว่า นกบินหลาแดง เป็นต้น

จากผลการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยได้กำหนดเส้นทางศึกษาธรรมชาติจำนวน 2 เส้นทางและกำหนดจุดศึกษาธรรมชาติจำนวน 8 จุดโดยอ้างอิงจาก 3 ปัจจัยหลัก คือ 1) พันธุ์ไม้ท้องถิ่น ได้แก่ ต้นยวนผึ้ง เฟิร์นมหาสดำ บัวแฉกใหญ่ บัวแฉกเล็ก หม้อข้าวหม้อแกงลิง สารภีค้อย พวงตุ้มหู และกล้วยไม้สิงโตอาจารย์เต็มและคางกบถิ่นใต้ เป็นต้น 2) สัตว์ป่าหายาก ได้แก่ สมเสร็จ หมูขอ กวางแก้ง กระเจง นกเงือก นกกายัง เป็นต้น และ 3) ทรัพยากรธรรมชาติที่น่าสนใจ ได้แก่ ลานคอมมิวนิสต์ ลานต้นสนและลานหินแตก เป็นต้นที่ได้ทำการจัดหมวดหมู่เพื่อแยกประเภทความน่าสนใจและความแตกต่างในด้านของการสื่อความหมายทางธรรมชาติไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้นักท่องเที่ยวไม่เกิดความเบื่อหน่ายการเดินทาง ธรรมชาติ สร้างความแตกต่างเพื่อเป็นแรงจูงใจในการเดินทางบนเส้นทางที่ค่อนข้างลำบาก อีกทั้งยังระบุระยะห่างในแต่ละจุดไว้เพื่อเป็นแนวสำหรับการวางแผนเดินทางได้ตามความพอใจของแต่ละท่าน อีกทั้งในแผนที่แสดงจุดศึกษาธรรมชาติ

ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ ที่สื่อให้เห็นถึงลักษณะเด่นของแต่ละจุด เช่น จุดศึกษาธรรมชาติที่สามารถใช้เป็นที่พักแรมค้างคืนได้ ซึ่งถือเป็นประโยชน์ต่อนักท่องเที่ยวในการวางแผนหรือบริหารเวลาในการเดินเท้า เป็นต้น ซึ่งหากศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะพบว่า มีความแตกต่างของจำนวนเส้นทางรวมถึงลักษณะของเส้นทางและรูปแบบในการเดินศึกษาที่ต่างกันไปตามจุดประสงค์ของงานวิจัยนั้นๆ ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Chiou และ คณะ (2010) ได้ทำการศึกษาและกำหนดเส้นทางศึกษาธรรมชาติ 16 เส้นทางตามเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ของงานวิจัยซึ่งอย่างไรก็ดี งานวิจัยฉบับนี้และงานวิจัยของ Chiou และ คณะ (2010) ที่ได้กล่าวมาในข้างต้นได้มีการนำ Global Positioning System GIS เข้ามาเพื่อวิเคราะห์และประมวลผลเส้นทางในรูปแบบของแผนที่เช่นเดียวกันเพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นทางที่แน่นอน จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาและผลิตแผนที่โดยการนำ GIS มาประยุกต์ใช้เพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อีกทั้งยังนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วมกับชาวบ้านในพื้นที่จากการสัมภาษณ์เชิงลึกพร้อมบันทึกข้อมูลประกอบการสำรวจจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bernard และคณะ (2010)) ศึกษาวิธีการทำแผนที่การใช้ทรัพยากรของชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่เขตสงวนของเมือง Maués รัฐ Amazonia ประเทศบราซิล โดยการสำรวจพื้นที่และสัมภาษณ์ชาวบ้านในพื้นที่ โดยชาวบ้านเป็นผู้ระบุตำแหน่งพื้นที่จริงบนภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ เช่น พื้นที่อยู่อาศัยและการใช้ทรัพยากร เป็นต้น โดยข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้ถูกนำมาจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดทำเป็นแผนที่และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการมีส่วนร่วม

ร่วมของประชาชน(Participatory Geographic Information System: PGIS) เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลร่วมกัน และแสดงผลออกมาในรูปแบบของ แผนที่สังคมเศรษฐกิจเพื่อช่วยในการจัดการทรัพยากร ซึ่งเห็นได้ว่าการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นแนวทางในการจัดการเพื่อคงไว้ซึ่งความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวางและเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง

6. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ให้สาระสำคัญในการพัฒนาแผนที่และคู่มือแสดงจุดศึกษาธรรมชาติเขาเจ็ดยอด ในเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (Ecotourism) จังหวัดพัทลุงและตรัง มุ่งหวังเพื่อเป็นแนวทางให้นักท่องเที่ยวเกิดการเรียนรู้จากการท่องเที่ยวโดยมีแผนที่และคู่มือเป็นเครื่องมือสื่อความหมาย อีกทั้งยังสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ธรรมชาติโดยการร่วมมือกับชุมชนท้องถิ่นทำหน้าที่เป็นไกด์นำทางและให้ความรู้ในส่วนของปราชญ์ชาวบ้านที่ไม่สามารถหาได้ในห้องเรียนหรือหนังสือ ทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความตระหนักในคุณค่าของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การปลูกฝังจิตสำนึกให้ทุกฝ่ายร่วมกันรับผิดชอบต่อระบบนิเวศและพัฒนาอย่างยั่งยืน

7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการพัฒนาแผนที่เบื้องต้นสำหรับประกอบการเดินศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางท่องเที่ยวเขาเจ็ดยอดทั้งในส่วน of จังหวัดตรังและจังหวัดพัทลุง โดยมีการระบุตำแหน่งศึกษาธรรมชาติที่น่าสนใจเพื่อให้ความรู้และสร้างความเข้าใจแก่นักท่องเที่ยว อีกทั้งยังส่งเสริมให้เกิดความตระหนักในคงไว้ซึ่ง

ธรรมชาติที่สมบูรณ์และหลีกเลี่ยงการทำลายระบบนิเวศรวมถึงสิ่งแวดล้อมตลอดเส้นทาง พร้อมทั้งได้ระบุสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อความง่ายต่อการเข้าใจ โดยมีการอธิบายแต่ละตำแหน่งอย่างชัดเจน ทว่าแผนที่ฉบับเบื้องต้นดังกล่าว ทำการวิจัยและระบุเนื้อหาในแต่ละตำแหน่งในลักษณะของข้อมูลเบื้องต้นและอาจมีครอบคลุมตำแหน่งอื่นๆ ซึ่งอาจมีความน่าสนใจแตกต่างกันไป หากแต่ยังมีได้มีการสำรวจเพื่องานวิจัยต่อไปในอนาคต

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการพัฒนาจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอดจังหวัดพัทลุง-ตรังได้รับการสนับสนุนเงินวิจัยจากสถานวิจัยการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศพื้นที่ภาคใต้แบบบูรณาการ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเทือกเขาบรรทัด พราณและไกด์นำทางทุกท่าน รวมถึงปราชญ์ชาวบ้านที่ร่วมเป็นส่วนหนึ่งในทีมการสำรวจพื้นที่เส้นทางตลอดการวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

- Bernard. E., Barbosa. L. and Carvalho. R. 2010. Participatory GIS in a sustainable use reserve in Brazilian Amazonia: Implications for management and conservation. Cidade Universitaria
- Bystriakova, N., Bader, M. and Coomes, D.A. (2011) Long-term tree fern dynamics linked to disturbance and shade tolerance. *Journal of Vegetation Science* 22, 72–84.

Chiou R. Chyi, Tsai L. Wei and Leung F. Yu. 2010. A GIS-dynamic segmentation approach to planning travel routes on forest trail networks in Central Taiwan.

North Carolina State University

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2546. National Parks Conservation bureau. (online) source <http://www.dnp.go.th/> date search (13/5/2554).

Weaver D. and Lawton L. 2002. **Tourism Management**. John Wiley and Sons Australia, Ltd. Queensland, Australia

ผลของระดับความเค็มในน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ
สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*), สาหร่ายขนนก (*Caulerpa sertularioides*)
และสาหร่ายข้อ (*Gracilaria salicornia*)

Effect of the optimum salinity in the effluent on the growth of
Caulerpa lentillifera, *Caulerpa sertularioides* and *Gracilaria salicornia*

เฉลิมภรณ์ กลับคง^{1,*}, สมหมาย เขียววารีสังจะ² และพนาลี ชีวภิกษการ¹

¹คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

²ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ .หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

*ผู้ติดต่อ: mizzmizz_kong12@hotmail.com และ mizzkhwan@gmail.com, 0897356726

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น *Caulerpa lentillifera* สาหร่ายขนนก *Caulerpa sertularioides* และสาหร่ายข้อ *Gracilaria salicornia* ในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความเค็ม 4 ระดับ คือ 15 20 25 และ 30 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ระดับละ 3 ซ้ำ ภายในระยะเวลา 28 วัน ทำการทดลองที่โรงเพาะฟักน้ำกร่อยมีหลังคาคลุมในวิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ โดยมีหลอดแก้วลงใน ถังพลาสติกกลม สีขาวปริมาตรน้ำ 10 ลิตร และมีการเติมอากาศ พบว่าสาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายขนนก และสาหร่ายข้อ สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดการเลี้ยงในระดับความเค็มตั้งแต่ 25-30 ส่วนในพันส่วน มีการเจริญเติบโตได้ดีในระดับความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน โดยระยะเวลาที่ให้ผลผลิตสูงสุดในการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 28, 28 และ 20 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเป็น 26.1333±0.6110, 10.5667±0.6028 และ 12.30±0.8185 กรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมีค่าเป็น 0.5762±0.0218, 0.0202±0.0215 และ 0.1150±0.0409 กรัมต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าเป็นร้อยละ 3.4302±0.0832, 0.1930±0.2030 และ 1.0278±0.3294 ต่อวัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: สาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายขนนก สาหร่ายข้อ ความเค็ม การเจริญเติบโต

Abstract

Study on growth of *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa sertularioides* and *Gracilaria salicornia* cultured at the effluent from the culture of *Litopenaeus vannamei* in the salinity levels of 15 20 25 and 30 parts per thousand (ppt) within 28 days was conducted in Tinsulanonda Fisheries College hatchery. They were cultured with aeration, hanged on the tube with 10 liters seawater in the plastic tanks. It found that *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa sertularioides* and *Gracilaria salicornia* grew on the salinity levels at 25-30 ppt. The optimum salinity was 30 ppt, the harvesting periods were 28, 28 and 20 days, the average daily grain (ADG) were 0.5762±0.0218, 0.0202±0.0215 and 0.1150±0.0409grams per day and the specific growth rate (SGR) were 3.4302±0.0832, 0.1930±0.2030 and 1.0278±0.3294 percentages per day respectively.

Keywords: *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa sertularioides*, *Gracilaria salicornia*, salinity growth

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทยในปัจจุบันเป็นอาชีพหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการนำรายได้จากการส่งออกกุ้งเข้าสู่ประเทศไทยเป็นจำนวนมาก น้ำทะเลจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงกุ้งทะเล ซึ่งนอกจากจะต้องมีปริมาณเพียงพอแล้ว ยังต้องมีคุณภาพน้ำที่ดีเพื่อทำให้การเลี้ยงกุ้งทะเลประสบความสำเร็จ [1] นอกจากนี้ประเทศไทยยังมุ่งเน้นการเลี้ยงกุ้งทะเลแบบระบบปิดหมุนเวียนหรือระบบการจัดการแบบหมุนเวียนน้ำ โดยจะมีการนำน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งทะเลกลับมาใช้ใหม่ [2], [3], [4] ซึ่งน้ำทิ้งที่ระบายออกมาจากบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลมักมีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณสูง โดยปะปนมากับตะกอนเลนจากการถ่ายเทน้ำทิ้งหลังจากการเลี้ยงไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำนั้นจะอยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และออร์โธฟอสเฟต [4], [5], [6], [10]

การบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งทะเลมีหลายวิธี เช่น การบำบัดน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมีจะมีกระบวนการกำจัดด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ การกรอง การตกตะกอนโดยการสร้างบ่อพัก หรือมีการเติมสารส้มและลดความเป็นกรดโดยการเติมปูนขาว เป็นต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ใช้ต้นทุนสูง ส่วนการบำบัดน้ำทิ้งทางชีวภาพนั้นนักวิชาการเชื่อว่าเป็นระบบการจัดการคุณภาพน้ำที่สามารถลดปริมาณธาตุอาหารและสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งทะเลหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมีการใช้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เป็นตัวช่วยเสริมในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนการนำกลับมาใช้ใหม่ วิธีการนี้มีรูปแบบกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ต้นทุนต่ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [7] สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการบำบัดทางชีวภาพนี้ ส่วนใหญ่จะใช้สัตว์จำพวกหอย ฟิชน้ำหวาน้ำทะเล และสาหร่ายทะเล เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายทะเล มีประสิทธิภาพในการบำบัดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แต่การดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ ก็จะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ

ด้วย เช่น อุณหภูมิ แสง และความเค็ม ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทะเล ในทางกลับกันระบบการบำบัดโดยใช้สาหร่ายทะเล จะมีความผันแปรของคุณภาพน้ำค่อนข้างมาก ซึ่งสาหร่ายทะเลแต่ละชนิดมีความทนทานต่อความเค็มของน้ำทะเลที่แตกต่างกัน มีข้อสังเกตในเขตชายฝั่งทะเลความเค็มจะลดต่ำลงตามอิทธิพลของมวลน้ำจืดที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ทำให้พบว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติปัจจัยเรื่องความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงเกิดข้อสันนิษฐานในการทดลองครั้งนี้ คือ หากระดับความเค็มของน้ำไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายทะเล อาจทำให้สาหร่ายทะเลไม่เจริญเติบโตและอาจทำให้สาหร่ายทะเลเกิดการตายได้เช่นเดียวกัน

แนวคิดที่นำมาศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ตัวแปรของระดับความเค็มของน้ำทิ้งในระดับต่าง ๆ อาจมีผลทำให้สาหร่ายทะเล 3 ชนิดที่ทำการทดลองครั้งนี้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และระดับความเค็มที่เหมาะสมอาจทำให้สาหร่ายทะเลทั้ง 3 ชนิด มีการเจริญเติบโตดีและได้ผลผลิตที่สูง จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจต่อการทดลองนี้เพื่อนำไปขยายผลให้ได้ประโยชน์และผลผลิตคุ้มค่ามากที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของระดับความเค็มของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายขนนก และสาหร่ายข้อ

วิธีการดำเนินการ

สถานที่ศึกษา

ดำเนินการทดลองวิจัย ณ โรงเพาะฟักน้ำกร่อย วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สงขลา

แบบแผนการวิจัย

- การรวบรวมพันธุ์สาหร่าย

การทดลองในครั้งนี้รวบรวมพันธุ์สาหร่ายขนนก จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดกระบี่ และหน่วยวิจัยสาหร่ายฯ ภาควิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่ ส่วนสาหร่ายพวงองุ่นและ
สาหร่ายข้อรวบรวมนพันธุ์จากหน่วยวิจัยสาหร่ายฯ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

- ศึกษาระดับความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของสาหร่ายทะเล

ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายทะเลที่มีความ
หนาแน่นรวม 1.0 กรัมต่อลิตร ที่ระดับความเค็ม 4
ระดับ ได้แก่ 15 20 25 และ 30 แต่ละระดับความเค็ม
มี 3 ซ้ำ โดยจับฉลากสุ่มความเค็มของน้ำแต่ละถัง ให้
อากาศทุกถังการทดลอง

วิธีการทดลอง

- เตรียมน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
ให้ได้ระดับความเค็มของน้ำตามที่กำหนด จากนั้นสูบน้ำ
โดยผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร
ถึงพลาสติกขนาด 15 ลิตร ปริมาตร 10 ลิตร ความ
เค็มแต่ละระดับช่วงแรกก่อนเริ่มการศึกษาจะมีการ
ค่อย ๆ ปรับความเค็มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่
ต้องการ เพื่อลดภาวะสาหร่ายเกิดสภาวะเครียด และ
ตาย

- ชั่งสาหร่ายทะเล 10 กรัม ด้วยเครื่องชั่ง
ทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วใส่ลงถึงพลาสติก โดยใช้
หลอดแก้วถ่วงให้สาหร่ายทะเลจม

- วางแผนการทดลองโดยแบ่งชุดการ
ทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง การทดลองละ 3
ซ้ำ โดยมีชุดไม่ใช้สาหร่าย (ควบคุม) ชุดสาหร่ายพวง
องุ่น (*Caulerpa lentillifera*) ชุดสาหร่ายขนนก
(*Caulerpa sertularioides*) และชุดสาหร่ายข้อ
(*Gracilaria salicornia*) ให้อากาศตลอดระยะเวลา
การทดลองโดยใช้หัวทราย

- ชั่งสาหร่ายทุก ๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 28
วัน รักษาระดับความเค็มของน้ำให้คงที่และปริมาตร
น้ำให้อยู่ในระดับ 10 ลิตร โดยการเพิ่มน้ำ ตลอด
ระยะเวลาการทดลอง จัดบันทึกลักษณะของสาหร่าย

การเก็บข้อมูล

- การสังเกตลักษณะทั่วไปของการ
เปลี่ยนแปลง โดยสังเกตด้วยสายตาถึงลักษณะการ
เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในถังพลาสติก

- เก็บข้อมูลน้ำหนักของสาหร่ายก่อนและหลัง
การทดลองทุกชุดการทดลองเพื่อศึกษาอัตราการ
เจริญเติบโต (Average Daily Growth: ADG) (กรัม/
วัน) (1) [9]

$$\text{จากสูตร ADG} = \frac{(w_2 - w_1)}{t}$$

เมื่อ w_1 = น้ำหนักเมื่อเริ่มเลี้ยง (กรัม)

w_2 = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)

t = ระยะเวลา (วัน)

และศึกษาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific
Growth Rate: SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน) (2) [9]

$$\text{จากสูตร SGR} = \frac{[\ln(w_{t2}) - \ln(w_{t1})] \times 100}{t}$$

เมื่อ w_{t1} = น้ำหนักสดที่เวลา t_1 (กรัม)

w_{t2} = น้ำหนักสดที่เวลา t_2 (กรัม)

t = ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งบางประการ
จากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ณ วิทยาลัยประมงติณ
สูลานนท์ [8]

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	ค่าที่ได้
ความเข้มแสง	lux	1844-4380
ความเป็นกรดต่าง	-	8.2
ออกซิเจนละลายน้ำ	Mg/L	6.98
อุณหภูมิ	°C	27-29
ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด	Mg/L	0.1005

- เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ เช่น อุณหภูมิ น้ำ
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเค็ม และพีเอช

- การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์
ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลในระหว่างชุดการ

ทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และ Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0 และ Microsoft office Excel 20013

ผลการศึกษา

สาหร่ายพวงองุ่น

สาหร่ายพวงองุ่นค่าการเจริญเติบโตที่น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 26.1333 ± 0.6110 กรัม ณ ระดับความเค็ม 30 ppt อายุการเลี้ยง 28 วัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.5762 ± 0.0218 กรัมต่อวัน และมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเป็นร้อยละ 3.4302 ± 0.0832 ต่อวัน แต่ที่ระดับความเค็ม 30 ppt อายุการเลี้ยง 10 วัน มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด 0.8033 ± 0.1193 กรัมต่อวัน และมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุดเป็นร้อยละ 5.8815 ± 0.6718 ต่อวัน

สาหร่ายขนนก

สาหร่ายขนนกมีค่าการเจริญเติบโตที่น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 10.5667 ± 0.6028 กรัม ณ ระดับความเค็ม 30 ppt อายุการเลี้ยง 28 วัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.0202 ± 0.0215 กรัมต่อวัน และมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเป็นร้อยละ 0.1930 ± 0.2030 ต่อวัน

สาหร่ายข้อ

สาหร่ายข้อมีค่าการเจริญเติบโตที่น้ำหนักสูงสุดเฉลี่ย 12.30 ± 0.8185 กรัม ณ ระดับความเค็ม 30 ppt อายุการเลี้ยง 20 วัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.1150 ± 0.0409 กรัมต่อวัน และมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเป็นร้อยละ 1.0278 ± 0.3294 ต่อวัน แต่ที่ระดับความเค็ม 30 ppt อายุการเลี้ยง 5 วัน มีค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด 0.2467 ± 0.0503 กรัมต่อวัน และมีค่าอัตราการ

เจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุดเป็นร้อยละ 2.3227 ± 0.4472 ต่อวัน

สรุปผลการวิจัย

ความเค็มของน้ำทิ้งมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทะเลทั้ง 3 ชนิด โดยที่ระดับความเค็มที่เหมาะสมของสาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายขนนก และสาหร่ายข้ออยู่ที่ระดับความเค็ม 30 ppt

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้จะสำเร็จไม่ได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัยจากทุนบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2555 ความเอื้อเฟื้อจากวิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดกระบี่ร่วมไปถึงหน่วยวิจัยสาหร่ายและหญ้าทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สาหร่ายทะเลเพื่อใช้ในการทดลอง และทำยี่สิบสี่ชั่วโมงขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. สมหมาย เขียววารีสัจจะ รศ. ดร. พนาลี ชีวกิตติการ และบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือการทำงานวิจัยทุก ๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชลธิชา สืบวัฒนพงษ์กุล, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, วิชาภา ภูจินดา และภักพงค์ ปวงสุข (2552). การศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา (*Spirulina platensis*). ว. การจัดการสิ่งแวดล้อม 5: 1-11.
- [2] ชลอ ลี้มสุวรรณ (2543). กุ้งไทย 2000 สุขุขุมยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์. 260 น.
- [3] ชัชวาล อินทรมนตรี, พุทธ ส่องแสงจินดา และลักขณา ละอองศิริวงศ์ (2553). คุณภาพน้ำทิ้งของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด:กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา. เข้าถึงจาก <https://www.aquathai>.

org/gallery/2010/20101029/00833.pdf เข้าถึง
เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2554.

[4] นิสราภรณ์ ภัคดีภักดิ์ และจิรวรรณ เพ็ชรสุทธิ
(2551). การเจริญเติบโตของสาหร่าย (*Caulerpa
lentillifera*) J. Agardh). ว. วิจัยรามคำแหง 11: 31-
45.

[5] วลีรัตน์ มุสิกะสังข์ และพุทธ ส่องแสงจินดา
(2547). ประสิทธิภาพและดุลไนโตรเจนของการบำบัด
จากบ่อเลี้ยงกุ้งระบบหมุนเวียนโดยใช้สาหร่ายพวง
อุ้ง (*Caulerpa lentillifera*) J. Agardh). รายงาน
การสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2547. สงขลา:
สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.
439-447.

[6] ศุภมาส สุทธิเนียม, สมหมาย เขียววาริสังจะ,
จารุณี เขียววาริสังจะ และคมน์ ศิลปาจารย์ (2552).
ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของ
สาหร่ายขนนก (*Caulerpa sertularioides*) ในน้ำทิ้ง
จากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนา. ว. การ
ประมง 62: 215-220.

[7] สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
(2545). ตำรา ระเบียบ บำบัดมลพิษน้ำ.
กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่ง
ประเทศไทย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวง
อุตสาหกรรม.

[8] APHA, AWWA and WECF (2012). Standard
Methods for the Examination of Water and
Wastewater, 22th edition. Washington DC:
American Public Health Association. 1496 pp.

[9] Lobban, C. S. and Harrison, P. J. (1994).
Seaweeds Ecology and Physiology. Cambridge:
Cambridge University Press.

[10] Marinho-Soriano, E., Nunes, S. O.,
Carneiro, M. A. A. and Pereira, D.C. (2009).
Nutrients' removal from aquaculture
wastewater using the macroalgae *Gracilaria
birdiae*. Biomass and Bioenergy 33: 327-331.

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมน้ำยางข้น โดยการประเมินวัฏจักรชีวิต

Environmental Impact Assessment of Concentrated Latex Industry by Life Cycle Assessment.

ปาจรีย์ เอียดแก้ว^{1*}, ธันวดี สุขสาโรจน์², วาริต เจาะจิตต์³

Pajaree Eardkaew^{1*}, Thunwadee Suksaroj², Warit Jawjit³

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท; ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตู๊ ปณ.50 ต.คอหงส์, อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา, 90112

³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สำนักวิชาสหเวชศาสตร์ และสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ต.ไทยบุรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

โทรศัพท์: 084-8373422, E-mail : wpe_027@hotmail.com

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมน้ำยางข้น เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ และการจ้างงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกยางพาราที่ให้ผลผลิตเป็นน้ำยางสด เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้อุตสาหกรรมน้ำยางข้นยังจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงทั้งในตลาดภายในประเทศ และต่างประเทศ เนื่องจากน้ำยางข้นที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ได้อีกมากมาย อาทิ เช่น อุตสาหกรรมถุงมือยาง อุตสาหกรรมยางรถยนต์ และอุตสาหกรรมยางยืด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ย่อมก่อให้เกิดของเสีย และน้ำเสีย ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหา และผลกระทบตามมาอีกด้วย

งานวิจัยนี้ เป็นการนำการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) มาเป็นเครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม เพื่อทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ในวัฏจักรของน้ำยางข้น เพื่อให้ทราบถึงความเกี่ยวข้องระหว่างขั้นตอนการผลิตกับผลกระทบประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้น และนำไปสู่การหาแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อลดผลกระทบนั้นๆ ให้เกิดขึ้นน้อยลง โดยใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้ทรัพยากร และพลังงาน รวมถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งแบ่งการพิจารณาทั้งวัฏจักรออกเป็น 3 ระบบหลัก คือ ระบบการปลูกยาง ระบบการขนส่งน้ำยางดิบ และระบบการผลิตน้ำยางข้น ครอบคลุม 5 ระบบย่อย ได้แก่ การเพาะกล้ายาง การเตรียมแปลงปลูกยางพารา การปลูกและการดูแลยางพารา การขนส่งน้ำยางดิบ และการผลิตน้ำยางข้น ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษามี 5 ประเภท คือ การเกิดสภาวะโลกร้อน สภาวะหมอกพิษ สภาวะฝนกรด สภาวะการแพร่กระจายของพีชีน้ำ และความเป็นพิษต่อมนุษย์ จากผลการศึกษาพบว่า ระบบการผลิตน้ำยางข้น ส่งผลให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในทุกประเภทที่ทำการศึกษา ซึ่งก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนมากที่สุด เนื่องจากการปลดปล่อย CO₂ ออกมาจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในการปั่นเหวี่ยงน้ำยางสด เพื่อผลิตเป็นน้ำยางข้น

คำหลัก: การประเมินวัฏจักรชีวิต, ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, อุตสาหกรรมน้ำยางข้น

Abstract

This research used the Life Cycle Assessment (LCA) as a tool to evaluate the environmental performance of Concentrated Latex Industry. LCA will give to the relationship between the production and impact by identifying of energy, resources used and waste released. After applying LCA, the options for process improvement can be found and operate to reduce the impact. Defined by the functional unit (FU) 1 ton of concentrated latex 1 ton, the scope of this study focused any from raw materials to the waste disposal (Cradle to gate approach). The primary and secondary data of two concentrated latex manufactures were collected using questionnaires and interviews. The system boundary was divided into three main systems (rubber trees, latex transportation and concentrated latex), five sub-systems (rubber seedling nursery, rubber plantations, rubber garden maintenance later, transportation and concentrated latex process). Five environmental impacts considered in this study included global warming, smog, acidification, eutrophication and human Toxicity. The results indicated that concentrated latex production sub-system and global warming impact have the largest contribution on overall environmental impact in comparing with other sub-systems and other impacts. The electricity of latex centrifugation is the most important activity released CO₂. According to reduce the global warming impact, so many plants should focus on measures to reduce energy in the production process. The impact reduction can be achieved by using a pulley system to adjust the appropriate blender speed instead of the manual systems, causing loss of power in start period. The results of this study can also be used for a planning to enhance the environment, and production efficiencies of concentrated latex industry.

Keyword: Life Cycle Assessment, Environmental Impact, Concentrated Latex Industry

1. บทนำ

ยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะถูกส่งต่อไปยังอุตสาหกรรมยางขึ้นต้น ได้แก่ อุตสาหกรรมน้ำยางขึ้น ยางแท่ง และยางแผ่นรมควัน ซึ่งกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยางขึ้นต้นดังกล่าวนี้ ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาด้วย ดังนั้นผู้วิจัยได้นำการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) มาเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการดำเนินงานทางสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้น โดยศึกษาข้อมูลการใช้ทรัพยากร พลังงาน การปลดปล่อยของเสียตลอดวัฏจักรชีวิต เพื่อทราบถึงความเกี่ยวข้องระหว่างขั้นตอนการผลิตกับผลกระทบที่เกิดขึ้น และสามารถนำประเด็นปัญหาที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตมาวางแผนเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำยางขึ้น และปรับปรุงพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลการใช้ทรัพยากร พลังงาน การปลดปล่อยของเสีย และประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของน้ำยางขึ้น

2.2 เพื่อศึกษาหาทางเลือกการใช้เทคโนโลยีสะอาดนำไปสู่การหาแนวทางเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ต่อไป

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานตามระเบียบวิธีวิจัยที่กำหนดในมาตรฐาน ISO 14040

ของ Wenzel *et al.* (1997) [1] เรื่องการประเมินวัฏจักรชีวิต ซึ่งมี 4 ขั้นตอนหลักที่สำคัญคือ

(1) การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and Scope definition) โดยกำหนดหน่วยหน้าที่ (Functional unit) คือ น้ำยางขึ้น 1 ตัน ครอบคลุมตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบจนถึงการผลิตผลิตภัณฑ์

(2) การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Inventory analysis) โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปฏิกิริยาและพฤติกรรมของโรงงานน้ำยางขึ้นจำนวน 2 โรงงาน แบ่งการพิจารณาเป็น 3 ระบบหลัก คือ ระบบการปลูกยาง ระบบการขนส่งน้ำยางดิบ และระบบการผลิตน้ำยางขึ้น ครอบคลุม 5 ระบบย่อย ได้แก่ การเพาะกล้ายาง การเตรียมพื้นที่ปลูก การบำรุงรักษายางพารา การขนส่งน้ำยางดิบ และการผลิตน้ำยางขึ้น โดยนำมาหาค่าการปลดปล่อยมลสารของมลสารแต่ละชนิดต่อหน่วยหน้าที่ที่กำหนดไว้ โดยใช้ Emission factor

(3) การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Impact assessment) โดยรายงานผลเป็นค่าความสามารถในการเกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ต่อหน่วยทำงานที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษา ซึ่งใช้ฐานข้อมูลของ The Centre of Environmental Science (CML, 1995) [2] ในการศึกษาผลกระทบ 5 ประเภท คือ การเกิดสภาวะโลกร้อน หมอกพิษ ฝนกรด การแพร่กระจายของพีชน้ำ และความเป็นพิษต่อมนุษย์

(4) แปรและวิเคราะห์ผล เพื่อปรับปรุงทางสิ่งแวดล้อม (Interpretation and improvement analysis)

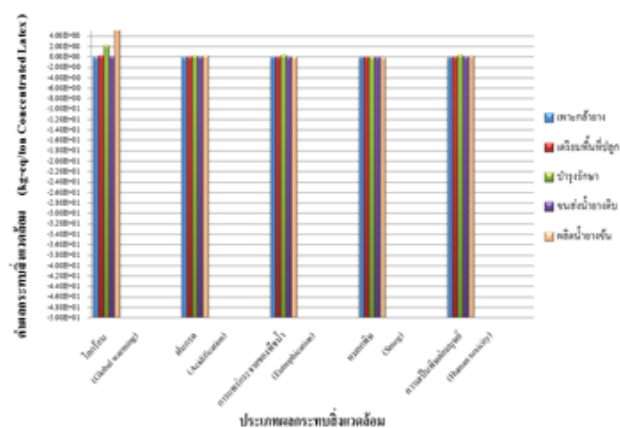
4. ผลการศึกษา

จากการศึกษา โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถนำมาจัดทำบัญชีรายการของระบบต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในขอบเขตข้างต้น ดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณระดับกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อมในวัฏจักรชีวิตของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นที่กำลังการผลิต 1 ตัน

ระบบย่อย	กิจกรรม	ปริมาณ	หน่วย
เพาะกล้ายาง	-ใช้ปุ๋ย N	0.7388	กิโลกรัม
	-ใช้ปุ๋ย P	0.2067	
	-ใช้ปุ๋ย K	0.2067	
เตรียมพื้นที่ปลูก	-ระยะทาง	6.75	กิโลเมตร
บำรุงรักษา	-ใช้ปุ๋ย N	142.669	กิโลกรัม
	-ใช้ปุ๋ย P	62.979	
	-ใช้ปุ๋ย K	160.503	
ขนส่งน้ำยางดิบ	-ระยะทาง	23.46	กิโลเมตร
ผลิตน้ำยางชั้น	-น้ำยางสด		
	-NH ₃	2.2038	ตัน
	-TMTD	0.0997	ตัน
	-ZnO	0.0015	ตัน
	-DAP	0.0015	ตัน
	-lauric acid	0.0256	ตัน
	-ไฟฟ้า	135.5377	kWh

ซึ่งผลจากการวิเคราะห์บัญชีรายการ ของระบบย่อยต่างๆ ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับความสามารถในการเกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้นเปรียบเทียบระหว่างระบบต่างๆ ที่ศึกษา

จากรูปที่ 1 เมื่อทำการเปรียบเทียบระบบย่อยที่ศึกษากับผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่าระบบการผลิตน้ำยางชั้นมีการปลดปล่อยมลสารที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด อันเนื่องมาจากกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในการปั่นเหวี่ยงน้ำยางสดเพื่อผลิตเป็นน้ำยางชั้น ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ มาก และส่งผลต่อการเกิดสถานะโลกร้อนมากที่สุด คือ 1.14E+02 Kg-CO₂-eq/ton น้ำยางชั้น รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยในการบำรุงรักษาต้นยางพารา ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบประเภทเดียวกันที่ 2.19E+00 Kg-CO₂-eq/ton น้ำยางชั้น ส่วนในระบบย่อยอื่นๆ มีความสัมพันธ์กับค่าการเกิดผลกระทบที่ใกล้เคียงกัน โดยไม่เกิน 1 Kg-eq/ton น้ำยางชั้น ดังนั้น ภาคอุตสาหกรรมจึงควรตระหนักและให้ความสำคัญในการหามาตรการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตให้น้อยลง เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นตามมา

5. สรุปผลและวิจารณ์ผล

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในวัฏจักรชีวิตของอุตสาหกรรมน้ำยางชั้น ทำให้ทราบว่า

การใช้ไฟฟ้าในระบบการผลิตน้ำยางข้น เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ดังนั้น ผู้ประกอบการสามารถนำประเด็นปัญหาที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตมาใช้วางแผนหาทางเลือกในการลดปัญหาเหล่านั้นให้น้อยลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การจัดการสิ่งแวดล้อม และต่อยอดพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

Wenzel, H., Hauschild, M., and Alting, L.
1997. Methodology tool and case studies in product development. Environmental Assessment of Products. Chapman&Hall., London.
CML (Centre of Environmental Science).
1995. Beginning LCA, A Guide into Life Cycle Assessment. Leiden University. Netherlands.
www.iedenuniv.nl/interfac/cml/index.html

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาว เป็นองค์ประกอบ

Development of Computer Program for simulation and Identification of Esters Long Chain Alcohol and Fatty Acid

ดิฉันทน์ จุ่มอิน^{๑*} นันทรัตน์ สุขปัญญา^๑ อริย์พงศ์ อารีเวชศรีมงคล^๑ และสุริยา พันธุ์โกศล^๒

^๑ สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

เลขที่ ๔๖ ถนนจรัญสนิทวงศ์ ๑๐ แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

^๒ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เลขที่ ๑๐๑๖ ถ.อิสรภาพ ซอย ๑๕ แขวงหิรัญบุรี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

*ผู้ติดต่อ: E-mail thinnaphop@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ ๐๒-๒๘๗๘-๕๐๐๓,

เบอร์โทรสาร ๐๒-๒๘๗๘-๕๐๐๗, ๐๒-๒๘๗๘-๕๐๑๒

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาว (Esters Long Chain Alcohol and Fatty Acid, FALCA) เป็นองค์ประกอบโดยใช้ Visual Basic .NET ในการพัฒนาโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) โปรแกรมการจำลองสภาวะการทดลองเพื่อหาค่าเวลาคงค้าง (t_R) ที่เหมาะสมของ FALCA และ (2) โปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ที่โดยเงื่อนไขของสภาวะอุณหภูมิคงที่ทั้งสองโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้คาดว่าจะสามารถช่วยในการออกแบบสภาวะการทดลอง ลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง และระยะเวลาในการคำนวณต่างๆ ลงได้เป็นอย่างมาก

คำหลัก: การจำลอง, การระบุเอกลักษณ์, กรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบ, โปรแกรมคอมพิวเตอร์

Abstract

This research aims to develop a computer program for simulation and identification of esters long chain alcohol and fatty acid (FALCA) by using Visual Basic .NET which is software in application development. The program is divided into 2 parts: (1) experimental simulation program to determine the appropriate retention time (t_R) of FALCA and (2) program for identification of FALCA which are iso-thermal condition. This program has been developed of

this research is expected to help the design of experimental conditions, reduce costs related to the experimental, and shortening of calculations.

Keywords: computer program, esters long chain alcohol and fatty acid, identification, simulation

1. บทนำ

ปัจจุบันไบโอดีเซลถือได้ว่าเป็นแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนที่ได้รับความสนใจค่อนข้างสูงสำหรับการใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล เนื่องจากไบโอดีเซลมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งมีข้อดีเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันดีเซล แต่อย่างไรก็ตามการนำไบโอดีเซลมาใช้จำเป็นต้องมีมาตรฐาน โดยมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมี 2 มาตรฐาน คือ ASTM D6751 และ EN14214 [1] ซึ่งทั้งสองมาตรฐานประเทศไทยได้นำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาเป็นมาตรฐานของไบโอดีเซล ของกรมธุรกิจพลังงาน [2]

โดยทั่วไปแล้วการทราบกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประมาณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไบโอดีเซล เนื่องจากองค์ประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันจะทำให้สมบัติของไบโอดีเซลต่างกัน [3-6] โดยสมบัติเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่ดีในการนำไบโอดีเซลมาใช้งานจริง นอกจากนี้การทราบสมบัติของไบโอดีเซลยังช่วยให้สามารถลดการทดลองการทำไบโอดีเซลได้ค่อนข้างเยอะ และถือเป็นการออกแบบไบโอดีเซลได้อีกทางหนึ่ง ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงสมบัติต่างๆ ทางเคมีให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริง

เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบองค์ประกอบกรดไขมันที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่งในปัจจุบัน คือ เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ [7] แต่อย่างไรก็ตามอาจจะ

มีความยุ่งยากซับซ้อนต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบ และมีต้นทุนในการทดสอบค่อนข้างสูง จึงได้มีการพัฒนาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการทำนายค่าเวลาคงค้าง (t_R) และค่าความยาวเทียบเทียบจำนวนคาร์บอนอะตอมที่เป็นองค์ประกอบของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ [8-9] เพื่อใช้ในการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์โดยไม่อาศัยสารมาตรฐานเป็นตัวอ้างอิง แต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งการใช้งานสมการยังคงมีความซับซ้อน และค่อนข้างยุ่งยากพอสมควร Chumin-in et al. [10] จึงได้พัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมนี้อาจมีความสามารถทั้งการจำลองพีคและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานได้เฉพาะกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ ต่อมา Muangnuea [11] ได้พัฒนาให้โปรแกรมระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเอทิลเอสเทอร์ขึ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของโปรแกรมให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์อื่น แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์ FALCA ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีการวัดคุณสมบัติเพื่อที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA โดยอาศัยสมการที่ได้รับการพัฒนา โดย Katsuwon et al. [12] (สมการที่ (1)) ซึ่งสมการนี้สามารถระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบที่จำนวนคาร์บอนต่างกันได้ และมีความแม่นยำสูง

$$\ln k = a + bz_F + (e + fz_F)z_A + \frac{c}{T} + \frac{dz_F}{T} + \frac{(g + hz_F)z_A}{T} \quad \dots (1)$$

เมื่อ

$a, b, c, d,$	คือ	ค่าคงที่ของสมการ โดยที่ a
e, f, g, h		$= -3.817, b = -0.509, c = 805.95, d = 416.58, e = 0.615, f = -0.015, g = 476.66, h = -9.03$
z_F	คือ	จำนวนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมัน
z_A	คือ	จำนวนคาร์บอนอะตอมของแอลกอฮอล์
T	คือ	อุณหภูมิสัมบูรณ์

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 สมการทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ใช้สมการทางคณิตศาสตร์และค่าคงที่ต่างๆ ที่ได้รายงานไว้โดย Katsuwon et al. [11] ดังสมการที่ (1) ที่ได้กล่าวไว้แล้ว โดยสมการสามารถใช้งานได้ดีในการคำนวณกรดไขมันที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบจำนวนตั้งแต่ 14-18 อะตอม และแอลกอฮอล์สายยาว 14-22 อะตอม และทำการทดลองโดยใช้คอลัมน์ชนิด AT-5 high-temperature capillary column (10×0.1-mm i.d., 0.1- μ m film thickness) ที่อุณหภูมิช่วง 290-310 °C

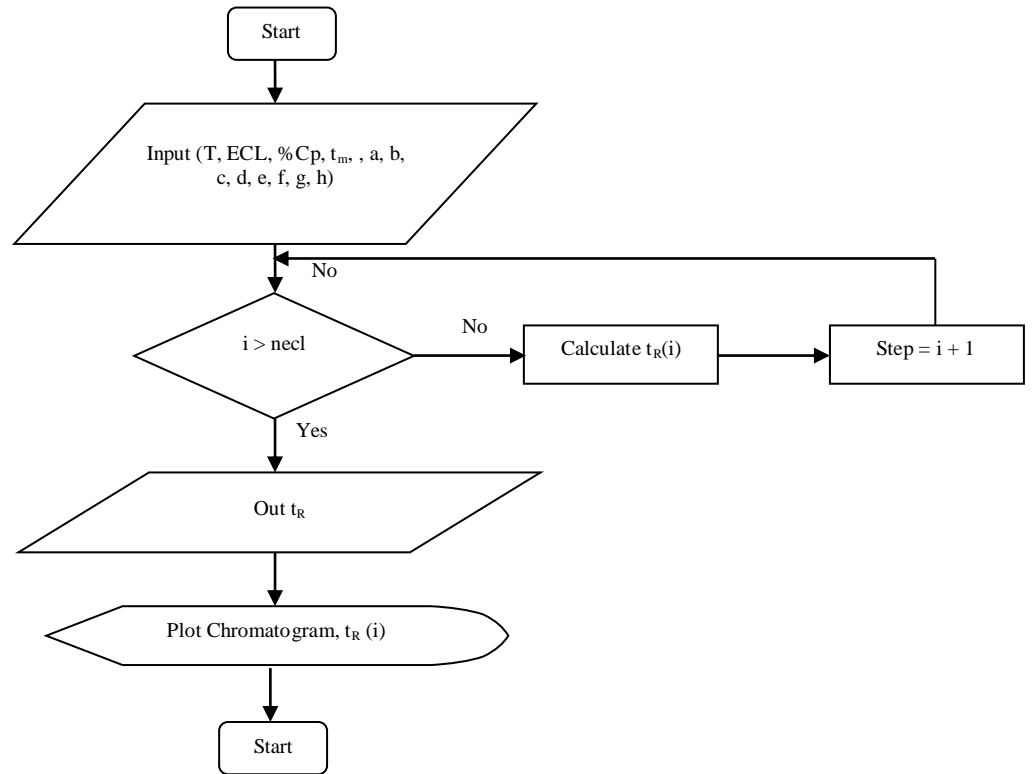
2.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้าง (t_R) ของ FALCA

โปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้างของ FALCA จะเริ่มต้นจากการ Input ค่าของตัวแปร

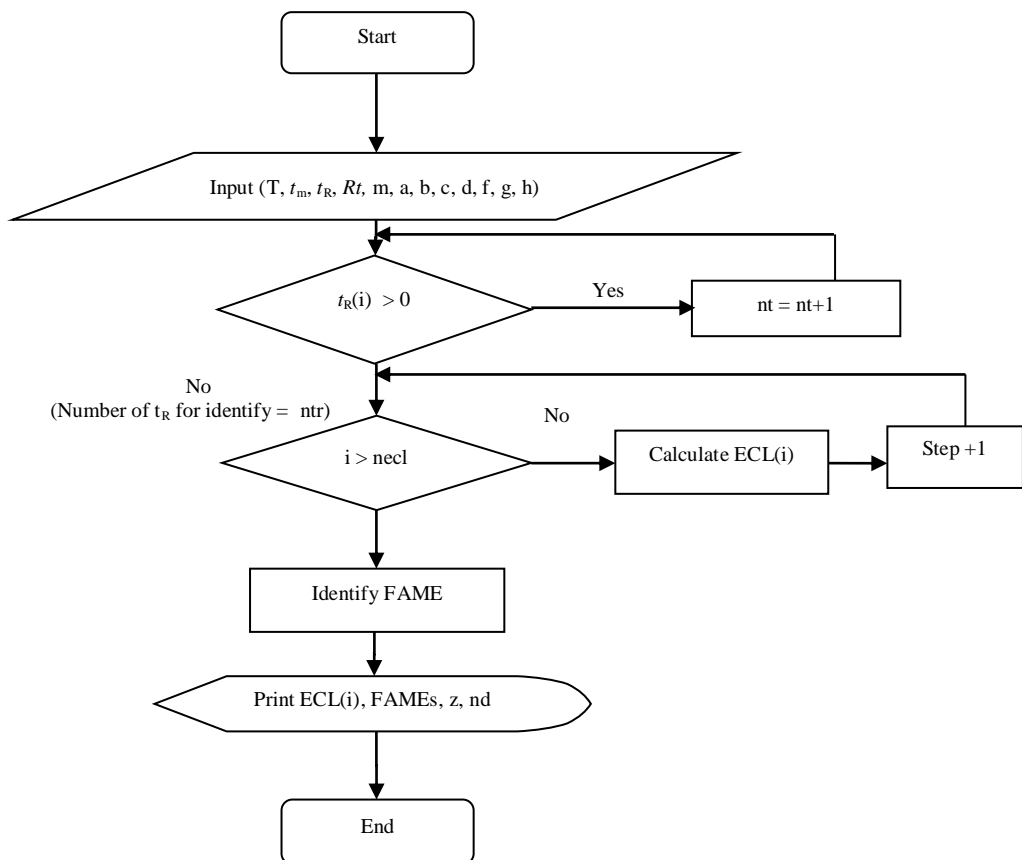
ต่างๆ ได้แก่ ค่าคงที่ a, b, c, d, e, f, g และ h ของจำนวนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมัน (z_F หรือ ความยาวเทียบเท่าจำนวนคาร์บอนของกรดไขมัน (ECL_F)) ตามสมการที่ (1) ค่าเวลาคงค้างของสารไม่คงค้าง (t_0) จำนวนคาร์บอนอะตอมของแอลกอฮอล์ (z_A หรือ ความยาวเทียบเท่าจำนวนคาร์บอนของแอลกอฮอล์ (ECL_A)) ปริมาณร้อยละขององค์ประกอบกรดไขมัน (%Cp) และอุณหภูมิสัมบูรณ์ (T) ที่ต้องการทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่าเวลาคงค้าง (t_R) ตามสมการที่ 1 จากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงผล t_R และแสดงผลโครมาโตแกรมออกมาทางจอภาพ ซึ่งแผงผังกระบวนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 1

2.3 การออกแบบโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์ของ FALCA

โปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA จะดำเนินการ Input ค่าเช่นเดียวกับโปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้างของ FALCA แต่ ค่าของตัวแปรจะแตกต่างกัน เนื่องจากโปรแกรมนี้นี้จะเป็นการระบุเอกลักษณ์ จึงต้องทำการ Input ค่า t_R และ z_A ที่ต้องการระบุเอกลักษณ์เข้าไป เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณค่า z_F หรือ $ECL_{F, Cal}$ จากนั้นจึงนำค่า $ECL_{F, Cal}$ Output ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า $ECL_{F, lib}$ ที่ถูกเก็บไว้ใน library เพื่อทำการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบ และจากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงค่า $ECL_{A, Cal}$ ค่า z_F ที่ถูกระบุเอกลักษณ์ ชื่อของ FALCA ออกมาทางจอภาพ ซึ่งแผงผังกระบวนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1. แผนผังการทำงานของ FALCA simulation program



รูปที่ 2. แผนผังการทำงานของโปรแกรม FALCA identification

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 โปรแกรม FALCA Simulation and Identification

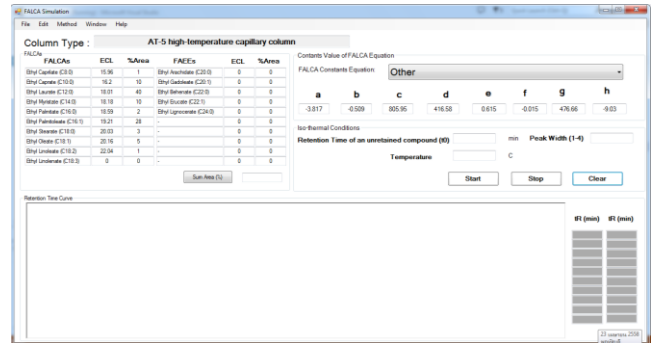
โปรแกรมนี้มีชื่อว่า FALCA Simulation and Identification ซึ่งจะมีความสามารถทั้งในการจำลองพีคของ FALCA เพื่อใช้ในออกแบบสภาวะสภาวะการทดลองที่เหมาะสมก่อนที่จะทำการทดลองจริง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเป็นตั้งแต่ระดับผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้เริ่มต้นที่จะศึกษาเกี่ยวกับการทดลองโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟและการระบุเอกลักษณ์ FALCA จากค่าเวลาคงค้างที่ได้จากการทดลอง โดยหน้าต่างแรกของโปรแกรมดังรูปที่ 3 และเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม OK โปรแกรมก็จะนำเข้าสู่โปรแกรม FALCA Simulation



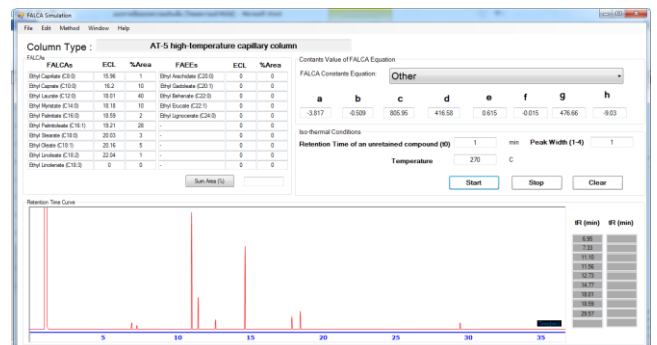
รูปที่ 3 หน้าต่างแรกของโปรแกรม FALCA Identification

3.2 โปรแกรม FALCA Simulation

หน้าต่างของโปรแกรม FALCA Simulation ดังรูปที่ 4 การใช้งานจะเริ่มต้นจากการเลือกค่าคงที่ของสมการ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการจำลองพีคลงไป แล้วก็คลิกที่ปุ่ม Start เพื่อทำการคำนวณค่า t_R และจำลองพีค ซึ่งผลจากการคลิกที่ปุ่ม Start จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5 เมื่อต้องการเริ่มต้นจำลองใหม่จะต้องทำการคลิกที่ปุ่ม Clear ก่อนทุกครั้ง เพื่อทำการล้างข้อมูลที่ได้ Input ไปก่อนหน้านั้น



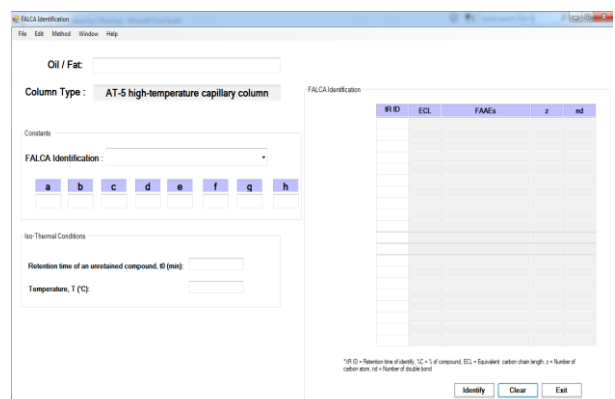
รูปที่ 4 หน้าต่างโปรแกรม FALCA Simulation



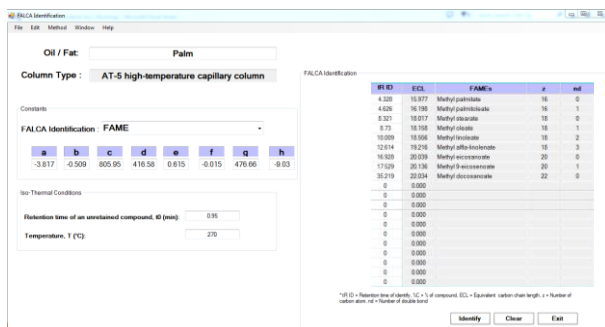
รูปที่ 5 ผลลัพธ์เมื่อทำการคลิกปุ่ม Start ของโปรแกรม FALCA Simulation

3.3 โปรแกรม FALCA Identification

หน้าต่างของโปรแกรมดังรูปที่ 6 เริ่มต้นจะทำการเลือกค่าคงที่ของสมการ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลสภาวะการทดลอง ค่า t_R ที่ได้จากการทดลอง เพื่อใช้สำหรับการคำนวณหาค่า $ECL_{F, Cal}$ สำหรับการระบุเอกลักษณ์กับค่า $ECL_{F, lib}$ ที่ถูกเก็บไว้ใน library ของโปรแกรม และทำการแสดงผลการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ออกทางหน้าต่างดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 หน้าต่างโปรแกรม FALCA Identification



รูปที่ 7 ผลลัพธ์เมื่อทำการคลิกปุ่ม Start โปรแกรม FALCA Identification

4. สรุปผล

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ภายใต้ชื่อ “โปรแกรม FALCA Simulation and Identification” ประกอบด้วย 2 โปรแกรมย่อย ได้แก่ โปรแกรม FALCA Simulation และ โปรแกรม FALCA Identification ซึ่งโปรแกรมมีความสามารถในการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA และมีประโยชน์ทั้งในแง่ของการลดต้นทุนการทดลอง การประหยัดเวลา และลดความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงกับทั้งผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับการทดลองและการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ได้เป็นอย่างดี

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Kumar, N., Varun, and Chauhan, S.R., 2013, "Performance and Emission Characteristics of Biodiesel from Different Origins", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 21, pp. 633-658.

[2] สี่ ำ น้ ก วิ จั ย แ ละ ะ พั ฒ น ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2554, **กว่าจะได้มาเป็นน้ำมันไบโอดีเซลสายพันธุ์ ม.อ., โอ. เอส. พรีเมียม** ดึงเฮาส์, กรุงเทพฯ, 78 หน้า.

[3] Ashraful, A.M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Fattah Rizwanul, I.M., Imtenan, S., Shahir, S.A., and Mobarak, H.M., 2014, "Production and Comparison of Fuel Properties, Engine Performance, and Emission Characteristics of Biodiesel from Various Non-Edible Vegetable Oils", **Energy Conversion and Management**, Vol. 80, pp. 202-228.

[4] Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., and Norhasyima, R.S., 2011, "Comparison of Palm Oil, Jatropha Curcas and Calophyllum Inophyllum for Biodiesel", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 15, pp. 3501-3515.

[5] Phankosol, S., Sudaprasert, K., Lilitchan, S., Aryasuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Estimation of Surface Tension of Fatty Acid Methyl Ester and Biodiesel at Different Temperatures", **Fuel**, Vol. 126, pp. 162-168.

[6] Phankosol, S., Sudaprasert, K., Lilitchan, S., Aryasuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Estimation of Density of Biodiesel", **Energy Fuels**, Vol. 28, No. 7, pp. 4633-4641.

[5] คณิต กฤษณังกูร, 2548, **แก๊สโครมาโตกราฟี**, พิมพ์ครั้งที่ 2, งานเอกสารการพิมพ์ สจธ., กรุงเทพฯ 211 หน้า.

[7] Kittiratanapiboon, K., Jeyashoke, N., and Krisnangkura, K., 1998, "Forecasting Retention Times of Fatty Acid Methyl Esters in

- Temperature-Programmed Gas Chromatography", **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 36, pp. 541-546.
- [8] Krisnangkura, K., Tancharoon, A., Konkao, C., and Jeyashoke, N., 1997, "An Alternative Method for the Calculation of Equivalent Chain Length or Carbon Number of Fatty Acid Methyl Esters in Gas Chromatography", **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 35, pp. 329-332.
- [9] Lomsugarit, S., Katsuwon, J., Jeyashoke, N., and Krisnangkura, K., 2001, "An Empirical Approach for Estimating the Equivalent Chain Length of Fatty Acid Methyl Esters in Multistep Temperature-Programmed Gas Chromatography", **Journal of chromatographic Science**, Vol. 39, pp. 468-472.
- [10] Chum-in, T., Sudaprasert, K., Phankosol, S., Aryasuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Development of Computer Program for Calculation of Biodiesel Properties". **The 40th Congress on Science and Technology of Thailand**, December 2 - 4, 2014, Hotel Pullman Khon Kaen Raja Orchid, Khon Kaen, Thailand.
- [11] Muangnuea, N., Sudaprasert, K., Chum-in, T., Saengthip, S. and Phankosol, S., 2015, "Development of a Computer Program for Calculation Physical and Chemical Properties of Biodiesel Via Ethanolysis", **The 8th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts** : Integration of Art and Science, February 12-13, Silpakorn University, Nakhon Pathom, Thailand.
- [12] Katsuwon, K., Aryasuk, K., Krisnangkura, K., 2006, Prediction of gas chromatographic retention times of esters of long chain alcohols and fatty acids. **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 44, pp. 148-154.

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาว เป็นองค์ประกอบ

Development of Computer Program for simulation and Identification of Esters Long Chain Alcohol and Fatty Acid

ดิฉันทน์ จุ่มอิน^{1,*} นันทรัตน์ สุขปัญญา¹ อริย์พงศ์ อารีเวชศรีมงคล¹ และสุริยา พันธุ์โกศล²

¹ สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

เลขที่ 46 ถนนจรัญสนิทวงศ์ 10 แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

² สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

เลขที่ 1061 ถ.อิสรภาพ ซอย 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: E-mail thinnaphop@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 02-2878-5003,

เบอร์โทรสาร 02-2878-5007, 02-2878-5012

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาว (Esters Long Chain Alcohol and Fatty Acid, FALCA) เป็นองค์ประกอบโดยใช้ Visual Basic .NET ในการพัฒนาโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) โปรแกรมการจำลองสถานะการทดลองเพื่อหาค่าเวลาคงค้าง (t_R) ที่เหมาะสมของ FALCA และ (2) โปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ที่ โดยเงื่อนไขของสถานะอุณหภูมิคงที่ทั้งสองโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้คาดว่าจะสามารถช่วยในการออกแบบสถานะการทดลอง ลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง และระยะเวลาในการคำนวณต่างๆ ลงได้เป็นอย่างมาก

คำหลัก: การจำลอง, การระบุเอกลักษณ์, กรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบ, โปรแกรมคอมพิวเตอร์

Abstract

This research aims to develop a computer program for simulation and identification of esters long chain alcohol and fatty acid (FALCA) by using Visual Basic .NET which is software in application development. The program is divided into 2 parts: (1) experimental simulation program to determine the appropriate retention time (t_R) of FALCA and (2) program for identification of FALCA which are iso-thermal condition. This program has been developed of this research is expected to help the design of experimental conditions, reduce costs related to the experimental, and shortening of calculations.

Keywords: computer program, esters long chain alcohol and fatty acid, identification, simulation

1. บทนำ

ปัจจุบันไบโอดีเซลถือได้ว่าเป็นแหล่งเชื้อเพลิงทดแทนที่ได้รับความสนใจค่อนข้างสูงสำหรับการใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแทนน้ำมันดีเซล เนื่องจากไบโอดีเซลมีสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ซึ่งมีข้อดีเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าน้ำมันดีเซล แต่อย่างไรก็ตามการนำไบโอดีเซลมาใช้จำเป็นต้องมีมาตรฐาน โดยมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมี 2 มาตรฐาน คือ ASTM D6751 และ EN14214 [1] ซึ่งทั้งสองมาตรฐานประเทศไทยได้นำมาประยุกต์ใช้และพัฒนาเป็นมาตรฐานของไบโอดีเซล ของกรมธุรกิจพลังงาน [2]

โดยทั่วไปแล้วการทราบกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประมาณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไบโอดีเซล เนื่องจากองค์ประกอบของกรดไขมันที่แตกต่างกันจะทำให้สมบัติของไบโอดีเซลต่างกัน [3-6] โดยสมบัติเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่ดีในการนำไบโอดีเซลมาใช้งานจริง นอกจากนี้การทราบสมบัติของไบโอดีเซลยังช่วยให้สามารถลดการทดลองการทำไบโอดีเซลได้ค่อนข้างเยอะ และถือเป็นการออกแบบไบโอดีเซลได้อีกทางหนึ่ง ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงสมบัติต่างๆ ทางเคมีให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริง

เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบองค์ประกอบกรดไขมันที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่งในปัจจุบัน คือ เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ [7] แต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีความยุ่งยากซับซ้อนต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการทดสอบ และมีต้นทุนในการทดสอบค่อนข้างสูง จึงได้มีการพัฒนาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อใช้

สำหรับการทำนายค่าเวลาคงค้าง (t_R) และค่าความยาวเทียบเทียบจำนวนคาร์บอนอะตอมที่เป็นองค์ประกอบของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ [8-9] เพื่อใช้ในการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์โดยไม่อาศัยสารมาตรฐานเป็นตัวอ้างอิง แต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งการใช้งานสมการยังคงมีความซับซ้อน และค่อนข้างยุ่งยากพอสมควร Chumin-in et al. [10] จึงได้พัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมนี้อาจสามารถทำการจำลองพีคและระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานได้เฉพาะกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ ต่อมา Muangnuea [11] ได้พัฒนาให้โปรแกรมระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันเอทิลเอสเทอร์ขึ้นเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของโปรแกรมให้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์อื่น แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์ FALCA ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA โดยอาศัยสมการที่ได้รับการพัฒนาโดย Katsuwon et al. [12] (สมการที่ (1)) ซึ่งสมการนี้สามารถระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบที่จำนวนคาร์บอนต่างกันได้ และมีความแม่นยำสูง

$$\ln k = a + bz_f + (e + fz_f)z_j + \frac{c}{T} + \frac{dz_f}{T} + \frac{(g + hz_f)z_A}{T} \quad \dots (1)$$

เมื่อ

$a, b, c, d,$ คือ ค่าคงที่ของสมการ โดยที่ a

e, f, g, h	=	$-3.817, b = -0.509, c = 805.95, d = 416.58, e = 0.615, f = -0.015, g = 476.66, h = -9.03$
Z_F	คือ	จำนวนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมัน
Z_A	คือ	จำนวนคาร์บอนอะตอมของแอลกอฮอล์
T	คือ	อุณหภูมิสัมบูรณ์

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 สมการทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ใช้สมการทางคณิตศาสตร์และค่าคงที่ต่างๆ ที่ได้รายงานไว้โดย Katsuwon et al. [11] ดังสมการที่ (1) ที่ได้กล่าวไว้แล้ว โดยสมการสามารถใช้งานได้ดีในการคำนวณกรดไขมันที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบจำนวนตั้งแต่ 14-18 อะตอม และแอลกอฮอล์สายยาว 14-22 อะตอม และทำการทดลองโดยใช้คอลัมน์ชนิด AT-5 high-temperature capillary column (10×0.1-mm i.d., 0.1- μ m film thickness) ที่อุณหภูมิช่วง 290-310 °C

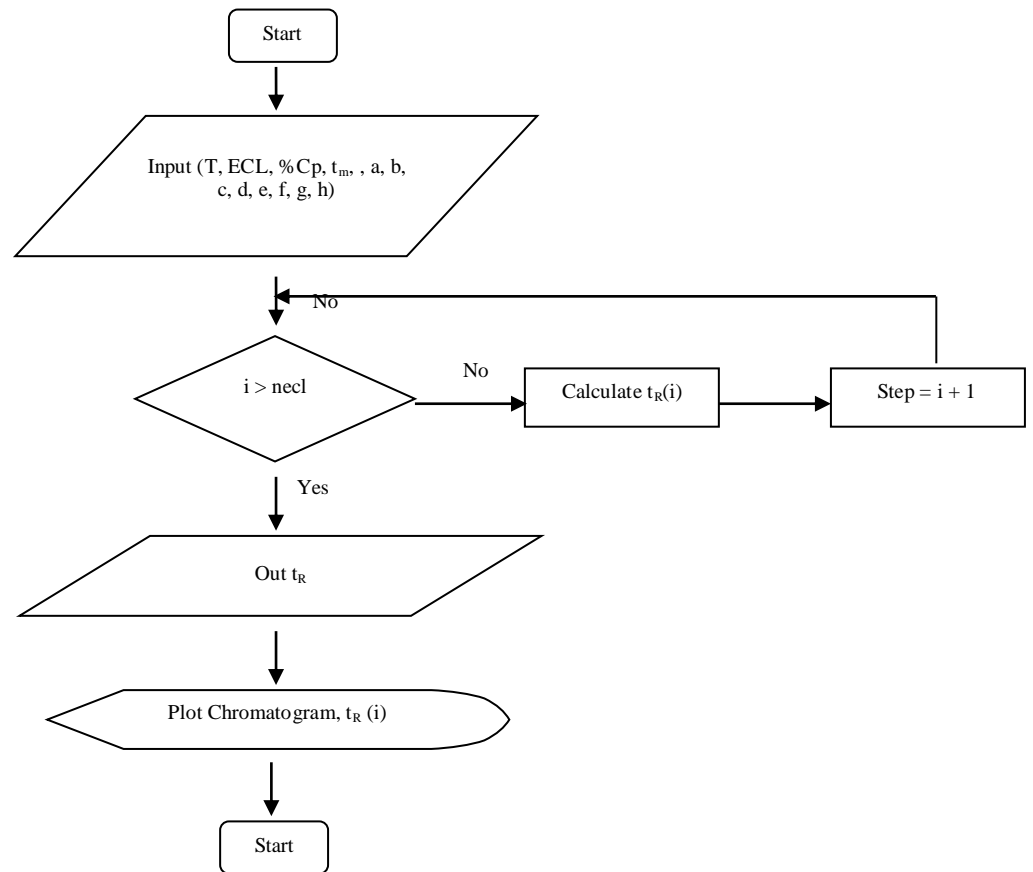
2.2 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้าง (t_R) ของ FALCA

โปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้างของ FALCA จะเริ่มต้นจากการ Input ค่าของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่าคงที่ a, b, c, d, e, f, g และ h ของจำนวนคาร์บอนอะตอมของกรดไขมัน (Z_F หรือ ความยาวเทียบเท่าจำนวนคาร์บอนของกรดไขมัน (ECL_F)) ตามสมการที่ (1) ค่าเวลาคงค้างของสารไม่คงค้าง (t_0) จำนวนคาร์บอนอะตอมของแอลกอฮอล์ (Z_A หรือ ความยาวเทียบเท่าจำนวนคาร์บอนของแอลกอฮอล์ (ECL_A)) ปริมาณร้อยละขององค์ประกอบกรดไขมัน

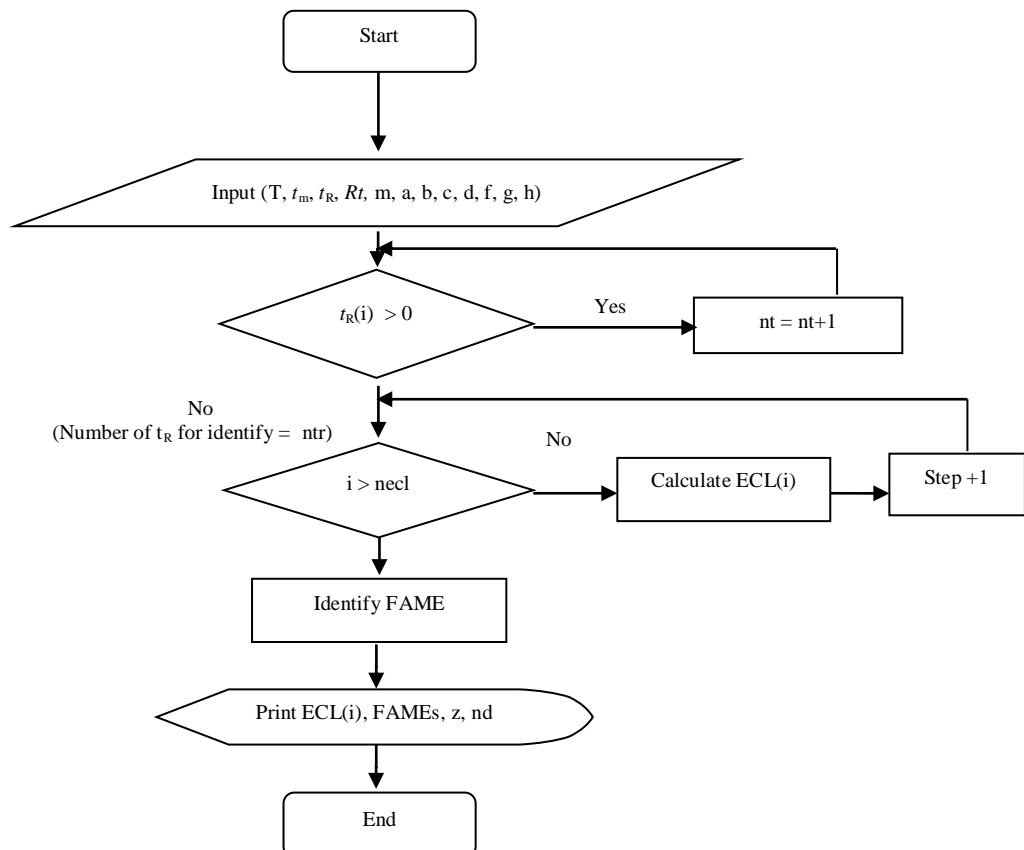
(%Cp) และอุณหภูมิสัมบูรณ์ (T) ที่ต้องการทำการวิเคราะห์ เพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่าเวลาคงค้าง (t_R) ตามสมการที่ 1 จากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงผล t_R และแสดงผลโครมาโตแกรมออกมาทางจอภาพ ซึ่งแผนผังกระบวนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 1

2.3 การออกแบบโปรแกรมสำหรับระบุเอกลักษณ์ของ FALCA

โปรแกรมสำหรับการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA จะดำเนินการ Input ค่าเช่นเดียวกับโปรแกรมสำหรับการจำลองพีคและเวลาคงค้างของ FALCA แต่ ค่าของตัวแปรจะแตกต่างกัน เนื่องจากโปรแกรมนี้จะเป็นการระบุเอกลักษณ์ จึงต้องทำการ Input ค่า t_R และ Z_A ที่ต้องการระบุเอกลักษณ์เข้าไป เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณค่า Z_F หรือ $ECL_{F, Cal}$ จากนั้นจึงนำค่า $ECL_{F, Cal}$ Output ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า $ECL_{F, lib}$ ที่ถูกเก็บไว้ใน library เพื่อทำการระบุเอกลักษณ์ของกรดไขมันที่มีแอลกอฮอล์สายยาวเป็นองค์ประกอบ และจากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงค่า $ECL_{A, Cal}$ ค่า Z_F ที่ถูกระบุเอกลักษณ์ ชื่อของ FALCA ออกมาทางจอภาพ ซึ่งแผนผังกระบวนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1. แผนผังการทำงานของ FALCA simulation program



รูปที่ 2. แผนผังการทำงานของโปรแกรม FALCA identification

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 โปรแกรม FALCA Simulation and Identification

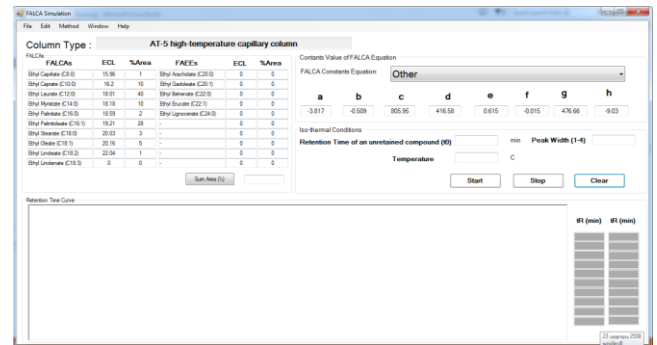
โปรแกรมนี้มีชื่อว่า FALCA Simulation and Identification ซึ่งจะมีความสามารถทั้งในการจำลองพีคของ FALCA เพื่อใช้ในออกแบบสภาวะสภาวะการทดลองที่เหมาะสมก่อนที่จะทำการทดลองจริง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเป็นตั้งแต่ระดับผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้เริ่มต้นที่จะศึกษาเกี่ยวกับการทดลองโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟและการระบุเอกลักษณ์ FALCA จากค่าเวลาค้างที่ได้จากการทดลอง โดยหน้าต่างแรกของโปรแกรมดังรูปที่ 3 และเมื่อทำการคลิกที่ปุ่ม OK โปรแกรมก็จะนำเข้าสู่โปรแกรม FALCA Simulation



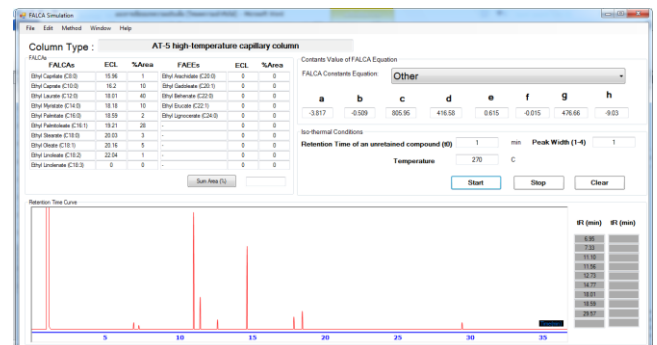
รูปที่ 3 หน้าต่างแรกของโปรแกรม FALCA Identification

3.2 โปรแกรม FALCA Simulation

หน้าต่างของโปรแกรม FALCA Simulation ดังรูปที่ 4 การใช้งานจะเริ่มต้นจากการเลือกค่าคงที่ของสมการ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการจำลองพีคลงไป แล้วก็คลิกที่ปุ่ม Start เพื่อทำการคำนวณค่า t_R และจำลองพีค ซึ่งผลจากการคลิกที่ปุ่ม Start จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5 เมื่อต้องการเริ่มต้นจำลองใหม่จะต้องทำการคลิกที่ปุ่ม Clear ก่อนทุกครั้งเพื่อทำการล้างข้อมูลที่ได้ Input ไปก่อนหน้านั้น



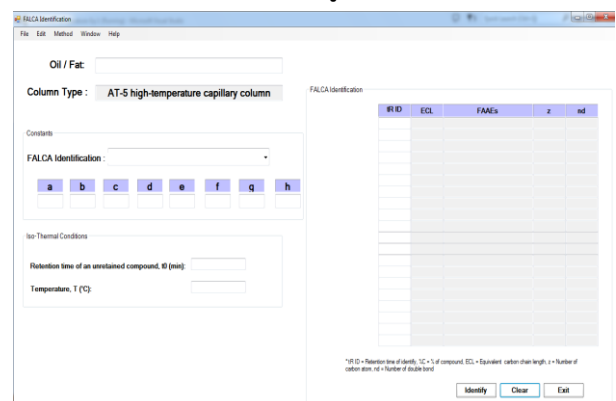
รูปที่ 4 หน้าต่างโปรแกรม FALCA Simulation



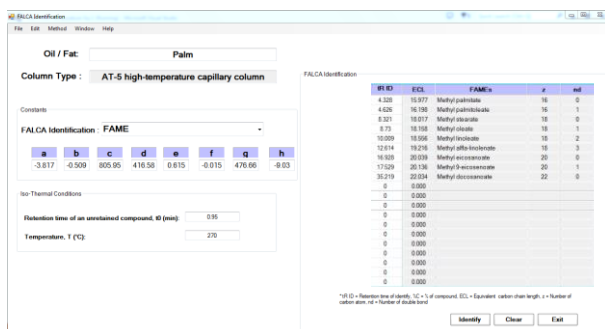
รูปที่ 5 ผลลัพธ์เมื่อทำการคลิกปุ่ม Start ของโปรแกรม FALCA Simulation

3.3 โปรแกรม FALCA Identification

หน้าต่างของโปรแกรมดังรูปที่ 6 เริ่มต้นจะทำการเลือกค่าคงที่ของสมการ จากนั้นจึงกรอกข้อมูลสภาวะการทดลอง ค่า t_R ที่ได้จากการทดลอง เพื่อใช้สำหรับการคำนวณหาค่า $ECL_{F, Cal}$ สำหรับการระบุเอกลักษณ์กับค่า $ECL_{F, lib}$ ที่ถูกเก็บไว้ใน library ของโปรแกรม และทำการแสดงผลการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ออกทางหน้าต่างดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 หน้าต่างโปรแกรม FALCA Identification



รูปที่ 7 ผลลัพธ์เมื่อทำการคลิกปุ่ม Start โปรแกรม FALCA Identification

4. สรุปผล

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ภายใต้ชื่อ “โปรแกรม FALCA Simulation and Identification” ประกอบด้วย 2 โปรแกรมย่อย ได้แก่ โปรแกรม FALCA Simulation และ โปรแกรม FALCA Identification ซึ่งโปรแกรมมีความสามารถในการจำลองและระบุเอกลักษณ์ของ FALCA และมีประโยชน์ทั้งในแง่ของการลดต้นทุนการทดลอง การประหยัดเวลา และลดความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงกับทั้งผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับการทดลองและการระบุเอกลักษณ์ของ FALCA ได้เป็นอย่างดี

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Kumar, N., Varun, and Chauhan, S.R., 2013, "Performance and Emission Characteristics of Biodiesel from Different Origins", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 21, pp. 633-658.

[2] สำ นั ก วิ จั ย แ ล ะ พั ฒ น า มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2554, **กว่าจะได้มาเป็นน้ำมันไบโอดีเซลสายพันธุ์ ม.อ., โอ. เอส. พรีนติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ, 78 หน้า.**

[3] Ashraful, A.M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Fattah Rizwanul, I.M., Imtenan, S., Shahir, S.A., and Mobarak, H.M., 2014, "Production and Comparison of Fuel Properties, Engine Performance, and Emission Characteristics of Biodiesel from Various Non-Edible Vegetable Oils", **Energy Conversion and Management**, Vol. 80, pp. 202-228.

[4] Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., and Norhasyima, R.S., 2011, "Comparison of Palm Oil, Jatropha Curcas and Calophyllum Inophyllum for Biodiesel", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol. 15, pp. 3501-3515.

[5] Phankosol, S., Sudaprasert, K., Lilitchan, S., Aryasuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Estimation of Surface Tension of Fatty Acid Methyl Ester and Biodiesel at Different Temperatures", **Fuel**, Vol. 126, pp. 162-168.

[6] Phankosol, S., Sudaprasert, K., Lilitchan, S., Aryasuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Estimation of Density of Biodiesel", **Energy Fuels**, Vol. 28, No. 7, pp. 4633-4641.

[5] คณิต กฤษณังกูร, 2548, **แก๊สโครมาโตกราฟี, พิมพ์ครั้งที่ 2, งานเอกสารการพิมพ์ สจธ., กรุงเทพฯ 211 หน้า.**

[7] Kittiratanapiboon, K., Jeyashoke, N., and Krisnangkura, K., 1998, "Forecasting Retention Times of Fatty Acid Methyl Esters in Temperature-Programmed Gas

- Chromatography", **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 36, pp. 541-546.
- [8] Krisnangkura, K., Tancharoon, A., Konkao, C., and Jeyashoke, N., 1997, "An Alternative Method for the Calculation of Equivalent Chain Length or Carbon Number of Fatty Acid Methyl Esters in Gas Chromatography", **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 35, pp. 329-332.
- [9] Lomsugarit, S., Katsuwon, J., Jeyashoke, N., and Krisnangkura, K., 2001, "An Empirical Approach for Estimating the Equivalent Chain Length of Fatty Acid Methyl Esters in Multistep Temperature-Programmed Gas Chromatography", **Journal of chromatographic Science**, Vol. 39, pp. 468-472.
- [10] Chum-in, T., Sudaprasert, K., Phankosol, S., Aryusuk, K., and Krisnangkura, K., 2014, "Development of Computer Program for Calculation of Biodiesel Properties". **The 40th Congress on Science and Technology of Thailand**, December 2 - 4, 2014, Hotel Pullman Khon Kaen Raja Orchid, Khon Kaen, Thailand.
- [11] Muangnuea, N., Sudaprasert, K., Chum-in, T., Saengthip, S. and Phankosol, S., 2015, "Development of a Computer Program for Calculation Physical and Chemical Properties of Biodiesel Via Ethanolysis", **The 8th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts : Integration of Art and Science**, February 12-13, Silpakorn University, Nakhon Pathom, Thailand.
- [12] Katsuwon, K., Aryusuk, K., Krisnangkura, K., 2006, Prediction of gas chromatographic retention times of esters of long chain alcohols and fatty acids. **Journal of Chromatographic Science**, Vol. 44, pp. 148-154.

การศึกษาาระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกโดยการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืช Study of a Thermoelectric Power Generative System from Heat rejection with Oil

ปวตม์วงศ์ บำรุงชั้นท์^{1,*} และ เจริญพร เลิศสถิตธนกร¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

*ผู้ติดต่อ: E-mail: pawatwong1@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริก โดยการออกแบบระบบระบายความร้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก ด้วยการศึกษาาระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืชที่การถ่ายเทความร้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก จำนวน 1 โมดูล ที่การควบคุมอุณหภูมิด้านร้อน 200°C ด้วยการจ่ายไฟผ่านเครื่องหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดความร้อน ส่วนด้านเย็นใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืช เพื่อวัตถุประสงค์ให้ได้มาซึ่งพลังงานไฟฟ้า จากการทดลอง เมื่อนำทั้ง 3 ระบบเปรียบเทียบกับทำการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนไว้ 200°C พบว่าระบบระบายความร้อนด้วยน้ำให้กำลังไฟฟ้า 1.02W ประสิทธิภาพ 1.05% ส่วนการระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่นให้กำลังไฟฟ้า 1.74W ประสิทธิภาพ 1.24% เมื่อเทียบกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชให้กำลังไฟฟ้า 2.25W ประสิทธิภาพ 1.37% เมื่อนำประสิทธิภาพมาเปรียบเทียบ ชี้ให้เห็นว่าที่การควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนคงที่เท่ากันระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำและน้ำกลั่น

คำหลัก: การพาความร้อน/ เทอร์โมอิเล็กทริก/ ประสิทธิภาพ

Abstract

This research study of a Thermoelectric Power Generative System from Heat rejection with Oil In order to enhance the production of electricity to her thermoelectric. With the cooling system with water and vegetable oil heat to thermoelectric 1 module that controls the temperature of the hot 200°C with power through the AC power supply provides. The heating coil to cold side of the heat exchanger with cooling system with water and vegetable oil, for acquisition the power of experiment when 3 system who control the heat to 200°C. The showed system of water-cooled power 1.02W, 1.05% efficiency of the cooling water to power 1.74W compared to 1.24% effective cooling system with vegetable oil to power 2.25W, 1.37% effective when used effectively. The compared indicated that temperature control of the temperature within the same cooling system with high efficiency oil cooling with water and distilled water.

Keywords: Convection/ Efficacy/ Thermoelectric

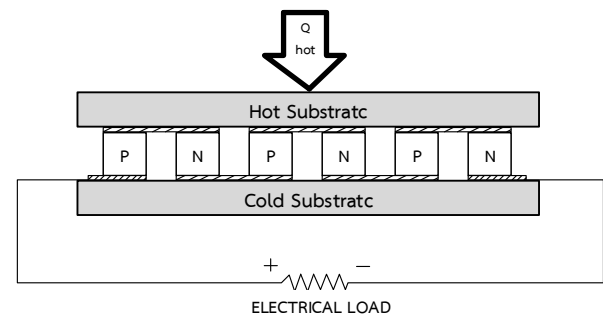
1. บทนำ

ปัจจุบันแหล่งพลังงานที่มีอยู่ยังไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้งาน ซึ่งความต้องการสำหรับการใช้พลังงานกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่พลังงานอาจจะหมดไป อาทิเช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้นก็ให้เกิดแนวคิด และงานวิจัยต่างๆ ขึ้น ซึ่งการนำเอาพลังงานทดแทน พลังงานเหลือใช้ มาใช้ผลิตไฟฟ้าจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเอาพลังงานต่างๆ มาใช้ อาทิ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานลม เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้สังเกตเห็นถึงการนำเอาพลังงานความร้อนมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยผ่านเทคโนโลยีที่น่าสนใจ คือ เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง เรียกว่า ปรากฏการณ์ ซีเบ็ค (Seebeck effect) [1] เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นไม่ใช่แนวทางที่ให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูง แต่จัดเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สะอาด อย่างไรก็ตาม กระแสไฟฟ้าที่ได้จากความร้อน เป็นสิ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาวัสดุที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งในปัจจุบันข้อจำกัดของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกไม่ได้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริกเพียงอย่างเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับการดูดซับความร้อนทางด้านร้อนที่เทอร์โมอิเล็กทริกได้รับ และการระบายความร้อนให้กับด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก [2] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเกิดแนวคิดเพื่อศึกษาระบบระบายความร้อนในรูปแบบการพาความร้อนแบบบังคับโดยใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืช จึงทำการออกแบบและจำลองระบบการทดลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าให้กับเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริก รวมไปถึงศึกษาระบบระบายความร้อนด้วยอากาศและระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อเป็นแนวทางที่ให้ประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกนั้นดียิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นทางเลือกการออกแบบของระบบระบายความร้อน

เพื่อให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทอร์โมอิเล็กทริก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูลเป็นเทคโนโลยีที่อาศัยหลักการของปรากฏการณ์ซีเบ็ค (Seebeck Effect) ซึ่งถูกนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยหลักการทำงาน เมื่ออุณหภูมิของทั้งสองข้างของโมดูลเกิดความแตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.1 โดยที่ด้านบนมีอุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้พาหะข้างมากบริเวณนั้นมีพลังงานสูงตามไปด้วย พาหะข้างมากจะแพร่ลงมาด้านล่างที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยพาหะข้างมากอิเล็กตรอนของชนิดเอ็นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในทิศสวนทางขึ้นด้านบน และพาหะโฮลของชนิดพีจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าทิศทางเดียวกันลงด้านล่าง เมื่อ สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและพีมีโลหะที่นำไฟฟ้ามาเชื่อมเป็นจุดต่อและทำให้เป็นวงจรปิดกระแสจะไหลได้ครบวงจรในทิศทางเข็มนาฬิกา [3]



รูปที่ 2.1 เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล [6]

จากรูปที่ 2.1 สามารถหาค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermal efficiency) ซึ่งประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก ประเภทการเปลี่ยนความร้อนเป็นไฟฟ้า ขณะที่ผลต่างของอุณหภูมิ การคำนวณประสิทธิภาพการแปลงพลังงานเชิงความร้อนเป็นไปตามความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้ [4]

$$\eta = \frac{P}{Q_h} \quad (1)$$

เมื่อ

η คือ ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของ
เทอร์โมอิเล็กทริก

P คือ กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดของ
เทอร์โมอิเล็กทริก

Q_h คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของ
เทอร์โมอิเล็กทริก

ซึ่ง Q_h หาได้จากความสัมพันธ์ดังสมการที่ 2 [5]

$$Q_h = \alpha IT_h + K(T_h - T_c) - \frac{1}{2} I^2 R_G \quad (2)$$

เมื่อ

Q_h คือ อัตราการถ่ายเทความร้อน, W

α คือ สัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค, V/K

T_c คือ อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก, K

T_h คือ อุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก, K

R คือ ความต้านทานไฟฟ้าของ
เทอร์โมอิเล็กทริก, Ω

I คือ กระแสไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้, A

K คือ ค่าสภาพนำความร้อนของ
เทอร์โมอิเล็กทริก, W/K

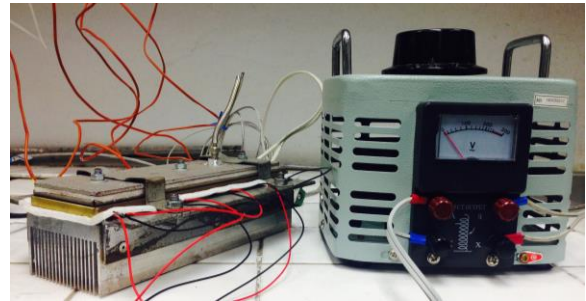
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

จากรูปที่ 3.1-3.2 แสดงระบบและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองของชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและระบบแลกเปลี่ยนความร้อน โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

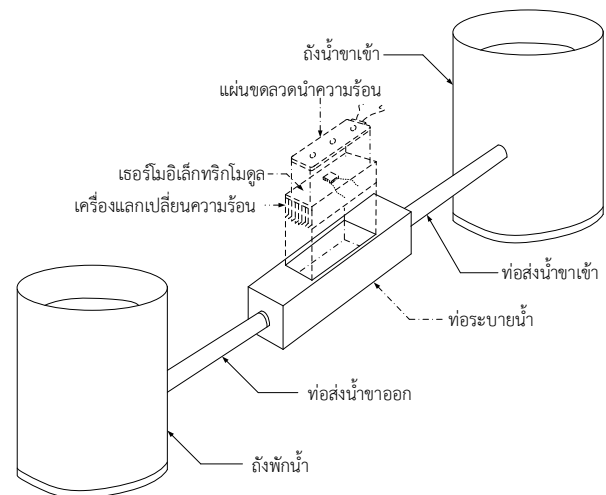
1. แผ่นขดลวดนำความร้อนกำลังไฟ 500W
2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีประบายความร้อน
3. เทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (TEHP1-12635-1.2)
4. ท่อโลหะระบายอากาศและระบายน้ำ
5. ปั๊มน้ำ กำลังไฟ 23W
6. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 250V, 4A
7. เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบดิจิทัล

8. เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ช่วงวัดอุณหภูมิ -10 ถึง 400

9. เครื่องวัดทางไฟฟ้าแบบดิจิทัล



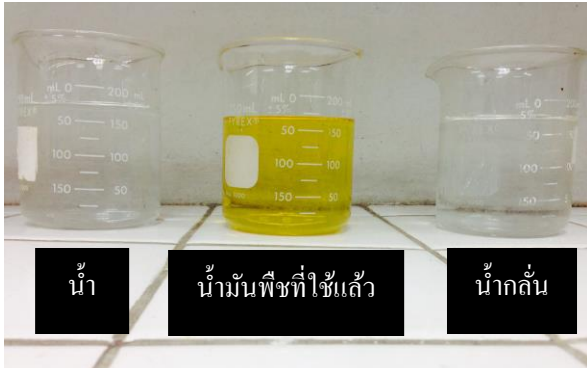
รูปที่ 3.1 ชุดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน



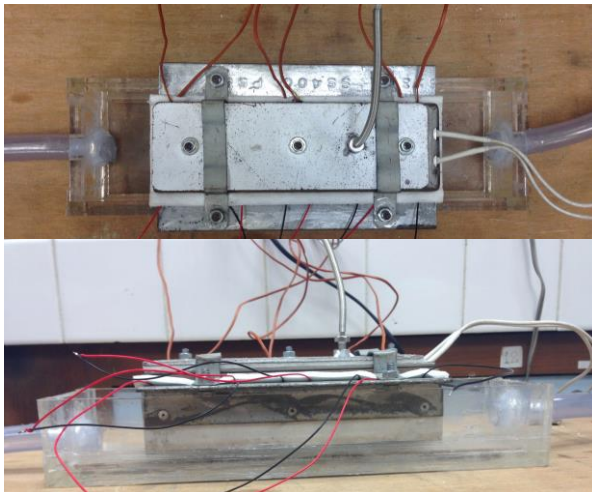
รูปที่ 3.2 ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยของเหลว

การทดลองจะทำการทดลองดังรูปที่ 3.3 ทดสอบเริ่มต้นจากการวัดอุณหภูมิผิวด้านร้อนที่ขดลวดความร้อนและอุณหภูมิผิวด้านเย็นของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิและปลายอีกด้านหนึ่งติดตั้งบนตำแหน่งที่ทำกรวัด จากนั้นให้ความร้อนกับเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ขดลวดความร้อน ที่ทำการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนคงที่ 200°C โดยการตั้งค่าผ่านเครื่องหม้อแปลงปรับค่าได้ และปรับอัตราการไหลของน้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืช โดยการใช้เครื่องหม้อแปลงปรับค่าได้ ปรับตามแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปให้กับปั๊มน้ำ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ปรับนั้นจะสอดคล้องกับอัตราการไหลของน้ำที่ทำกรวัดระดับ

น้ำต่อการจับเวลาใน 1 นาที อัตราการไหล ที่ 4, 6, 8, 10, 12 L/min แล้วบันทึกข้อมูลดังรูปที่ 3.5



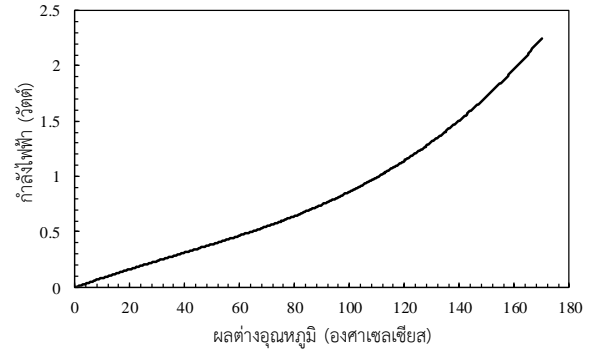
รูปที่ 3.4 ชนิดของเหลวที่ใช้ระบายความร้อน



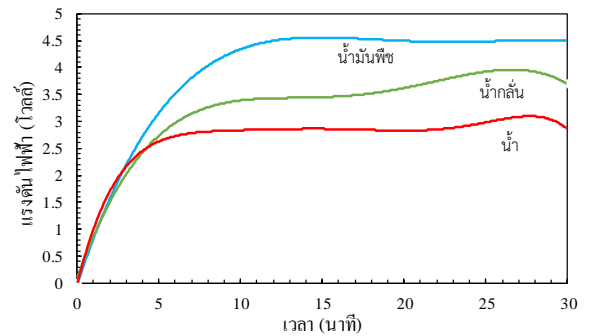
รูปที่ 3.5 โครงสร้างระบายความร้อนด้วยของเหลว

4. ผลการทดลอง

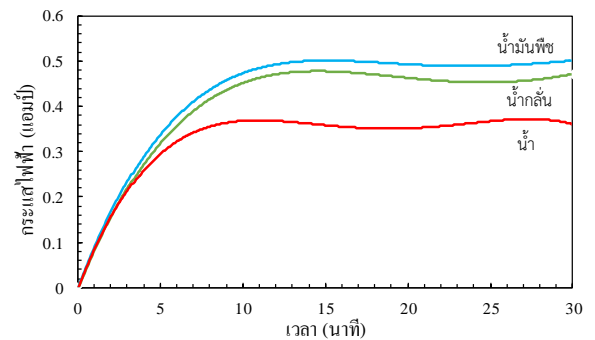
จากการทดสอบการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกโดยการระบายความร้อนด้วยน้ำ พร้อมกับการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิด้านร้อนคงที่ ซึ่งควบคุมอุณหภูมิห้อง 28.6°C ทดลอง 30 นาที พบว่าเมื่ออุณหภูมิด้านร้อนคงที่ 200°C โดยการทดลองจะกำหนดที่อัตราการไหลของของเหลวคงที่ 12 L/min และปรับเปลี่ยนของเหลวต่างๆ ที่ใช้ในการระบายความร้อน ส่งผลให้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.1-4.4



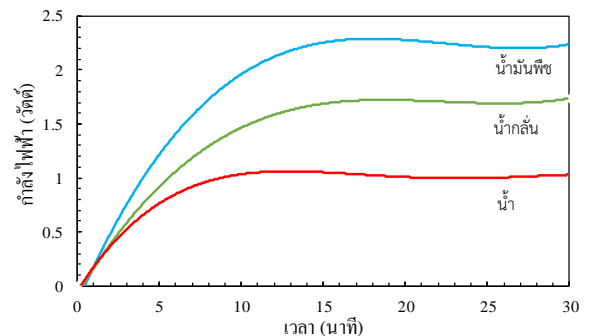
รูปที่ 4.1 กำลังไฟฟ้าเทียบกับผลต่างอุณหภูมิ



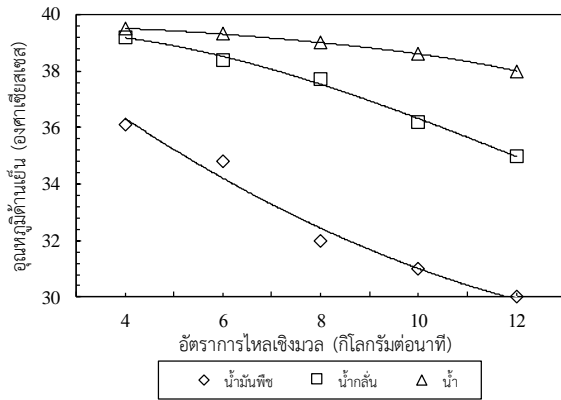
รูปที่ 4.2 แรงดันไฟฟ้าเทียบกับเวลาการทดลอง



รูปที่ 4.3 กระแสไฟฟ้าเทียบกับเวลาการทดลอง

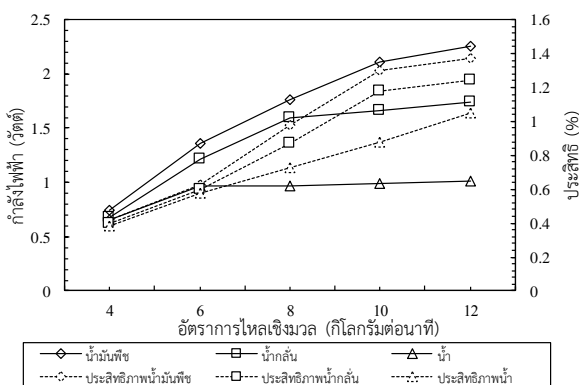


รูปที่ 4.4 กำลังไฟฟ้าเทียบกับเวลาการทดลอง



รูปที่ 4.5 อุณหภูมิด้านเย็นเทียบกับการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของเหลวต่างๆ

จากรูปที่ 4.5 เมื่อทำการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกคงที่ 200°C จากนั้นปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของเหลวที่ อัตราการไหลต่างๆ พบว่า เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริก ให้อุณหภูมิด้านเย็นลดลง ที่การระบายความร้อนด้วยน้ำ ส่งผลให้อุณหภูมิด้านเย็นลดลงอยู่ที่ 38°C ที่การระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่น อุณหภูมิด้านเย็นลดลงอยู่ที่ 35°C และการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชอุณหภูมิด้านเย็นลดลงอยู่ที่ 30°C ที่อัตราการไหลสูงสุด 12 L/min



รูปที่ 4.6 กำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหลของเหลวเทียบกับประสิทธิภาพ

จากการจำลองการพาความร้อนด้วยการระบายความร้อนด้วยของเหลวต่างๆ มาพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพต่อกำลังไฟฟ้ากับอัตราการไหลที่แตกต่างกัน โดยการควบคุมอุณหภูมิด้านร้อนคงที่

200°C พบว่า การระบายความร้อนด้วยน้ำจะให้กำลังไฟฟ้่าที่ 1.02W ประสิทธิภาพที่ได้ 1.05% ส่วนการระบายความร้อนด้วยน้ำกลั่น กำลังไฟฟ้่าที่ได้ 1.74W ประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.24% และการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืช กำลังไฟฟ้่าที่ได้ 2.25W ประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.37% ดังรูปที่ 4.6

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยการนำของเหลว น้ำมันพืช น้ำกลั่น และน้ำมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกที่ 200°C พบว่า การระบายความร้อนด้วย น้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืช ส่งผลให้เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตไฟฟ้าได้ 1.02W 1.74W และ 2.25W ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่าง น้ำ น้ำกลั่น และน้ำมันพืช พบว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืช ส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกสูงสุด และ ประสิทธิภาพที่ได้สูงสุด 1.37% ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำมันพืชเหมาะสมกว่า การระบายความร้อนด้วย น้ำ และ น้ำกลั่น อย่างชัดเจน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่สนับสนุนเครื่องมือการทดลองและห้องปฏิบัติการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Casano, G. and Piva, S. (2011). Experimental investigation of performance of thermoelectric generator. *Experimental Thermal and Fluid Science*, Vol. 35, pp. 660-669.
- [2] Bimrew, T.A. Xiaobing, L. and Jiawei, Y. (2013). Effects of temperature non-uniformity over the heat spreader on the outputs of thermoelectric power generation system.

Energy Conversion and Management, Vol. 76, pp. 533-540.

[3] Amir, Y.F. and Aliakbar, A. (2014). Analysis of a symbiotic thermoelectric system for power generation and liquid preheating. Applied Thermal Engineering, Vol. 71, pp. 501-507.

[4] Cheng, T.H. Gia, Y.H. Hsu, S.C. Ben, Y. and Da, J.Y. (2011). An effective Seebeck coefficient obtained by experimental results of a thermoelectric generator module. Applied Energy, Vol. 88, pp. 5173-5179.

[5] Hsiao, K.M. Ching, P.L. How, P.W. Chun, H.P. and Chia, C.H. (2014). Waste heat recovery using a thermoelectric power generation system in a biomass gasifier. Applied Thermal Engineering, No. 1, pp. 1-6.

[6] Lersatitthanakorn, C., (2007). Electrical performance analysis and economic evaluation of combined biomass cook stove thermoelectric (BITE) generator. Bioresource Technology, Vol. 98, pp. 1670-1674.

**การออกแบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน
ด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีดีกำลังสอง**
Speed Control Design of Brushless DC Motor with PID² Controller
ปฐมพร สุขศรี¹ และ รศ.ดร.วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ²

^{1,2}สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ โทรศัพท์: 0-2427-0039 E-mail: aondiff@gmail.com

บทคัดย่อ

มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน (BLDC Motor) ได้ถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันทั้งในงานวิจัยและการประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมอีกทั้งยังมีข้อดีในเรื่องของ ความน่าเชื่อถือ ความเสถียรภาพ และ แรงบิด อย่างไรก็ตามบ่อยครั้งตัวควบคุมแบบเก่า เช่น ตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller) ไม่สามารถให้การตอบสนองที่ดีเพียงพอในระบบมอเตอร์ไร้แปรงถ่านได้ เพื่อที่จะปรับปรุง การตอบสนอง และ สถานะการลู่เข้าในระบบ บทความนี้ได้เสนอ “การออกแบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีดีกำลังสอง” ผลการเปรียบเทียบระหว่าง ตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสองที่นำเสนอกับตัวควบคุมพีไอดีจะพบว่า ตัวควบคุมที่นำเสนอใหม่ได้ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบตัวควบคุมพีไอดีทั้งเรื่อง การพุ่งตัว (Overshoot) และ ช่วงเวลาเซ็ทตัว (Settling Time)

คำหลัก: มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน, ตัวควบคุมพีไอดี, ตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง, การตอบสนองระบบ

Abstract

BLDC Motor has been used in research and industrial applications. In addition, the advantages of using BLDC motor are reliability, stability and torque. However, the conventional controller for a BLDC motor such as PID controller has not been often provided the good enough response for such a system. To improve the dynamic response and steady state error for the BLDC system, this paper presents the speed control design BLDC Motor based on PID² controller. The comparisons between the PID² controller and the conventional PID controller show that the dynamic responses from the proposed controller are better than conventional PID controller on both the overshoot and the settling time.

Keywords: BLDC Motor, PID Controller, PID² Controller, System Response

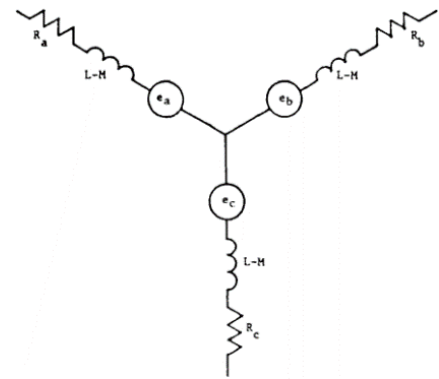
1. บทนำ

มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน ได้ถูกนำมาใช้งานและพัฒนา มาใช้กับงานหลายๆ อย่างเช่น อวกาศ, การแพทย์, ระบบเซอร์โว[1], [2], [3] มันไม่มีแปรงถ่าน จึงทำให้ มันมีอายุที่ยาวนานกว่าและการบำรุงรักษาน้อยกว่า มอเตอร์แบบธรรมดา ในการที่จะอธิบาย มอเตอร์ไร้ แปรงถ่าน ในรูปแบบคณิตศาสตร์ โดยปกติแล้วระบบ ทางกายภาพทั่วไปสามารถใช้ ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ได้[5] และนอกจากนี้ยังสามารถอธิบายในรูปแบบของสมการสเทต (State - Space Equation) ได้เช่นกัน[4] ตัวควบคุมที่มักใช้กัน อย่างแพร่หลายในงาน อุตสาหกรรม คือ ตัวควบคุมพีไอ ดี[6],[7] ซึ่งมันมีข้อดีหลายๆอย่างเช่น มันมีโครงสร้าง ที่ง่าย มีเสถียรภาพ ราคาถูก และมีอัลกอริทึมในการ ปรับจูนหลายรูปแบบ แต่ถึงอย่างไร ตัวควบคุมพีไอ ดี นั้น ยังไม่ให้การตอบสนองที่ดีต่อระบบนี้ และเมื่อ ในเร็ววันที่ผ่านมา ตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง ได้ถูก นำเสนอในหลายๆระบบ[8]-[11] ตัวควบคุมเหล่านั้น ได้เพิ่มตัวอนุพันธ์กำลังสอง (Double - Derivative) ซึ่งช่วยให้การตอบสนองของระบบดีกว่า ตัวควบคุม เดิม และในการหาค่าเกณฑ์ของตัวควบคุม โดยปกติ ทั่วไปเราใช้วิธีวางตำแหน่งโพล (Pole -Placement Method) ซึ่งเราสามารถกำหนดการตอบสนองของ ระบบนั้นๆได้ เป็นวิธีที่ง่าย น่าเชื่อถือ และช่วยให้การ ออกแบบตัวควบคุม ที่มีประสิทธิภาพ[12],[13] วิธีการ ที่นำเสนอได้ถูกเปรียบเทียบกับตัวควบคุมพีไอดีโดยใช้ การจำลองด้วยโปรแกรมแมทแลป (MATLAB Simulink) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า วิธีที่นำเสนอมีการ ตอบสนองของระบบเหนือกว่าวิธีเดิม

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์ไร้แปรง ถ่าน

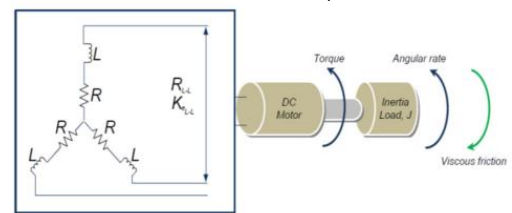
2.1 ฟังก์ชันถ่ายโอน

ฟังก์ชันถ่ายโอนของ มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน เป็น ส่วนสำคัญมาก เนื่องจากสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ ระบบ และออกแบบตัวควบคุมได้โดยวงจร 3 เฟส ของมอเตอร์ไร้แปรงถ่านจะถูกควบคุมโดย วงจรขับ แบบ ฟูลบริดจ์ (Full-Bridge) ในรูปแบบของ 2 เฟส



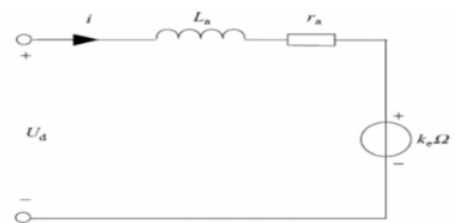
รูปที่ 1 วงจรสมมูลของ มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน 3 เฟส[14]

หลักการการทำงานของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ด้านกลับ (Back - EMF) และแรงบิดทางไฟฟ้า (Electromagnetic Torque) ทั้งหมดคล้ายคลึงกับ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเดิม ดังนั้นการวิเคราะห์ ก็คล้ายกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้



รูปที่ 2 แผนผังไดอะแกรมของ มอเตอร์ไร้ แปรงถ่าน[5]

ทุกครั้งที่ 2 เฟส แต่ละ AB, BC หรือ CA ทำงานจะมีวงจรสมมูลแบบง่าย ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรสมมูลแบบง่ายของมอเตอร์ไร้ แปรงถ่าน[5]

$$i_A = -i_B = i \quad (1)$$

$$\frac{di_A}{dt} = -\frac{di_B}{dt} = \frac{di}{dt} \quad (2)$$

$$U_{AB} = 2Ri + 2(L - M)\frac{di}{dt} + (e_A - e_B) \quad (3)$$

$$\therefore e_B = -e_A \quad (4)$$

$$U_{AB} = U_d = 2Ri + 2(L - M) \frac{di}{dt} + 2e_A \quad (5)$$

$$U_{AB} = U_d = r_a i + L_a \frac{di}{dt} + K_e \omega \quad (6)$$

สมการทางคณิตศาสตร์ในส่วนของการเคลื่อนที่หาได้จาก[5]

$$K_T i - T_L = J \frac{d\omega}{dt} + B_v \omega \quad (7)$$

สมมุติให้ Torque Load $T_L = 0$

$$i = \frac{J}{K_t} \frac{d\omega}{dt} + \frac{B_v}{K_t} \omega \quad (8)$$

แทนค่า (7) ใน (5)

$$U_d = r_a \left(\frac{J}{K_T} \frac{d\omega}{dt} + \frac{dB_v}{dt} \omega \right) + L_a \frac{d}{dt} \left(\frac{J}{K_T} \frac{d\omega}{dt} + \frac{dB_v}{dt} \omega \right) + K_e \omega \quad (9)$$

$$U_d = \frac{L_a J}{K_T} \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{r_a J + L_a B_v}{K_T} \frac{d\omega}{dt} + \frac{r_a B_v + K_e K_T}{K_T} \omega \quad (10)$$

ใช้ Laplace Transform

$$P(s) = \frac{\omega(s)}{U_d(s)} = \frac{K_T}{L_a J s^2 + (r_a J + L_a B_v) s + (r_a B_v + K_e K_T)} \quad (11)$$

และเมื่อมี Torque Load T_L

$$P_L(s) = \frac{\omega(s)}{T_L(s)} = \frac{r_a + L_a s}{L_a J s^2 + (r_a J + L_a B_v) s + (r_a B_v + K_e K_T)} \quad (12)$$

เมื่อ

U_d : แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

e_A : แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับ

r_a : ค่าความต้านทานที่ขดลวด

L_a : ค่าความต้านทานตัวเหนี่ยวนำที่ขดลวด

J : ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย

ω : ค่าความเร็วมอเตอร์

B_v : ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

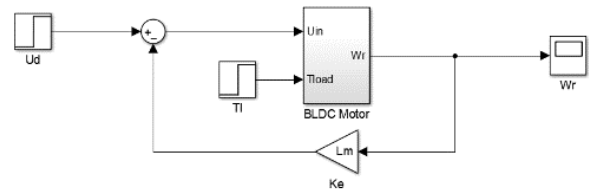
K_e : ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันย้อนกลับ

K_T : ค่าสัมประสิทธิ์คั้งที่ของแรงบิด

M : ค่าคั้งที่ของฟลัก $M=0$

และเมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ จากตารางที่ 2 ลงไปใน (9) จะได้ฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้

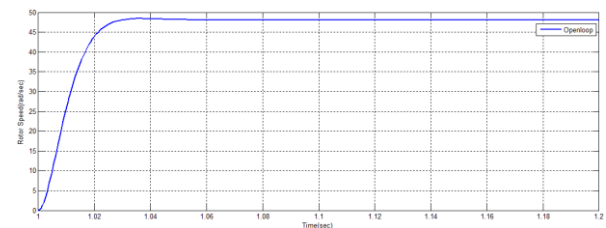
$$P(s) = \frac{86388.8889}{s^2 + 278.0444s + 26941.01852} \quad (13)$$



รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมของมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน ในโปรแกรมแมทแลบแบบลูปเปิด

2.2 การตอบสนองระบบลูปเปิดของมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน

จากการจำลองของรูปที่ 4 ได้ทำการนำมาวิเคราะห์ในโปรแกรมแมทแลบ จะได้ผลการตอบสนองดังรูปที่ 5



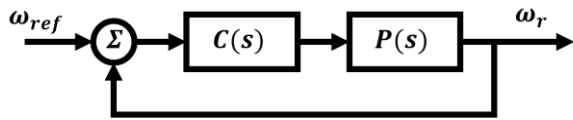
รูปที่ 5 การตอบสนองลูปเปิดของ มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน

3. การควบคุมความเร็วและอัลกอริทึม

3.1 ระบบควบคุมพีไอดี

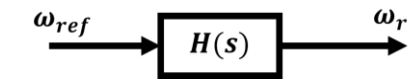
การควบคุมความเร็วของ มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน สามารถใช้ระบบควบคุมได้หลายวิธีควบคุม เช่น ระบบควบคุมพีไอดี ที่อยู่ในรูปแบบของฟังก์ชันถ่ายโอนประกอบไปด้วย

$$C(s) = K_p + K_i/s + K_d s \quad (14)$$



รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมของวงลูปปิดของมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน

และเมื่อทำการลดรูปของบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 บล็อกไดอะแกรมที่ถูกลดรูปแล้ว

จะได้สมการดังนี้

$$H(s) = \frac{C(s)P(s)}{1+C(s)P(s)} \quad (15)$$

$$= \frac{(86388.8889(K_d s^2 + K_p s + K_i))}{(s^3 + (278.0444 + 86388.8889K_d)s^2 + (26941.01852 + 86388.8889K_p)s + 86388.8889K_i)} \quad (16)$$

3.2 ระบบควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง

ระบบควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง ซึ่งได้เพิ่มในส่วนของอนุพันธ์ยกกำลังสอง อีกหนึ่งตัวโดยจะช่วยให้ระบบมีความเร็ว และตอบสนองดียิ่งขึ้น ซึ่งระบบควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง มีฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้

$$C(s) = K_p + K_i/s + K_d s + K_{dd} s^2 \quad (17)$$

เพราะฉะนั้น

$$H(s) = \frac{(86388.8889(K_{dd} s^3 + K_d s^2 + K_p s + K_i))}{((86388.8889K_{dd} + 1)s^3 + (278.0444 + 86388.8889K_d)s^2 + (26941.01852 + 86388.8889K_p)s + 86388.8889K_i)} \quad (18)$$

4. ผลการทดสอบ

การพิจารณาตำแหน่งโพลของระบบนั้น จะต้องให้โพลอยู่ในตำแหน่งที่มีความเสถียรภาพและได้คุณสมบัติของระบบตามที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นเพื่อป้องกันการเกิด การพุ่งตัว ของระบบมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน เนื่องจากการวางตำแหน่งของซีโร ดังนั้น

ควรเลือกตำแหน่งของซีโรให้อยู่ที่ตำแหน่งด้านซ้ายมือของ s-plane หรือมีค่าเป็นลบ[7]

ในการวางตำแหน่งของโพลที่นำมาพิจารณาในระบบนี้คือ

$$s_1 = -100, s_{2,3} = -100 \pm 1j$$

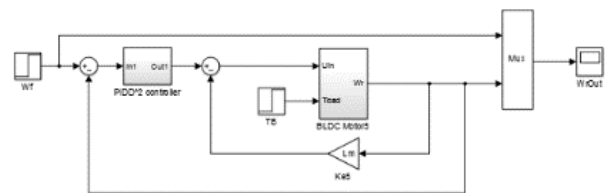
ซึ่งจะได้สมการคุณลักษณะ(Characteristic Equation) ดังนี้

$$s^3 + 300s^2 + 30001s + 1e06 \quad (19)$$

โดยการเปรียบเทียบสมการคุณลักษณะ ของตัวควบคุมพีไอดีดีสมการที่ 16 กับตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสองดังสมการที่ 18 และหาค่า K_p, K_i, K_d, K_{dd} ของแต่ละตัวควบคุมออกมาดังตารางที่ 1

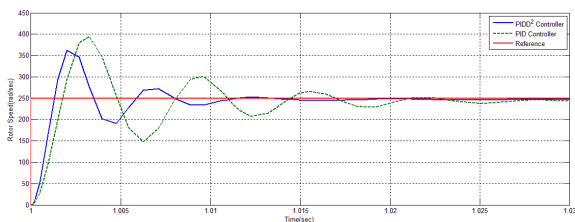
ตารางที่ 1 ค่าเกณฑ์ของตัวควบคุมพีไอดีดีและพีไอดีดีกำลังสอง

ค่าเกณฑ์	ตัวควบคุมพีไอดีดี	ตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง
K_p	0.0354	0.3827
K_i	11.57560	23.15110
K_d	2.5415e-4	0.0037
K_{dd}	0	1.1576e-5



รูปที่ 8 บล็อกไดอะแกรมของมอเตอร์ไร้แปรงถ่านในโปรแกรมแมทแล็บ แบบลูปปิด

รูปที่ 8 เป็นโครงสร้างบล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสอง ที่เขียนจำลองขึ้นด้วยโปรแกรมแมทแล็บ



รูปที่ 9 ผลการจำลองจากโปรแกรมแมทแลป

จากรูปที่ 9 เป็นผลการจำลองจากโปรแกรมแมทแลปจะโดยที่กำหนดค่าอ้างอิง (Reference) ที่ 250 rad/sec

5. สรุปผลการจำลอง

ผลลัพธ์ที่ออกมา นั้น ตัวควบคุมพีไอดีดีได้ให้เปอร์เซ็นต์การพุ่งตัวเท่ากับ 57.6% และตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสองได้ให้เปอร์เซ็นต์การพุ่งตัวเท่ากับ 44.8% ในเรื่องของช่วงเวลาเซ็ทตัวของตัวควบคุมพีไอดีดีจะอยู่ที่ 1.03 sec และตัวควบคุมพีไอดีดีกำลังสองจะอยู่ที่ 1.015 sec ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่า วิธีการที่นำเสนอ นั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าตัวควบคุมพีไอดีแบบธรรมดา ทั้งในเรื่องของช่วงเวลาเซ็ทตัว และการพุ่งตัว โดยสามารถนำไปประยุกต์เข้ากับตัวควบคุมอัจฉริยะแบบอื่นๆ ได้เช่น ระบบควบคุมฟัซซี่ได้ (Fuzzy Control) หรือ ระบบเครือข่ายสมองกล (Neural Network)

ตารางที่ 2 มอเตอร์พารามิเตอร์

ความหมาย	ค่า
No of Pole pair, P	2
Inductance, L	0.0018 H
Stator resistance, R	0.5 Ω
Motor inertia, J	0.003 $kg \cdot m^2$
Friction coefficient, B	0.0008 $N \cdot m/rad/sec$
Magnetic flux, λ_m	0.311 $volts/rad/sec$

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ รศ.ดร. วุฒิชัย อัครวินชัย โชติ ซึ่งเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ช่วยให้คำปรึกษา ทำให้การทำงานวิจัยชิ้นนี้ออกมาสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] L. Sloan, The Emergence of Brushless DC Motor Within Medical Applications (NMB Technologies Corporation, 2009)

[2] Demerdash, N.A.; Nehl, T.W., "Dynamic Modeling of Brushless dc Motors for Aerospace Actuation," Aerospace and Electronic Systems, IEEE Transactions on , vol.AES-16, no.6, pp.811,821, Nov. 1980

[3] Chern, T.-L.; Wu, Y.-C., "Design of brushless DC position servo systems using integral variable structure approach," Electric Power Applications, IEE Proceedings B , vol.140, no.1, pp.27,34, Jan 1993

[4] Lee, C.K.; Kwok, N.M., "Reduced parameter variation sensitivity with a variable structure controller in brushless DC motor velocity control systems," Industry Applications Society Annual Meeting, 1993., Conference Record of the 1993 IEEE , vol., no., pp.746,753 vol.1, 2-8 Oct 1993

[5] Shamseldin, M.A.; El-Samahy, A.A., "Speed control of BLDC motor by using PID control and self-tuning fuzzy PID controller," Research and Education in Mechatronics (REM), 2014 15th International Workshop on , vol., no., pp.1,9, 9-11 Sept. 2014

[6] K. Venu, Ch. Rushikesh, V. Rajasekhar, "Design and analysis of dc motor with PID controller - A state space approach," ISSN (PRINT) : 2320 – 8945, Volume -1, Issue -3, 2013

[7] Karl J. Astrom and Tore Haggund, "PID controller: Theory, design and tuning", Instrument Society of America, 1995.

- [8] Saikia, L.C.; Debbarma, S.; Pathak, M.; Borah, D.J.; Kumar, K.K.; Kumar, M., "Automatic generation control of an interconnected thermal system using a new classical controller: A preliminary study," Power and Energy in NERIST (ICPEN), 2012 1st International Conference on , vol., no., pp.1,6, 28-29 Dec. 2012
- [9] Zhou Kaibo; Wang Xuyong; Tao Jianfeng; Guo Xiaofeng; Xu Chuanhui, "Research on a novel PID based controller for nonmagnetic hydraulic navigation simulator with AMESim simulation," Control (CONTROL), 2012 UKACC International Conference on , vol., no., pp.496,501, 3-5 Sept. 2012
- [10] Ki-Chang Lee; Yeon-Ho Jeong; Dae-Hyun Koo; Hyeong Joon Ahn, "Development of a radial active magnetic bearing for high speed turbo-machinery motors," SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference , vol., no., pp.1543,1548, 18-21 Oct. 2006
- [11] Hosoe, Shigeyuki, "PID controller design for robust performance," SICE Annual Conference (SICE), 2013 Proceedings of , vol., no., pp.468,473, 14-17 Sept. 2013
- [12] Li Yinya; Sheng Andong; Qi Quoqing, "Further results on guaranteed dominant pole placement with PID controllers," Control Conference (CCC), 2011 30th Chinese , vol., no., pp.3756,3760, 22-24 July 2011
- [13] Q.G. Wang, Z.P. Zhang, K.J. Astrom, L.S. Chek, Guaranteed dominant pole placement with PID controllers [J], Journal of Process Control, 2009, 19(2):349–352. [14] Pillay, P.; Krishnan, R., "Modeling of permanent magnet motor drives," Industrial Electronics, IEEE Transactions on , vol.35, no.4, pp.537,541, Nov 1988.

การศึกษาระบบการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนเพื่อการผลิตไฟฟ้า ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลว

Study of a heat transfer to thermoelectric power generative from petroleum gas stove

ศุภกิจ บุตรน้ำเพชร^{1*}, ปวีตวงศ์ บำรุงจันทร์² และ ดร.สุรียา พันธุ์โกศล¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เลขที่ 1016 ถ.อิสรภาพ ซอย 15 แขวงทิวสุกรี
เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

² สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนน
ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

*ผู้ติดต่อ: E-mail: pooaxe_20@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อนเพื่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งประกอบด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกโมดูล จำนวน 4 โมดูล ด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริก ติดตั้งอยู่ที่แผ่นโลหะกั้นลมที่ทำจากสังกะสี ด้านเย็นติดตั้งอยู่กับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบริวมกับพัดลมระบายความร้อน ทำการทดสอบในห้องปิดที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้อง 30°C โดยนำความร้อนสูญเสียจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวมาใช้ผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ตามปรากฏการณ์ ซีเบค ซึ่งได้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง จากแหล่งความร้อนสูญเสียเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวที่แผ่รังสีความร้อนมายังเทอร์โมอิเล็กทริกเป็นความร้อนสะสมบนแผ่นโลหะกั้นลมที่ด้านร้อน จากผลกาทดลองพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยด้านร้อน 130°C และผลต่างอุณหภูมิ 60°C ที่อัตราการไหลอากาศ 0.0281 kg/s กำลังไฟฟ้าสูงสุด 9.33W ส่งผลให้ประสิทธิภาพได้ 2.92% ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้จากความร้อนสูญเสียจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวสามารถนำมาจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ โดยการหาระยะเวลาคืนทุน (Payback period) ของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากการใช้ความร้อนสูญเสียโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก โดยระยะเวลาคืนทุนถูกกำหนดขึ้นเพื่อพิจารณาสำหรับการลงทุนกับแบตเตอรี่ ขนาด AA พบว่าในการเปิดใช้งาน 1 ชั่วโมง จะมีระยะเวลาคืนทุนเป็น 1.53 ปี และมีแนวโน้มของระยะเวลาคืนทุนที่เร็วขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาการใช้งาน

คำหลัก: เทอร์โมอิเล็กทริก/ เตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลว/ ประสิทธิภาพ/ การถ่ายเทความร้อน

Abstract

The objectives of this research is to Performance Study of a Thermoelectric Power Generative System from Liquid Petroleum Gas Stove from her thermoelectric consists of thermoelectric module 4 modules, the hot side plate of thermoelectric mounted on a

metal plate wind shield is made of zinc, the cold side of the heat exchanger fins with a cooling fan, tested at room temperature of 30°C to bring the heat loss from the stove, liquefied petroleum gas used for power generation. Thermoelectric that can convert heat into electricity using the Seebeck phenomenon, which has a DC power, heat loss from the stove, the heat is radiated to her liquefied petroleum gas thermoplastic dielectric is heat on a hot plate at the plate wind shield. The results showed that the average temperature of the hot 130°C and temperature difference 60°C , Air Flow with a 0.0281 kg/s , maximum power 9.33W , as affect efficacy to 2.92% . The power of the heat loss from the stove, LPG can be used to power your device has a smaller power. When performing economic analyzes, by finding the payback period of electricity from the heat loss by using her thermoplastic dielectric. The payback period was set up to consider for investment with AA batteries found in enabling one hour to have a payback period is 1.53 years and the trend of payback faster with increasing duration.

Keywords: Thermoelectric/ Liquefied petroleum gas/ efficacy/ Heat Transfer

1. บทนำ

ปัญหาทางด้านพลังงานในปัจจุบันนับได้ว่าเป็นปัญหาในระดับต้นๆ เนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน พลังงานมีอยู่อย่างจำกัดแต่ความต้องการก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันเราสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งพลังงานหลากหลายรูปแบบ โดยพลังงานความร้อนก็เป็นแหล่งพลังงานหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตไฟฟ้าได้ ซึ่งพลังงานความร้อนได้ถูกนำมาใช้เกือบทุกกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะในภาคครัวเรือน ได้นำก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือ ก๊าซหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas: LPG) มาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนสำหรับใช้ประกอบอาหารหรือหุงต้มอาหาร

เนื่องจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่มีเขม่าและซัลเฟอร์ ติดไฟง่าย ดับได้รวดเร็วและให้ความร้อนสูง จึงสะดวกสำหรับใช้ในการหุงต้มอาหารในภาคครัวเรือนเป็นหลัก ปัจจุบันปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในปี 2550 ทุกภาคส่วนรวมทั้งสิ้น 7.47 ล้านตันเพิ่มขึ้นจากปี 2550 ซึ่งมีการใช้ 7.38 ล้านตัน โดยสถานการณ์การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในปี 2550 ภายในประเทศ แยกตามประเภทเป็น การใช้ในภาคปิโตรเคมี มีสัดส่วนร้อยละ 35 ภาคครัวเรือน มีสัดส่วนร้อยละ 32 การใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ มีสัดส่วนร้อยละ 24 ภาคอุตสาหกรรม มีสัดส่วนร้อยละ 8 การใช้ทั่วไปมีสัดส่วนร้อยละ 1 จากข้อมูลจะเห็นว่าการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเพื่อการหุงต้มอาหารในครัวเรือนเป็นอันดับต้นๆ ของ

การใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว[1]ซึ่งกระบวนการทางความร้อนจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการประกอบอาหารหรือหุงต้มอาหารในขณะที่ความร้อนอีกส่วนหนึ่งเป็นความร้อนสูญเสีย ซึ่งสามารถนำความร้อนสูญเสียนั้นมาใช้ประโยชน์ได้อีก โดยที่บางส่วนมีการสูญเสียไปยังแผ่นโลหะกั้นลม ดังนั้นจึงนำความร้อนที่แผ่รังสีมายังแผ่นโลหะกั้นลมนี้นี้มาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก โดยใช้เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกในการแปลงพลังงานจากความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง โดยใช้ปรากฏการณ์ซีเบ็ค (Seebeck Effect)[2]ซึ่งหลักการของเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับความร้อนที่เหลือทิ้งภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้ เช่น ความร้อนที่ออกจากป่องเตา ความร้อนของเครื่องจักร ความร้อนจากเตาอบ ความร้อนจากหลังคาและความร้อนจากผนังของโรงงาน เป็นต้น

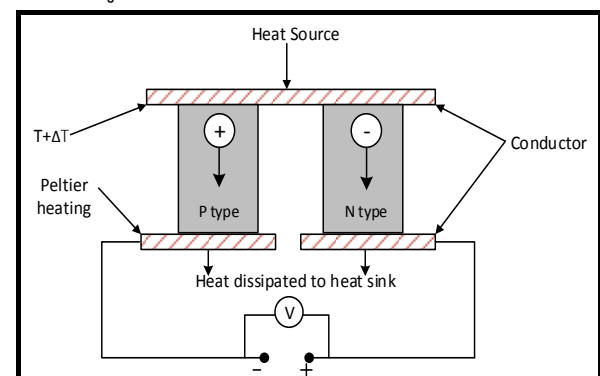
ในการศึกษานี้สนใจศึกษาการใช้ความร้อนสูญเสียจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นแหล่งความร้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก และทางด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกศึกษาการระบายความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบระบายความร้อนร่วมกับการพาความร้อนแบบบังคับ ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบผลิตไฟฟ้าจากเตาแก๊สปิโตรเลียมเหลว โดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกโดยระบบที่สร้างขึ้นจะเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนสูญเสียจากเตาแก๊สปิโตรเลียมเหลวเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ และศึกษาผลจากรูปแบบการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction) จากแหล่งเตาแก๊สปิโตรเลียมส่งผล

ต่อการผลิตไฟฟ้าจากความร้อนโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริก

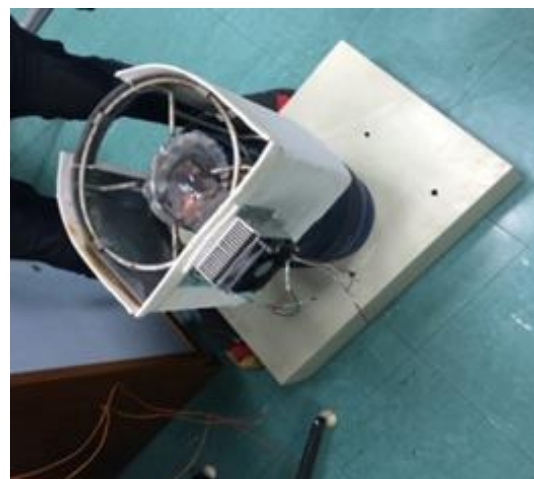
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีของเทอร์โมอิเล็กทริก

เทอร์โมอิเล็กทริกเจเนอเรเตอร์เป็นการผันความร้อนเป็นไฟฟ้า รูปที่ 1 โดยความร้อนจะไปกระตุ้นให้เกิดการไหลของอิเล็กตรอน ทำให้สมดุลของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไป เป็นการกำเนิดไฟฟ้าโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิสองด้านของสารกึ่งตัวนำ ซึ่งหากอุณหภูมิแตกต่างกันมากก็ยิ่งได้กำลังไฟฟ้ามก แต่ก็ต้องคำนึงถึงทั้งขนาดและรูปร่าง อีกทั้งมีสมบัติหลายอย่างให้เลือกตามลักษณะการใช้งานเช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และความสามารถในการถ่ายเทความร้อน ดังรูปที่ 1 [3]



รูปที่ 1 หลักการของเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้ผลิตไฟฟ้า (Power Module)[3]



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

จากรูปที่ 2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

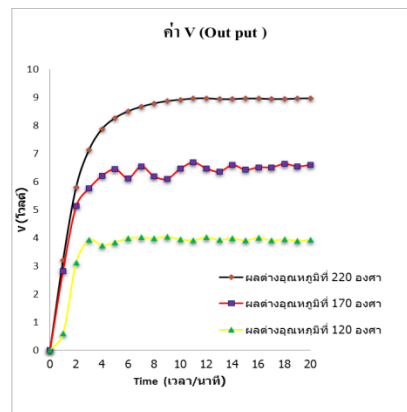
1. เซอร์โมอิเล็กทริกโมดูล (Thermoelectric Module)
2. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีประบายความร้อน (Rectangle Fin)
3. แผ่นทองแดง
4. เต่า แก๊สปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas)
5. พัดลมระบายความร้อน (Cooling Fan)
6. แบตเตอรี่ (Battery)
7. ฉนวนความร้อน (Insulation)
8. ซิลิโคนนำความร้อน (Silicone)
9. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ยี่ห้อ TESTO 435
10. เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ช่วงวัดอุณหภูมิ -100 ถึง 400 °C
11. เครื่องวัดทางไฟฟ้าแบบคล่องสาย
12. เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าแบบดิจิตอล
13. เครื่องวัดความเร็วลม
14. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply)

การทดลองจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังรูปที่ 2 แล้วเริ่มต้นการทดลองจากการเติมน้ำ 3 ลิตรลงในหม้อพร้อมทั้งการวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนนำไปต้ม ปรับอัตราการไหลของแก๊สให้ได้ตามที่ต้องการแล้วนำหม้อที่ใส่น้ำไว้แล้วตั้งลงบนเตาพร้อมทั้งเริ่มทำการจับเวลา และวัดอุณหภูมิของน้ำด้วย วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่ถูกส่งผ่านมาจากตัวของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกตม้นำจนกระทั่งน้ำมีอุณหภูมิสูงถึง 90 °C แล้วบันทึกผลการทดลอง

4. ผลการทดลอง

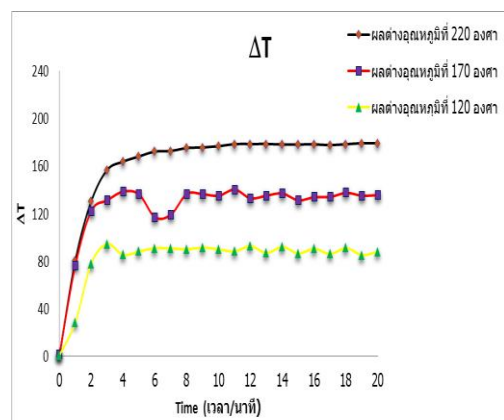
4.1 เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้การพัฒนา ระบบการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน เพื่อการผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลว

เมื่อพิจารณาระหว่างการติดตั้งทองแดงและระหว่างที่ไม่ติดตั้งทองแดง พบว่า ค่ากระแสและค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงมากกว่าการไม่ติดตั้งทองแดง



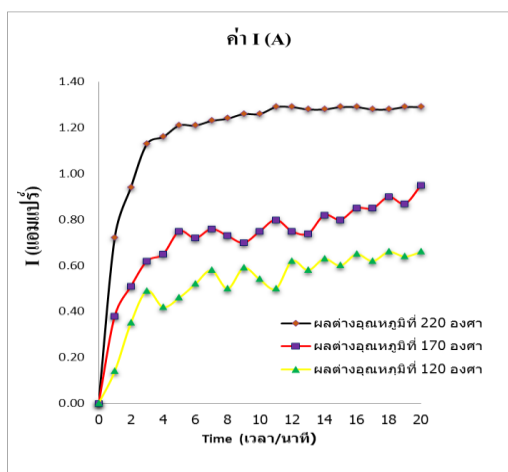
รูปที่ 3 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเทอร์โมอิเล็กทริก

ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเพิ่มหรือลดขึ้นอยู่กับ การกำหนดค่าของอุณหภูมิที่จะแสดงให้เห็นถึงแรงดันไฟฟ้าที่ได้ในแต่ละองศา

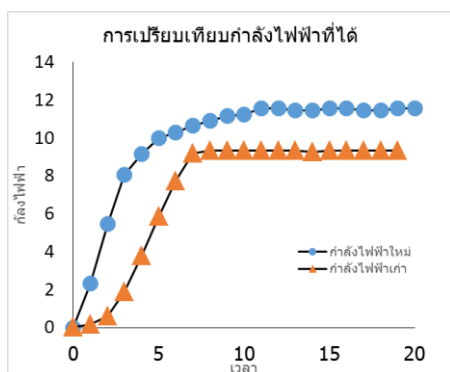


รูปที่ 4 ค่าผลต่างของอุณหภูมิ

เมื่อพิจารณาจากค่าผลต่างอุณหภูมิจะสามารถเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของผลต่างในแต่ละองศา



รูปที่ 5 ค่ากระแสของผลต่างอุณหภูมิ กระแสที่ได้จากผลต่างของอุณหภูมิที่มีการเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิในแต่ละองศาของการทดลอง



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ได้

จากกราฟสามารถสรุปได้ว่าระหว่างการติดแผ่นทองแดงเข้าไปจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าผลของการที่ไม่ได้ติดแผ่นทองแดงเพื่อช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น

5. สรุป

จากการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของระบบผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกจากเตาหุงต้มแก๊สปิโตรเลียมเหลว กรณีระบายความร้อนโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบบระบายความร้อน สรุปได้ว่าการปรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของอากาศในระบบระบายความร้อนด้านเย็น

และการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลอากาศด้านเย็นรวมกับการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิด้านร้อน สรุปได้ว่าอัตราการไหลอากาศด้านเย็นที่เหมาะสมที่อัตราการไหลอากาศ 0.0281 kg/s รวมกับอุณหภูมิด้านร้อนที่ทำได้ 220°C ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเอาท์พุทสูงสุดที่ทำได้ 11.57 W ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงวงจรเปิด 8.97V จากผลการทดลองความสัมพันธ์ของระบบผลิตไฟฟ้าหลักปิดระบบการใช้งาน สรุปได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาทีนับจากสถานะผลต่างอุณหภูมิคงที่ ทำการปิดระบบผลิตไฟฟ้าเมื่อทำการปิดระบบแล้วนั้น ส่งผลให้ผลต่างอุณหภูมิค่อยๆ ลดลง ซึ่งช่วงเวลาที่ผลต่างอุณหภูมิลดลงนี้นับใช้เวลาถึง 6 นาที ถึงจะทำให้ ผลต่างอุณหภูมิเป็น 0°C ดังนั้นในช่วงเวลา 6 นาที ทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกยังสามารถนำความร้อนในช่วงเวลานี้มาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณห้องเล็บบและอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และคณาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาทุกท่าน และอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่คอยช่วยสนับสนุน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] นพพร พัทธประภิติ, ยุทธสิทธิ์ แสนเรือน และพันธ์ชัย กาวิชัย, 2550, ระบบอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานเทอร์โมอิเล็กทริก, **การประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ**, ครั้งที่1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย, น. 17 – 25.
- [2] ณัฐ จันท์ครบ และเจนศักดิ์ เอกบุรณะ วัฒนินม, 2549, การศึกษาความเป็นไปได้ในการ

ผลิตไฟฟ้าด้วย เซอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนจากเตาหุงต้ม,การประชุมเชิงวิชาการ **เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย**, ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

[3] Bamroongkhan, P., and Lertsatitthanakorn,C.,2014,“Performance Study of a Thermoelectric Generator Incorporated in a Liquid Petroleum Gas Stove”, **Burapha University International Conference**, July 3-4, Thailand, Vol. 3, pp. 560 - 565

**การศึกษาความเป็นไปได้ระบบผลิตไฟฟ้าจากมูลสุกร
ด้วยเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพโดยตรง Caterpillar รุ่น G3406
A Feasibility Study of Electricity Generation from Producer Gas
by “Caterpillar G3406” Biogas Electrical Power Generation System**

กฤษฎา มิตรสมิธร , ปริญา รุ่งสาโรจน์ , กฤตพร ชัยพล และ นพณ์ช พวงมาลี*

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี 10600

*p_puangmalee@hotmail.com , 082-494-8111

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร ในตำบลหินลาด อำเภอบึงสามพัน จังหวัดพิษณุโลก โดยระบบประกอบไปด้วยบ่อผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร และระบบผลิตไฟฟ้าที่เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ยี่ห้อ Caterpillar รุ่น G3406 เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบ การวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุน อายุการใช้งานของระบบ 15 ปี เมื่อคิดค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด เจ้าของกิจการเป็นผู้ลงทุนเองโดยไม่มีเงินสนับสนุน จะมีอัตราผลตอบแทนการลงทุน IRR 11 % โดยมีระยะเวลาคืนทุน 6 ปี ระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรเป็นระบบพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

คำหลัก: ก๊าซชีวภาพ, ฟาร์มสุกร, ระบบผลิตไฟฟ้า

Abstract

This paper is about an analysis of the efficiency and potential economic return of pig farm Electrical power generation system in Tambon Hinlad Ampho Watbot Phitsanulok Province .The system consists of a pig dung biogas pond and “Caterpillar G3406” biogas electrical power generation system. The quantity and biogas electrical power and the power quality were measured and used to determine the system efficiency. Return on investment biogas plant to be 6 years with IRR of 11%.

Keyword: Biogas, Pig farm, Electrical power generation system

1. บทนำ

วิกฤติการณ์พลังงาน อันเนื่องมาจากราคาน้ำมันดิบเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลา รวมทั้งมีปริมาณการผลิตที่ลดลง ทำให้ประเทศต้องเร่งพัฒนาหาแหล่งพลังงานอื่นๆทดแทนน้ำมัน แหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจที่สุดในขณะนี้ได้แก่พลังงานทดแทน (Renewable energy) ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะการผลิตก๊าซชีวภาพสามารถผลิตได้จากมูลสัตว์และสารอินทรีย์อื่น นอกจากจะได้ประโยชน์ในด้านพลังงานแล้วยังจะได้ในการเกษตรอีกด้วยโดยนิยมใช้สารอินทรีย์ที่ได้จากถ้ำหมักเป็นปุ๋ย (ธงชัย, 2524)

ปัจจุบันนี้การเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีการขยายตัวสูงขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ แต่การขยายตัวของกิจการเลี้ยงสัตว์ดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาตามมา เนื่องจากมลพิษที่เกิดขึ้นในฟาร์มมีผลต่อสภาพแวดล้อมเนื่องจากมูลสัตว์และของเสียต่างๆที่ได้จากระบบฟาร์ม รูปแบบและลักษณะของการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทนที่ นิยมโดยทั่วไปมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. นำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาหุงต้มในครัวเรือน เป็นต้น

2. นำก๊าซชีวภาพไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า ได้แก่ ใช้กับชุดเครื่องยนต์สันดาปภายใน ต่อร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือ มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) โดยผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในขณะนี้การใช้ก๊าซชีวภาพกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน จะมีอยู่ 4 รูปแบบด้วยกัน คือ

- เครื่องยนต์เบนซิน หรือ ดีเซลขนาดเล็กได้แก่เครื่องตัดหญ้า เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาด 5-12 แรงม้า นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมัน

เบนซินหรือดีเซล โดยการทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซลได้ประมาณ 80-90 %

- เครื่องยนต์ดีเซลขนาดกลาง นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพ ร่วมกับน้ำมันดีเซลโดยการทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซลได้ประมาณ 80%

- เครื่องยนต์เบนซิน หรือ ดีเซล ขนาดกลางและใหญ่ นำมาดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ 100% มีประสิทธิภาพประมาณ 20-25%

- เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ (เครื่องนำเข้าจากต่างประเทศ) มีประสิทธิภาพประมาณ 40%

3. การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ในการผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration System) จะเป็นการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้า และความร้อนร่วมกันซึ่งเป็นระบบที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเชิงความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงให้มีค่าสูงขึ้นมากกว่าการใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียว ซึ่งรูปแบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับความร้อนนี้อาศัยหลักการนำความร้อนที่เกิดขึ้นจากระบบการผลิตพลังงานกล/ไฟฟ้ากลับมาผลิตเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของการใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพดังกล่าวเพิ่ม ขึ้นสูงถึง 70-80%

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร เพื่อใช้ทดแทนไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าฯ และยังสามารถทดแทนเชื้อเพลิงอื่นๆ ได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยพบว่าเจ้าของฟาร์มสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในฟาร์มเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการฟาร์มสุกร โค กระบือ ทั่วประเทศไทย และเพื่อพัฒนาแนวทางการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพต่อไป



รูปที่ 1 แสดงการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนเชื้อเพลิงอื่นๆ

2. ระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

สำหรับประเทศไทย ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพมากที่สุด คือ ฟาร์มสุกร โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- ฟาร์มขนาดใหญ่ หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ก เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือ มากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์
- ฟาร์มขนาดกลาง หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ข เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500 - 5,000 ตัว หรือ 60 - 600 หน่วยปศุสัตว์
- ฟาร์มขนาดเล็ก หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50-500 ตัวหรือ 6 - 60 หน่วยปศุสัตว์

2.1 หลักการทำงานของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นเป็นกระบวนการทางธรรมชาติ ที่อาศัยการทำงานของจุลินทรีย์จำพวกที่ไม่ชอบออกซิเจน ซึ่งมีอยู่ 2 พวก คือพวกที่สร้างมีเทน (Methanogenic bacteria) และ พวกที่ไม่สร้างมีเทน (Non-methanogenic bacteria) โดยจุลินทรีย์ประเภทสร้างมีเทนนี้จะใช้สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเป็นสารอาหาร และให้ผลผลิตเป็นก๊าซมีเทน (สูตรโมเลกุล CH₄) และ ก๊าซคาร์บอน

ไดออกไซด์ (สูตรโมเลกุล CO₂) เป็นหลัก โดยมีก๊าซอื่นๆในปริมาณเล็กน้อยเช่น ก๊าซไข่เน่า หรือ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (สูตรโมเลกุล H₂S) จุลินทรีย์กลุ่มนี้ไม่ชอบออกซิเจนอิสระ (สูตรโมเลกุล O₂ เป็นโมเลกุลที่มนุษย์ใช้หายใจเพื่อการดำรงชีพ) ดังนั้นในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นจะต้องระวังไม่ให้ออกซิเจนสามารถเข้าไปสัมผัสกับจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างมีเทน เพราะจะทำให้การผลิตก๊าซมีเทนด้อยประสิทธิภาพ และเนื่องจากแบคทีเรีย กลุ่มสร้างมีเทน สามารถใช้สารอาหารที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเท่านั้น การผลิตก๊าซมีเทนจากสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน จึงต้องอาศัยการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มไม่สร้างมีเทน เพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีความซับซ้อนสูง ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีความซับซ้อนต่ำ พอที่แบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทนสามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นในการผลิตก๊าซมีเทนจะต้องอาศัยความร่วมมือของแบคทีเรียหลายๆ กลุ่มเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปน้ำเสียและขยะที่มีสารอินทรีย์นั้นสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้

2.2 ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant)

บ่อแก๊สชีวภาพ แบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพการทำงานได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ดังนี้

2.2.1 กลุ่มบ่อหมักไร้ออกซิเจนแบบช้า (Row Rate Anaerobic Digestion) หรือบ่อหมักของแข็ง เป็นบ่อหมักที่ออกแบบโดยอาศัยกลุ่มแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย โดยบ่อหมักจะควบคุมให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ระยะเวลาเก็บกัก(Hydraulic Retention Time, HRT) 30-60 ต่อวัน (Organic Loading Rate, OLR) 0.64-1.60 กิโลกรัมซีโอดีต่อ ลบ.ม. ถังหมัก ต่อวัน การเดินระบบอาจจะทำการผสม (Mixing), การเติมน้ำเสียและการเอาสลัดจ์ (Sludge) ออกเป็นครั้งคราว ถึงปฏิกิริยาชนิดนี้สามารถใช้ฝาปิดที่ลอยได้

หรือแบบติดกับที่แต่การใช้ฝาปิดชนิดติดกับที่จะไม่สะดวกในการเดินระบบหรือการทำงานของผู้เดินระบบโดยทั่วไป มี 4 แบบหลักคือ

- บ่อหมัก ข้ำแบบโดมคงที่ (Fixed dome digester) มีลักษณะเป็นทรงกลมฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนที่เก็บก๊าซมีลักษณะเป็นโดม ซึ่งข้อดีของระบบนี้คือประหยัดพื้นที่บริเวณฟาร์มเนื่องจากถังหมักอยู่ใต้ผิวดิน

- บ่อหมัก ข้ำแบบถังลอย (Floating drum digester) หรือ Indian digester ลักษณะส่วนใหญ่จะเป็นรูปทรงกระบอก ฝังอยู่ใต้พื้นดินทำหน้าที่หมักมูลสัตว์และของเหลวให้เกิดก๊าซชีวภาพ สำหรับส่วนบนเป็นฝาคอปกเก็บก๊าซทำด้วยโลหะหรือไฟเบอร์กลาส ลอยขึ้นลงตามปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้น

- บ่อหมัก ข้ำแบบราง (Plug Flow digester) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูฝังในดิน ส่วนที่ใช้เก็บแก๊สจะใช้ผ้าพลาสติกที่เรียกว่า red-mud-plastic คลุมส่วนบนของบ่อหมักไว้ ข้อดีของบ่อแบบนี้คือเนื่องจากลักษณะของบ่อเป็นแนว จึงทำให้ระยะเวลาในการหมักของเสียมากขึ้นจะทำให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีมากขึ้นด้วย

- บ่อแบบ Covered Lagoon ได้นำรูปแบบถังขี้เก็บก๊าซของบ่อแบบ Plug Flow มาสร้างครอบไปบนบ่อรวบรวมมูลสัตว์ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นบ่อคอนกรีตหรือดินขุดก็ได้ในกรณีที่เป็นบ่อดินขุด อาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับเพื่อมิให้เกิดการรั่วซึมของเสียลงใต้ดิน

2.2.2 บ่อหมักเร็วหรือบ่อบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

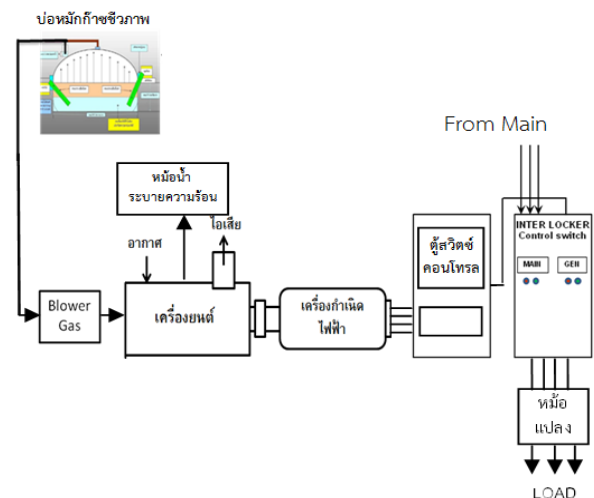
- แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter) หรืออาจเรียกตามชื่อย่อว่า แบบเอเอฟ (AF) ตัวกลางที่ทำได้จากวัสดุหลายชนิด เช่น ก้อนหิน กรวด พลาสติก เป็นต้น จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนบนตัวกลาง ที่ถูกตรึงอยู่กับที่แก๊สถูกเก็บอยู่ภายในพลาสติกที่คลุมอยู่เหนือราง

มักใช้ไม้แผ่นทับเพื่อป้องกันแสงแดดและเพิ่มความดันแก๊ส

- แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket) ใช้ตะกอนของสารอินทรีย์ (sludge) ที่เคลื่อนไหวภายในบ่อหมักเป็นตัวกลางให้จุลินทรีย์เกาะ ลักษณะการทำงานเป็นการควบคุมความเร็วของน้ำเสียให้ไหลเข้าบ่อหมักจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ตะกอนส่วนที่เบาจะลอยตัว ไปพร้อมกับน้ำเสียที่ไหลล้นออกนอกบ่อ ตะกอนส่วนที่หนักจะจมลงก้นบ่อ

2.3 ระบบผลิตไฟฟ้า

เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพโดยตรงประกอบด้วย เครื่องยนต์สันดาปภายใน เพลาส่งกำลัง ชุดระบายความร้อน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

2.4 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน

1. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit to Cost Ratio : B/C) เพื่อประเมินความคุ้มค่าการลงทุน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากสมการ

$$\text{อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน} = \frac{\text{ผลกำไรจากการดำเนินการ}}{\text{ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ}} \quad (1)$$

2. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยหาวิธีการหาอัตราคืนทุนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) ซึ่งเป็นการพิจารณาค่าอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าของผลตอบแทนที่อัตราดอกเบี้ยนั้น มีมูลค่าเท่ากับมูลค่าการลงทุนพอดี เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์จะหาได้จากสมการ

$$NPV = \sum_{t=0}^n F_t(1+i)^t \quad (2)$$

โดย NPV = มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน
 t = คาบระยะเวลา
 F_t = มูลค่าเงินสดสุทธิในช่วงเวลา t
 i = อัตราผลตอบแทนภายใน

3. วิเคราะห์วิธีการประเมินระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ซึ่งวิธีจะเป็นการคำนวณจำนวนปีที่คุ้มทุน (Break Even) ของการดำเนินการติดตั้งเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง วิธีนี้รวมอัตราดอกเบี้ยในการคำนวณ เพื่อให้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเบื้องต้น}}{\text{(รายได้เฉลี่ยตลอดปี-ค่าใช้จ่ายตลอดปี)}} \quad (3)$$

3. ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้

ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยการวิเคราะห์ต้นทุนราคาค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าจากการใช้

เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร เปรียบเทียบราคาไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้ระบบ โดยวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในกรณีที่เจ้าของฟาร์ม จะลงทุนจัดซื้อเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร โดยฟาร์มแห่งนี้มีการเลี้ยงสุกรขุนเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 1500 ตัว การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ (FIXED COST) เป็นค่าใช้จ่ายในด้านการผลิตไฟฟ้า ค่าเครื่องเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพค่าแรงในการติดตั้งระบบ
2. ต้นทุนแปรผัน (Variable cost) เป็นต้นทุนของการดำเนินการ เป็นค่าปฏิบัติการทางด้านแรงงานและอุปกรณ์ต่างๆ เช่นค่าน้ำมัน ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์บางอย่างจะมีการเสื่อมสภาพตามเวลา เช่นค่าแบตเตอรี่ ค่าหัวเทียน ค่าไส้กรองน้ำมัน เป็นต้น

องค์ประกอบของการลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร ประกอบด้วยรายการต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ต้นทุนทั้งหมดของระบบ

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวน	รายจ่าย (บาท)	หมายเหตุ
1. ต้นทุนในการลงทุน					
1.1 เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพ	เครื่อง	750,000	1	750,000	
1.2 ค่าระบบไฟและสายส่ง	ชุด	77,400	1	77,400	
1.3 ค่าแรงในการติดตั้งระบบ	ระบบ	30,000	1	30,000	
รวมต้นทุนในการลงทุน				857,400	
2. ต้นทุนในการดำเนินงาน					
2.1 ค่าแรงงานคุมระบบ	คน	7,000	2	168,000	(7000*12*2)
2.2 ค่าใช้จ่ายวัสดุอุปกรณ์	ชุด	8,000	1	8,000	
2.3 ค่าบริการซ่อมบำรุง					
ทุก 250 ชั่วโมง (ประมาณ 10 วัน)					
น้ำหล่อเย็น	ชุด	380	3	1,140	(41,040 บ./ปี)
ทุก 750 ชั่วโมง (ประมาณ 1 เดือน)					
น้ำมันเครื่อง 18 L	ชุด	2,800	3	8,400	(100,800บ./ปี)
กรองน้ำมันเครื่อง	ชุด	2,300	1	2,300	(27,600 บ./ปี)
กรองอากาศ	ชุด	2,240	1	2,240	(26,880 บ./ปี)
หัวเทียน	ชุด	2,100	6	12,600	(151,200บ./ปี)
ทุก 1500 ชั่วโมง (2 เดือน)					
Generator Bearing	ชุด	15,000	1	15,000	(90,000 บ./ปี)
ระหว่าง 8000-12000 ชั่วโมง (ประมาณ 1 ปี)					
Overhaul(Top End)	ครั้ง	230,000	1	230,000	
ระหว่าง 10000-24000 ชั่วโมง (ประมาณ 2 ปี)					
Overhaul (Major)	ครั้ง	550,000	1	550,000	

ระหว่าง 18000-36000 ชั่วโมง (ประมาณ 3 ปี)				
Overhaul Generator	ครั้ง	255,000	14	255,000
รวมต้นทุนในการดำเนินงาน				867,520.00

ต้นทุนในการดำเนินการในส่วนของการซ่อมบำรุง Overhaul (Major) และ Overhaul Generator ซึ่งต้องทำทุก 2 และ 3 ปี ดังนั้นในปีที่ 2,4,6,8,10,12 และ 14 จะมีค่าใช้จ่ายในส่วน Overhaul (Major) เพิ่มขึ้นประมาณ 550,000 บาท และปีที่ 3 ,6 ,9 ,12 และ 15 จะมีค่าใช้จ่ายในส่วน Overhaul Generator เพิ่มขึ้นประมาณ 255,000 บาท

ระบบก๊าซชีวภาพรองรับสุกรขุนประมาณ 20,000 ตัว/ปี โดยเฉลี่ยสุกรขุนมีน้ำหนัก 90 กิโลกรัม ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 783.16 ลูกบาศก์เมตร/วัน เมื่อเทียบต่อปีจะได้ 285,856 ลูกบาศก์เมตร/ปี ราคาทางการเงินของไฟฟ้าเฉลี่ยในโรงงาน 4.14 บาทต่อหน่วย

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าพลังงาน} &= 783.16 \times 365 \times 1.4 \times 4.14 \\ \text{ทดแทนไฟฟ้า} &= 1,654,875 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ผลประโยชน์ของการลงทุนในการใช้เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรใน 1 ปีเท่ากับ 1,654,875 บาท/ปี

4. อัตราผลตอบแทนทางการเงินของโครงการ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของเงินลงทุนและผลตอบแทนของโครงการเพื่อวิเคราะห์ว่าโครงการนั้นคุ้มค่าการลงทุนหรือไม่

ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการในระยะเวลา 15 ปี ต้นทุนรวมเท่ากับ 20,538,720 บาท และผลตอบแทนเท่ากับ 24,823,125 บาท ซึ่งทำให้ได้รับผลตอบแทนสุทธิ 4,284,405 บาท

หากวิเคราะห์โครงการ ณ อัตราคิดลดร้อยละ 8 ผลตอบแทนรวมจะเท่ากับ 14,164,867.29 บาท และ

ต้นทุนรวมเท่ากับ 11,927,804.74 บาท ซึ่งจะทำให้ได้รายรับสุทธิหรือกำไร เท่ากับ 2,237,062.55 บาท จากสมการที่ (1) อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C ratio)

$$\begin{aligned} &= \frac{14,164,867.29}{11,927,804.74} \\ &= 1.187 \% \end{aligned}$$

ตารางที่ 2 กระแสต้นทุนและกระแสรายรับตลอดอายุโครงการ (15 ปี) หน่วย:บาท

ปีที่	ผลตอบแทน (B)	ต้นทุน (C)	ผลตอบแทนสุทธิ (B-C)
0	0	1,700,920	-1,700,920
1	1,654,875	1,393,520	261,355.00
2	1,654,875	1,098,520	556,355.00
3	1,654,875	1,393,520	261,355.00
4	1,654,875	1,098,520	556,355.00
5	1,654,875	1,393,520	261,355.00
6	1,654,875	1,098,520	261,355.00
7	1,654,875	1,393,520	556,355.00
8	1,654,875	1,098,520	261,355.00
9	1,654,875	1,393,520	556,355.00
10	1,654,875	1,098,520	261,355.00
11	1,654,875	1,393,520	556,355.00
12	1,654,875	1,098,520	261,355.00
13	1,654,875	1,393,520	556,355.00
14	1,654,875	1,098,520	261,355.00
15	1,654,875	1,393,520	556,355.00
รวม	24,823,125	20,538,720	4,284,405.00

ตารางที่ 3 มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและรายรับตลอดโครงการ ณ อัตราส่วนลด ร้อยละ 8 (หน่วย:บาท)

ปีที่	PV ของ B	PV ของ C	NPV
0		1700920.00	700920.00
1	1532291.67	1290296.30	11995.37
2	1418788.58	1194718.79	14069.79
3	1313693.13	1106221.10	17472.03
4	1216382.53	1024278.80	12103.73
5	1126280.12	948406.30	17873.82

6	1042851.96	878153.98	4697.98
7	965603.67	813105.54	2498.13
8	894077.47	752875.50	1201.97
9	827849.51	697106.94	742.57
10	766527.32	645469.39	1057.93
11	709747.52	597656.84	2090.68
12	657173.63	553385.96	3787.67
13	608494.10	512394.41	999.69
14	563420.47	474439.27	981.20
15	521685.62	439295.62	390.00
รวม	14,164,867.29	11,927,804.74	237,062.55

NPV = 2,237,062.55 , IRR = 11% ,B/C ratio = 1.18775023

จากสมการที่ 2 มูลค่าปัจจุบันของผลสุทธิ (NPV) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8 เท่ากับ 2,237,062.55 บาท อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับ ร้อยละ 11 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8 หรืออัตราคิดลด และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนของโครงการ (B/C ratio) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8 เท่ากับ 1.187 ซึ่งมากกว่า 1 ซึ่งเป็นโครงการที่สมควรแก่การลงทุน

ระยะเวลาคืนทุนหรือจำนวนปีในการดำเนินงานที่ทำให้มูลค่าการลงทุนสะสมเท่ากับมูลค่าการตอบแทนเงินทุนสุทธิสะสม ในการลงทุนสร้างระบบผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากสมการที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1,700,920}{(4,284,405/15)} \\
 &= 5.95 \\
 &= 6 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

5. สรุป

เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉพาะ จะมีความทนทานสูง มีค่าบำรุงรักษาต่ำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานสูงแต่จะมีราคาสูงตามคุณภาพ มูลค่าปัจจุบันผลได้สุทธิ(NPV) ที่อัตราคิดลดร้อยละ 8 เท่ากับ 2,237,062.55 บาท

อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C ratio) มีค่า 1.187 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) เท่ากับร้อยละ 11 จะเห็นได้ว่าการลงทุนในการใช้เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรมีความเหมาะสมต่อการลงทุน การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรสามารถลดรายจ่ายภาระค่าไฟฟ้าของฟาร์มลงได้จริง ระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรเป็นระบบพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มสุกรใน ตำบลหินลาด อำเภอบัวชุม จังหวัดพิษณุโลก ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นิสาชล ไชยสุวรรณ. (2544). วิทยานิพนธ์เรื่อง ต้นทุนราคาก๊าซและไฟฟ้าที่ผลิตได้ในฟาร์มสุกร,สายวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [2] ทรงศักดิ์ วัฒนา.(2553). แก๊สชีวภาพกับการประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลัง.วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี ฉบับที่ 211. กรุงเทพฯ หน้า 65 - 69
- [3] ชีระพล จินดาวงศ์.(2544). การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในระบบก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] กรมการพลังงานทหาร.(2556). พลังงานก๊าซชีวภาพ. ค้นเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2557 จาก <http://ddcs.mod.go.th>
- [5] กิตติ ดวงใจบุญ, (2548), การผลิตไฟฟ้าโดยก๊าซชีวภาพและการทำความเย็นแบบระเหยในโรงเลี้ยงสุกร.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- [6] กุลธิดา สว่างพล และคณะ. (2556.ความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำพวกกลีกลินเซลลูโลส.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [7] ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์ เกติมีและคณะ (2554) ,พัฒนาการใช้พลังงานก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และเศษวัสดุทางการเกษตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- [8] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน . คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่5. พิมพ์ครั้งที่ 1. 2544. กรุงเทพฯ.ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทน
- [9] กำธร อนุรักษ์ชูวงษ์ และคณะ. (2550).การวิเคราะห์ ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกรขนาดกลาง. สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรมบัณฑิต วิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
- [10] เกียรติไกร อายุวัฒน์และคณะ. (2552).การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีววมวลในประเทศกัมพูชา: การใช้เตาผลิตก๊าซชีววมวลกับเครื่องยนต์ดีเซล. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลายมือชื่อดิจิทัลสำหรับระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

Digital Signature for Electronic Document

นายวริศร์ รัตน์นิมิตร¹*

¹วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม 46 ถนนจรัลสนิทวงศ์ 10 แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ

*waris5x@hotmail.com, โทร 02-878-5033

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันนี้มีการใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกันมากขึ้นโดยเฉพาะการติดต่อสื่อสารการทำธุรกรรมทางอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เป็นที่นิยมแพร่หลาย และมีการพัฒนาระบบรักษาความมั่นคงปลอดภัยของเอกสารและมีการยืนยันตัวตนโดยใช้เทคนิคของลายมือชื่อดิจิทัล(digital signature) ผลการวิจัยพบว่าการรักษาความมั่นคงปลอดภัย อยู่ในระดับที่ปลอดภัย มีการเข้ารหัสเอกสารโดยใช้ Private Key และ Public Key เอกสารไม่สามารถเปิดได้ถ้าไม่ใช่ key ของผู้รับที่ถูกระบุไว้และสามารถตรวจสอบความเสียหายเมื่อเอกสารเสียหายได้โดยใช้การเปรียบเทียบจาก Hash Message

งานวิจัยนี้ได้ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเฉลี่ย 4.2 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.94 สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาสามารถใช้ในทางปฏิบัติได้จริง

คำหลัก: รักษาความปลอดภัยคอมพิวเตอร์,อินเทอร์เน็ต,ลายมือชื่อดิจิทัล

Abstract

Nowadays Internet have working much, especially in communication and commercial This lead to use Electronics Document and Development Security and Authorization system by Digital signature technique .From the study, Computer Security by Digital signature is safe level. There are encryption with Private Key and Public Key .Document cannot open without key of receivers and Hash message has been approve damage document

User Satisfaction was also good with an average of 4.2 and standard deviation of 0.94.The results indicate that system and be implement in the real world scenario.

Keywords: Computer Security, Internet, Digital signature.

บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตอย่างแพร่หลาย รวมทั้งงานเอกสารต่างๆที่การเงินใบสั่งซื้อ แบบฟอร์มต่างๆเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน แต่เนื่องจากเอกสารดังกล่าวเมื่ออยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์นั้นง่ายต่อการปลอมแปลง ดังนั้นผู้จัดทำจึงเห็นควรที่จะพัฒนาการเข้ารหัสระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยแก้ปัญหาการตรวจสอบเอกสารมีการแก้ไขระหว่างทางหรือไม่ โดยใช้เทคนิคของลายเซ็นดิจิทัล(digital signature) เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบปลอมแปลงเอกสารเพื่อป้องกันการฉ้อโกงและอาชญากรรมที่จะเกิดขึ้นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อศึกษาการนำลายเซ็นดิจิทัลมาใช้ในระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษากระบวนการจัดส่งเอกสารแบบดั้งเดิมเพื่อพัฒนาระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์
2. เข้ารหัสข้อมูลเอกสารเพื่อความปลอดภัยด้วยวิธีลายเซ็นดิจิทัล(Digital signature)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. จัดส่งเอกสารไปตามลำดับงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง
2. ผู้ใช้สามารถทราบสถานะของเอกสารที่ตนส่งไป
3. เอกสารมีความมั่นคงปลอดภัยมากขึ้น
4. สามารถนำลายเซ็นดิจิทัล ไปประยุกต์ใช้กับงานอย่างอื่นได้

แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนลำดับขั้นเอกสารแบบฟอร์มในปัจจุบัน



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการเดินทางของเอกสาร

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูลผ่าน Network

ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายนั้นนอกจากจะทำให้ข้อมูลที่ส่งนั้นเป็นความลับสำหรับผู้ไม่มีสิทธิ์ โดยการใช้เทคโนโลยีการรหัสแล้วสำหรับการทำนิติกรรมสัญญาโดยทั่วไปลายมือชื่อจะเป็นสิ่งที่ใช้ในการระบุตัวบุคคล (Authentication) และยังมีแสดงถึงเจตนาในการยอมรับเนื้อหาในสัญญานั้นๆ ซึ่งเชื่อมโยงถึงการป้องกันการปฏิเสธ ความรับผิดชอบ (Nonrepudiation) สำหรับในการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์นั้นจะใช้ลายมือชื่อ อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Signature) ซึ่งมีรูปแบบต่างๆ เช่นสิ่งที่ระบุตัวบุคคลทางชีวภาพ(ลายพิมพ์นิ้วมือ เสียง ม่านตา เป็นต้น) หรือจะเป็นสิ่งที่มอบให้แก่บุคคลนั้นๆในรูปแบบของ รหัสประจำตัวตัวอย่างที่สำคัญของลายมือชื่อ อิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้รับการยอมรับกันมากที่สุดอันหนึ่งคือ ลายมือชื่อดิจิทัล(Digital Signature) ซึ่งจะเป็น องค์ประกอบ หนึ่งในโครงสร้างพื้นฐาน กุญแจสาธารณะ (Public Key Infrastructure, PKI) ลายมือชื่อดิจิตอล (Digital Signature) คือ ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากการเข้ารหัสข้อมูลด้วยกุญแจส่วนตัวของผู้ส่ง ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นลายมือชื่อของผู้ส่ง คุณสมบัติของลายมือชื่อดิจิตอลนอกจากจะสามารถ ระบุตัวบุคคล และเป็นกลไกการ

ป้องกันการปฏิเสธ ความรับผิดชอบแล้ว ยังสามารถ
ป้องกันข้อมูลที่ส่งไปไม่ให้ถูกแก้ไข หรือ หากถูกแก้ไข
ไปจากเดิมก็สามารถล่วงรู้ได้

หลักการทำงานของ php

จะทำงานโดยมีตัวแปรและเอ็กคิวชันเซิร์ฟเวอร์ อาจเรียกได้ว่าเป็นการทำงานแบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ (server – side) จากไคลเอนต์จะเรียกไฟล์ php script ผ่านทางโปรแกรมบราวเซอร์ (Internet Explore) บราวเซอร์จะส่งคำร้อง (Request) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์รับคำร้องจากบราวเซอร์แล้วก็จะนำสคริปต์phpที่เก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์มาประมวลผลด้วยโปรแกรมแปลภาษา PHP ที่เป็นอินเตอร์พรีเตอร์กรณี que php script มีการเรียกใช้ข้อมูลก็จะติดต่อกับฐานข้อมูลต่างๆผ่านทาง ODBC Connection ถ้าเป็นฐานข้อมูลกลุ่ม Microsoft SQL Server, Microsoft Access, FoxProหรือใช้ Function Connection ที่มีอยู่ใน PHP Library ในการเชื่อมต่อฐานข้อมูลเพื่อดึงข้อมูลออกมาหลังจากแปลสคริปต์ PHP เสร็จแล้วจะได้รับไฟล์ HTML ใหม่ที่มีแต่แท็กHTML ไปยัง Web ServerWeb Server ส่งไฟล์ HTML ที่ได้ผ่านการแปลแล้วกลับไปยังบราวเซอร์ที่ร้องขอผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บราวเซอร์รับไฟล์ HTML ที่เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งมาให้แปล HTML แสดงผลออกมาทางจอภาพเป็นเว็บเพจโดยใช้ตัวแปลภาษา HTML ที่อยู่ในบราวเซอร์ซึ่งเป็นอินเตอร์พรีเตอร์เช่นเดียวกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภุชงค์ สัทประทีปเสวี (2556) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างความมั่นคงปลอดภัยให้อเอกสารกระดาษโดยใช้ลายมือชื่อ ดิจิทัลและรหัสแท่งสองมิติ ความจุสูงรูปแบบใหม่ งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการและขั้นตอนการพิสูจน์ตัวจริงของข้อความบนเอกสารเพื่อใช้ในการพิสูจน์ตัวจริงว่าข้อความบนเอกสารนั้นเป็นของผู้ส่งดังที่กล่าวอ้าง รวมถึงข้อความดังกล่าวนี้ไม่ได้ถูกแก้ไขโดยผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตในระหว่างการจัดส่ง ตลอดจนผู้ส่งไม่สามารถปฏิเสธความ

รับผิดชอบต่อเอกสารที่ตนเองส่งมาได้ โดยประยุกต์ใช้ลายมือชื่อดิจิทัล (digital signature) ร่วมกับ รหัสแท่งสองมิติ (two-dimensional barcode) ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนารหัสแท่ง 2 มิติ รูปแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะใช้งานกับเอกสารที่อยู่ในรูปแบบของกระดาษทั้งในด้านของความจุของรหัสแท่งสองมิติ ซึ่งมีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้ในปริมาณมากและมี รูปร่างและขนาดที่เหมาะสมสำหรับการแนบรหัสแท่งสองมิติ ไปบนเอกสารที่อยู่ในรูปแบบของ กระดาษเพื่อเป็นประโยชน์ทั้งต่อความรวดเร็วในการตรวจสอบเอกสารในปริมาณมากและต่อการตรวจสอบการปลอมแปลงเอกสารเพื่อป้องกันการฉ้อโกงและอาชญากรรมที่อาจจะเกิดขึ้นได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการกำหนดปัญหา

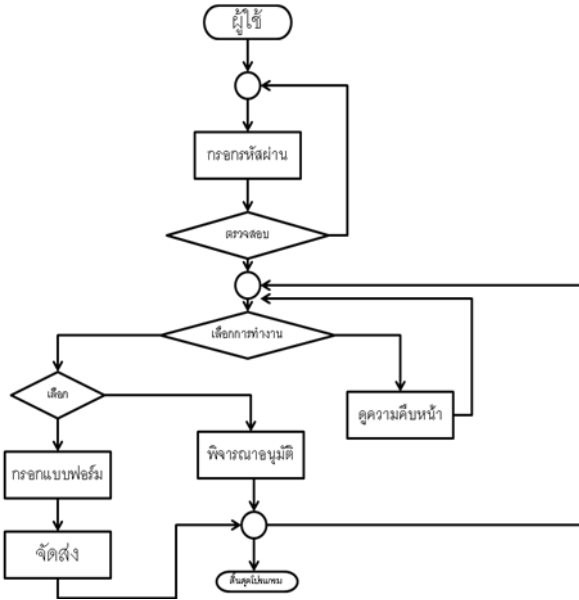
เดิมระบบการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังไม่มี ความมั่นคงปลอดภัยเพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้า การทำการเข้ารหัสเอกสารด้วยวิธี ลายเซ็นดิจิทัล เพื่อใช้ประยุกต์ในการทำธุรกรรมออนไลน์ในอนาคต

ทำการตั้งสมมติฐาน

ศึกษาระบบการจัดส่งเอกสารแบบดั้งเดิมเพื่อพัฒนาระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และทำการเข้ารหัสข้อมูลเอกสารเพื่อความปลอดภัยด้วยวิธีลายเซ็นดิจิทัล(Digital signature)

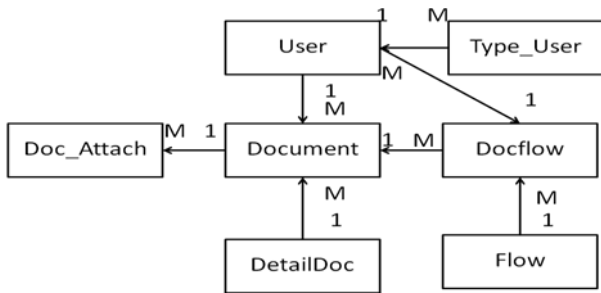
วิธีการศึกษาและค้นคว้า

ศึกษาขั้นตอนของระบบการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยการเขียนผังงานระบบ(process flowchart) เป็นการแสดงการจัดการของระบบส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2 FlowChart การส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่าย

E-R Diagram เป็นการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของระบบส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์



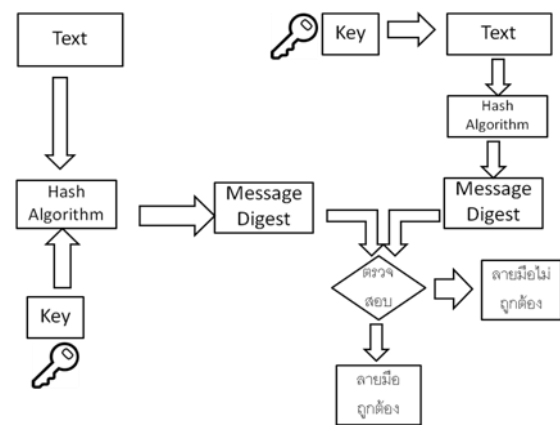
รูปที่ 3 E-R Diagram ของระบบส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบเครือข่าย

รายละเอียดแต่ละ Table

1. Table User เป็นตารางเก็บข้อมูลผู้ใช้งานโดยจะเก็บ Public Key และ Private Key ด้วย
2. Table Type User ตารางเก็บสถานะตำแหน่งของ User
3. Table Flow ตารางเก็บการการเดินทางของเอกสาร

4. Table Document ตารางเก็บข้อมูลเอกสารและ hash message
5. Table Docattach ตารางเก็บรายละเอียดเอกสารแนบ(ถ้ามี เช่นใบรับรองแพทย์)
6. Table DocFlow ตารางเก็บรายละเอียดผู้อนุมัติเอกสาร
7. Table Detaildoc ตารางเก็บรายละเอียดเอกสารและไฟล์เอกสาร

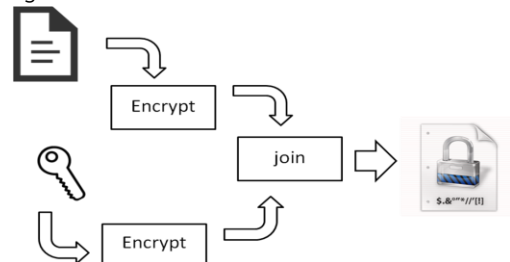
ขั้นตอนการเข้ารหัส และการตรวจสอบลายเซ็นดิจิทัล



รูปที่ 4 กระบวนการของ digital signature

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการวิจัยโดยใช้ 2 ฟังก์ชันในการเข้ารหัสแบบ Public Key และสร้างลายเซ็นดิจิทัล(Digital Signature)

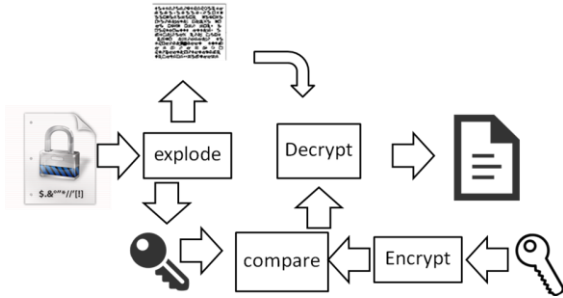


รูปที่ 5 การเข้ารหัสโดยใช้ Key ของผู้รับ

1.โดยใช้เทคนิคของการใช้ Public key Encryption โดยให้ผู้ส่งใช้ public Key ของผู้รับในการเข้ารหัสเมื่อเอกสารเดินทางมาถึงผู้รับโดยฝัง Key มากับเอกสารด้วย โดยผู้รับจะได้ Public Key ที่ผ่านการ Encrypt ของตนเองด้วย

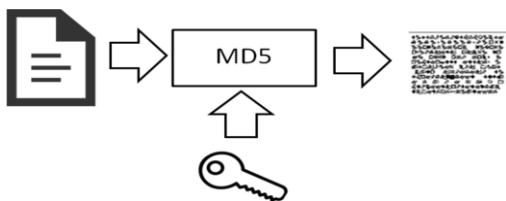
เขียนเป็นภาษา php ได้ดังนี้

```
function encrypt($a,$key){
    $entext1=base64_encode($a);//เข้ารหัส 64 bit
    $entext2=base64_encode($key); //เข้ารหัส 64
    $entext=$entext1%$entext2;
    //ใช้ mod เป็นตัวขึ้นระหว่าง hash text กับ key
    return $entext;
}
```



รูปที่ 6 การถอดรหัสโดยใช้ Key ของผู้รับ
ทางฝั่งผู้รับทำการ แยกเอกสาร เป็น cipher text (เอกสารที่ถูกเข้ารหัส)และ key ทำการเทียบ key ผู้รับที่ดึงมาจากฐานข้อมูล เมื่อ key ตรงกันจึงจะทำการถอดรหัสเอกสาร เขียนเป็น code php ได้ดังนี้

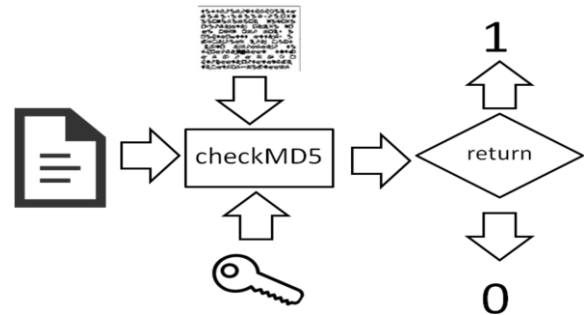
```
function decrypt($hm,$key){
    $detext=explode("%",$hm); //แยก Key ออก
    จาก เอกสาร
    $dekey=$detext[1]; //key ที่มากับ hashtext
    $key2=base64_encode($key);
    //key ที่มาจาก parameter
    if($dekey==$key2){ //เทียบ key
        $detext2=base64_decode($detext[0]);
        //ถอดรหัสเอกสาร 64 bit
    }
    return $detext2
}
```



รูปที่ 7 การสร้าง Hash Message

การใช้ Digital Signature ทำการเข้ารหัสทางเดียว โดยใช้ Private Key และ Public Key ของทั้งผู้ส่ง และผู้รับ โดยผู้ส่งใช้ private Key ในการเข้ารหัสแบบ MD5 เพื่อให้ได้ Hash Message และทำการ ส่งเอกสารไป เมื่อผู้รับได้เอกสาร จะทำการเข้ารหัส MD5 และทำการเปรียบเทียบเอกสารหากเอกสารมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจะ return ค่าเป็น 0 เอกสารจะไม่สามารถเปิดได้ เขียน code php ได้ดังนี้

```
function mymd5($msg,$key)
{
    $hash_msg=md5($msg.$key);
    return $hash_msg;
}
```



รูปที่ 8 การใช้ Hash เปรียบเทียบลายมือชื่อดิจิทัล
ใช้การเข้ารหัสทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบโดยนำ plain text (เอกสารที่ยังไม่ได้เข้ารหัส) นำไปเข้ารหัส md5 กับ Key ของผู้รับ แล้วทำการตรวจสอบกับ cipher text ที่ถูกส่งมา และ return ค่า 1 เมื่อเอกสารตรงกัน return ค่า 0 เมื่อเอกสารไม่ตรงกันเพื่อแสดงผลทางกราฟฟิกออกหน้าจอให้ผู้ใช้งานทราบ เขียนเป็น code ได้ดังนี้

```
function checkmd5($origin,$key,$hashmsg){
    $hash_msg2=md5($origin.$key);
    if($hashmsg==$hash_msg2){ //ตรวจสอบการ
    เข้ารหัส
    $same="1"; //เอกสารผ่านการตรวจสอบด้วย
    ลายเซ็นดิจิทัล;
    }else{
    $same="0"; //เกิดความเสียหายไม่สามารถเปิดได้
    }
    return $same;
}
```


ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือฝั่งผู้รับและฝั่งผู้ส่งเอกสาร

รูปที่ 9 มีการเข้าระบบด้วย username และ password

ลำดับ	เอกสาร	วันที่	สถานะ	เอกสารอยู่	สถานะ
32	ขอเบิกเครื่องคอมพิวเตอร์	24-12-2014	อนุมัติ	ส่งขออนุมัติ	2 ชม.
31	แบบเบิกค่า	22-12-2014	อนุมัติ	ส่งขออนุมัติ	3 ชม.

รูปที่ 10 แสดงเอกสาร

รูปที่ 11 แสดงหน้าการกรอกเอกสาร

รูปที่ 12 แสดงการอนุมัติเอกสารของฝั่งผู้รับ

ผลการดำเนินงานเกิดจากการเข้ารหัสเอกสารโดยใช้ Encrypt และ MD5 ในการเข้ารหัสและถอดรหัส

ข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความปลอดภัยและสามารถยืนยันผู้ใช้งาน key ของผู้รับ ได้อีกด้วยเนื่องจากผลการเข้ารหัสเอกสาร ผู้ใช้ระดับ user จะไม่สามารถมองเห็นได้จึงเขียนไฟล์ แสดงผลขึ้นมาใหม่เพื่อตรวจสอบอัลกอริทึมการเข้ารหัสและถอดรหัสก่อนที่ จะบันทึกลงฐานข้อมูล

ผลการเข้ารหัสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

```
message=ขออนุมัติเบิกคอมพิวเตอร์ 1เครื่อง
key=stc1234
os3NudjB0bXU4LrUoaTNwb7Ux+C1zcPsIDHgpMPX6M2n%c3RjMTIzNA==
```

รูปที่ 13 ผลการเข้ารหัส

ผลการถอดรหัสเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

```
encrypt text=
os3NudjB0bXU4LrUoaTNwb7Ux+C1zcPsIDHgpMPX6M2n%c3RjMTIzNA==
key=stc1234
decrypt text=ขออนุมัติเบิกคอมพิวเตอร์ 1เครื่อง
```

รูปที่ 14 ผลการถอดรหัสเอกสาร

ผลการดำเนินงานลงลายมือชื่อดิจิทัล

```
message=ขออนุมัติเบิกคอมพิวเตอร์ 1เครื่อง
key=stc1234
hash=5082da6d8d3c99a926a2d1781d4d4d5c2d
```

รูปที่ 15 สร้าง hash message

ผลฝั่งผู้ส่ง

```
message=ขออนุมัติเบิกคอมพิวเตอร์ 1เครื่อง
key=stc1234
hash=5082da6d8d3c99a926a2d1781d4d4d5c2d
checksum=1
```

รูปที่ 16 การตรวจสอบ hash message

ผลฝั่งผู้รับ

```
message=ขออนุมัติเบิกคอมพิวเตอร์ 1เครื่อง
key=stc1234
checksum=0
เอกสารเกิดความเสียหายไม่สามารถเปิดได้
```

รูปที่ 17 การแสดงผลเมื่อเอกสารหรือ key เสียหาย

เพื่อหาคุณภาพของระบบว่าสามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ จึงได้จัดทำแบบประเมินโดยใช้แบบสอบถาม โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือด้านความสามารถของระบบตรงตามความต้องการ ด้านความถูกต้องของระบบ ด้านการใช้งานของระบบ และด้านความปลอดภัยของระบบ ผู้ประเมินคือผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 20 คน

ผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญในทุกด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมทุกด้านเท่ากับ 0.94 สามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ระบบเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ทำงานอัตโนมัติจะต้องมีการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของเอกสารมีการยืนยันตัวตนโดยใช้เทคนิคของลายมือชื่อดิจิทัล(digital signature) ซึ่งทำให้มีการรักษาความมั่นคงปลอดภัยอยู่ในระดับที่ปลอดภัย เอกสารไม่สามารถเปิดได้ถ้าไม่ใช่ผู้รับที่ระบุไว้และสามารถตรวจสอบความเสียหายเมื่อเอกสารเสียหายได้

ข้อเสนอแนะ

เพื่อการใช้งานระหว่างองค์กรเพื่อให้ส่วนของข้อมูลเอกสารแต่ละองค์กรเป็นมาตรฐานเดียวกันควรจะทำให้เป็นรูปแบบของ EDI (Electronic Data Interchange)ซึ่งในอนาคตอาจต้องทำเป็น web service หรือเก็บข้อมูลในรูปแบบ XML เป็นต้น และพัฒนา Algorithm Encryption ให้มีความซับซ้อนมากขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จตุชัย แพงจันทร์ ,Master in security .
กรุงเทพฯ :ไอดีซี พรีเมียร์ 2553
- [2] น.ต.ไพศาล โมลิสกุลมงคล ,พัฒนา Web Database ด้วย PHP.กรุงเทพฯ:หจก.ไทยเจริญการพิมพ์,2543

การพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทาง
สำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE*

A Development of Simulation Scenario Prototype Program for path searching
with A* Search Algorithm and TEE* Search Algorithm

ณัฐพงศ์ เหลืองนฤตม¹

¹ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

เลขที่ 46 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

* Demontee_Smileface@hotmail.co.th / Nathaphongl@siamtechno.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางสำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* โดยพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์ด้วย visual c#.net โปรแกรมที่พัฒนามุ่งเน้นที่การใช้งานที่ไม่ซับซ้อน เพื่อไม่ให้เกิดความยุ่งยากแก่ผู้ใช้งาน มีความอิสระและยืดหยุ่นในการสร้างแบบจำลอง และเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจกระบวนการเลือกเส้นทางได้ดียิ่งขึ้น จึงพัฒนาส่วนแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมในรูปแบบกราฟิก และสามารถจัดเก็บผลการคำนวณในรูปแบบของ Microsoft Office Excel Sheet ได้ ผลจากการนำโปรแกรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ทดสอบและทดลองใช้งานพบว่าการทำงานของโปรแกรมต้นแบบมีการทำงานที่ถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูง เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป การวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในอนาคต

คำหลัก: แบบจำลองสถานการณ์ , การค้นหาเส้นทาง , อัลกอริทึม A* , อัลกอริทึม TEE*

Abstract

This research aims to develop a prototype program for simulate the search path with the A* search algorithm and TEE* search algorithms. A prototype program developed by the visual c#.net. The work of prototype program is not complicated and avoid the hassle to used. The independence and flexibility in simulation function. And allow users to select the best path to understand the process. Show the results of the two path selection algorithms in graphical form. And can send and store the calculated results in the form of Microsoft Office Excel Sheet. The result of the prototype program developed to provide by computer experts test and trial. Found that the program is working prototype to simulate accurately. Effective And suitable for general use. This research has made a useful model for the development of the situation in the future.

Keywords: simulation scenarios , path searching , A* algorithm , TEE* algorithm

1. บทนำ

ปัจจุบันการคมนาคมและการขนส่งมีพัฒนาการอย่างรวดเร็ว มีการสร้างช่องทางในการขนส่งเพิ่มขึ้นมากมายและหลากหลายวิธีการ อาทิเช่น การสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูง เป็นต้น การเลือกเส้นทางในการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมที่สุดจากเส้นทางที่มีมากมายให้บรรลุเป้าหมายภายใต้เงื่อนไขที่จำกัดเป็นสิ่งสำคัญ จึงมีการนำอัลกอริทึมสำหรับการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดมาปรับใช้ในกิจการทางโลจิสติกส์ โดยเฉพาะวิธีการแบบอัลกอริทึม A* (เอ-สตาร์) ซึ่งมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการขนส่งอย่างแพร่หลาย และผู้วิจัยได้เคยพัฒนาอัลกอริทึมการค้นหาเส้นทางแบบใหม่ภายใต้ชื่อว่าอัลกอริทึม TEE* (ที-สตาร์) และได้พบว่าการนำอัลกอริทึมทั้งสองชนิดไปใช้งานจริงประสบปัญหาหลายประการ โดยเฉพาะการทำความเข้าใจของผู้ใช้งานกับกระบวนการทำงานของอัลกอริทึมและการแสดงผลลัพธ์เส้นทางที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกของทั้งสองอัลกอริทึมให้ผู้ใช้งานเข้าใจ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย มีการแสดงผลลัพธ์และการคำนวณผลอย่างเป็นรูปธรรมด้วยกราฟิกคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมได้ง่ายและสามารถเข้าใจกระบวนการการทำงานของอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* และนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพแท้จริง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางอย่างง่ายสำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE*

1.2 เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทำงานของวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE*

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัลกอริทึม A*

A* (อ่านว่า เอ-สตาร์) Search Algorithm เป็นวิธีการค้นหาแบบ Graph Search Algorithm รูปแบบหนึ่ง ซึ่งคิดค้นในปี 1968 โดย Peter Hart , Nils Nilsson และ Bertram Raphael โดยมีกระบวนการค้นหาที่ใช้วิธีการสำรวจแบบเดียวกับ Best First Search แต่แตกต่างกันที่ฮิวริสติกฟังก์ชัน โดยมีทั้งหมด 3 ส่วนที่ทำให้เส้นทางต่าง ๆ นั้นถูกตัดสินใจให้ใช้หรือไม่ให้ใช้ โดยมีสมการดังนี้

$$F(s) = g(s) + h(s) \quad (1)$$

โดย

$g(s)$ คือ ค่า cost ของเส้นทางจากโหนดเริ่มต้น (Initial Node) ไปยังอีกโหนดถัดไป (Next Node)

$h(s)$ คือ ฟังก์ชันประมาณค่าจากโหนดปัจจุบัน (Current Node) ไปยังโหนดเป้าหมาย (Goal Node) ในรูปแบบระยะขจัด มีเงื่อนไขคือ h (ตำแหน่งต้นทาง) $\geq h$ (ตำแหน่งปลายทาง) เสมอ

$F(s)$ คือ ฟังก์ชันตัดสินใจในการเลือกเส้นทางจาก Initial Node ไปยังอีกโหนดอื่น (Next Node) จนถึงโหนดเป้าหมาย (Goal Node) โดยมีเงื่อนไขคือเลือกเส้นทางที่มีค่า $F(s)$ น้อยที่สุด

2.2 อัลกอริทึม TEE*

อัลกอริทึม TEE* (อ่านว่า ที-สตาร์) เป็นอัลกอริทึมสำหรับแก้ปัญหาการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งพัฒนาโดยการประยุกต์จากอัลกอริทึม A* Algorithm เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเพื่อสร้างสูตรการค้นหาเส้นทาง โดยมีสมการในการคำนวณ ดังนี้

$$F(T^*) = g(T^*) + h(T^*) \quad (2)$$

เมื่อ

$F(T^*)$ = ฟังก์ชันตัดสินใจในการเลือกเส้นทางจากโหนดเริ่มต้น(Initial Node)ไปยังโหนดถัดไป (Next Node) จนถึงโหนดเป้าหมาย (Goal Node) โดยมีเงื่อนไข คือ เลือกเส้นทางที่มีค่า $F(T^*)$ น้อยที่สุด

$g(T^*)$ = ค่า cost ของเส้นทางจากโหนดเริ่มต้น (Initial Node) ไปยังอีกโหนดถัดไป (Next Node)

$h(T^*)$ = ฟังก์ชันประมาณค่าจากโหนดปัจจุบัน (Current Node) ไปยังโหนดเป้าหมาย (Goal Node)

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.1.1 ศึกษาอัลกอริทึม A* Search รวมถึงการนำอัลกอริทึม A* Search และอัลกอริทึม TEE* Search รวมถึงการกำหนดเงื่อนไขสถานการณ์จำลองแบบต่าง ๆ

3.1.2 พัฒนาระบบโดยใช้ C#.NET เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ในลักษณะโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Program)

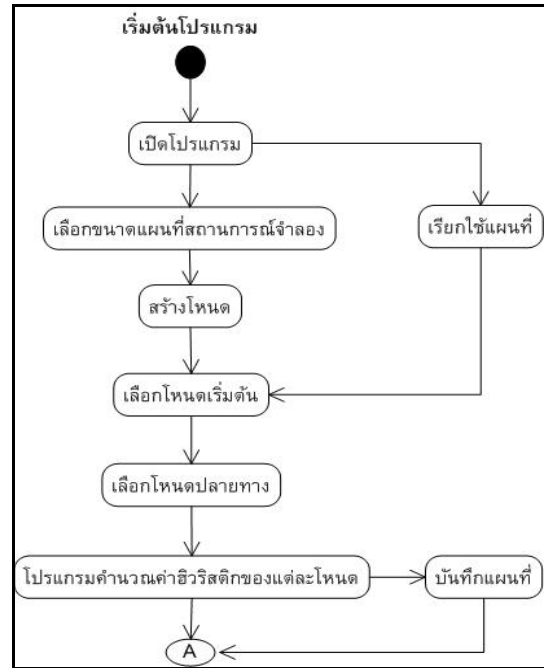
3.1.2. ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการการสร้างตารางและคำนวณค่าทางสถิติ โดยใช้ในการบันทึกค่าผลการทดสอบที่โปรแกรมสามารถคำนวณได้ เพื่อใช้สำหรับแปรผลทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

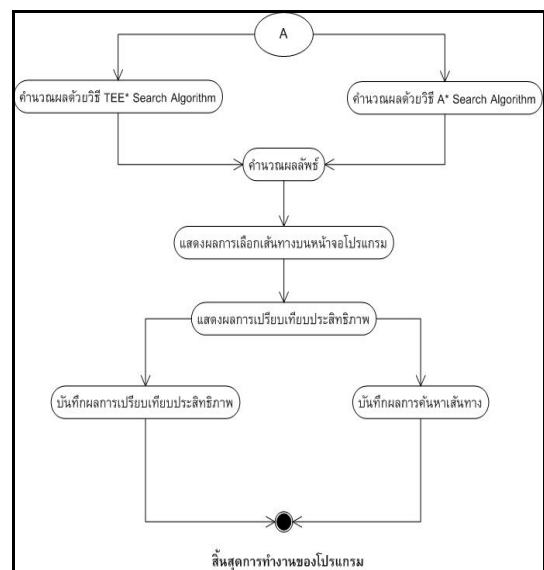
3.2.1 การออกแบบระบบ

หลังจากได้ทำการศึกษาทฤษฎีการค้นหาเส้นทางของ A* Search Algorithm และพัฒนาวิธีการค้นหา

เส้นทางของ TEE* Search Algorithm แล้ว จึงออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางของ A* Search Algorithm และ TEE* Search Algorithm โดยมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนสร้างสถานการณ์จำลอง



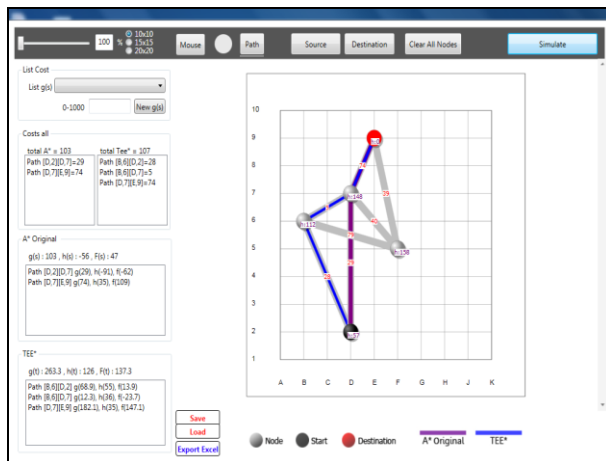
ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการคำนวณผล

จากภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการทำงานในส่วนของการสร้างสถานการณ์จำลองจะเห็นได้ว่าระบบการทำงานของโปรแกรมมีความยืดหยุ่นในใช้งานมาก ตั้งแต่ขนาดของแผนที่สถานการณ์จำลอง การวางโหนด การกำหนดโหนดต้นทางกับโหนดปลายทาง และสามารถบันทึกแผนที่เก็บไว้เพื่อใช้ทดสอบซ้ำหรือเปลี่ยนตำแหน่งต้นทางปลายทางได้

ในส่วนของขั้นตอนการคำนวณผล ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบการแสดงผลของโปรแกรมไว้ 3 แบบ คือ แสดงผลทันทีที่หน้าจอหลักของโปรแกรม และสามารถบันทึกผลการคำนวณในรูปแบบไฟล์ 2 ชนิด คือ ผลการค้นหาเส้นทางในรูปแบบไฟล์แผนที่ เช่นเดียวกับการบันทึกแผนที่ในภาพที่ 3-2 และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในรูปแบบไฟล์เอกสาร Excel Sheet

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม



ภาพที่ 4-1 ผลการทำงานของโปรแกรม

จากภาพที่ 4-1 โปรแกรมจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1 หน้าจอของโปรแกรม แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนเมนูด้านบน ส่วนแสดงผลด้านซ้าย และส่วนแสดงผลแบบจำลองสถานการณ์

4.1.2 ส่วนเมนูด้านบน ประกอบไปด้วย เมนูขยายหน้าจอ (Zoom) เมนูเลือกขนาดแผนที่สถานการณ์จำลอง (Size) ปุ่มลูกศร (Mouse) ปุ่มกำหนดโหนด (Node) ปุ่มกำหนดเส้นทาง (Path) ปุ่มกำหนดโหนดต้นทาง (Source) ปุ่มกำหนดโหนดปลายทาง (Destination) ปุ่มล้างโหนดทั้งหมดจากแผนที่ (Clear All Node) และปุ่มจำลองสถานการณ์ (Simulate) เรียงจากด้านซ้ายไปด้านขวาตามลำดับ

4.1.3 ส่วนแสดงผลด้านซ้าย ประกอบด้วยเมนูแสดงค่าของเส้นทาง (List g(s)) เมนูปรับค่าของเส้นทาง (New g(s)) เมนูแสดงผลรวมค่าระยะทางที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง (Total Cost) เมนูแสดงรายละเอียดการค้นหาเส้นทางของ A* Search Algorithm เมนูแสดงรายละเอียดการค้นหาเส้นทางของ TEE* Search Algorithm ปุ่มบันทึกแผนที่แผนที่สถานการณ์จำลองที่ได้สร้างขึ้น (Save) ปุ่มเรียกใช้แผนที่สถานการณ์จำลองที่ได้บันทึกไว้ (Load) และปุ่มออกรายงาน (Export Excel) โดยเรียงจากด้านบนลงไปตามลำดับ

4.1.4 ส่วนแสดงผลแบบจำลองสถานการณ์ มีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในการสร้างสถานการณ์จำลองสามารถวางโหนดลงบนจุดตัดของเส้นบนแผนที่สถานการณ์จำลอง และลากเส้นจากแต่ละโหนดเพื่อสร้างเป็นเส้นทางได้โดยอิสระ และกำหนดค่าของระยะทางในแต่ละเส้นทางได้

4.2 การทดสอบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทาง สำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และ อัลกอริทึม TEE* ไปให้

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์(โปรแกรมเมอร์) จำนวน 5 ท่าน ดำเนินการทดสอบ ทดลองใช้งาน และประเมินผลตามข้อทดสอบที่ได้กำหนดไว้ และกำหนดเงื่อนไขของการทดสอบเพื่อเป็นเกณฑ์ในการประเมินและทดสอบโปรแกรม โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ระดับคะแนนการทดสอบโปรแกรม

คะแนน	ระดับ
4.50 - 5.00	สูงมาก
3.50 - 4.49	สูง
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ต่ำ
1.00 - 1.49	ต่ำมาก

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบโปรแกรม

ข้อทดสอบ	ผลเฉลี่ย คะแนน
ความสมบูรณ์ของฟังก์ชันการทำงาน	4.78
ความสมบูรณ์ของการทำงานของเมนู/ ปุ่มควบคุม	4.54
ความสมบูรณ์ของโหนดและเงื่อนไขที่ กำหนด	4.82
ความถูกต้องของการสร้างแบบจำลอง	4.86
ความถูกต้องของการแสดงผลลัพธ์	4.86
ความถูกต้องของรายงานสรุปผล	4.84
ความสะดวกและง่ายต่อการใช้	5
ความเหมาะสมของส่วนแสดงผล	4.7
คะแนนเฉลี่ยรวมทุกข้อการประเมิน	4.8

จากผลการทดสอบโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านคอมพิวเตอร์สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมต้นแบบ เพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางสำหรับ

วิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการทดสอบได้ทุกประการ โดยมีผลคะแนนการประเมินเฉลี่ยรวมทุกข้อ การประเมินที่ 4.8 ดังตารางที่ 4-2

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบ เพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางสำหรับ วิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* ที่มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง แม่นยำ มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้งาน ง่ายต่อการเข้าใจ และมีการแสดงผลของอัลกอริทึมรวดเร็วและเป็นกราฟิกที่เข้าใจได้ง่าย เหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ผลจากการทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมต้นแบบเพื่อจำลองสถานการณ์การค้นหาเส้นทางสำหรับวิธีการค้นหาแบบอัลกอริทึม A* และอัลกอริทึม TEE* สามารถตอบสนองได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และเป็นพื้นฐานความรู้และข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมสร้างแบบจำลองที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรวิฑูมิ ชูศรี และ สุนันทา สดสี. “การพัฒนา ระบบค้นหาเส้นทางรถยนต์แบบปัญหาเทอร์เวลลิงเซลแมน โดยใช้จินเนติกอัลกอริทึมแบบจุดประสงค์เดียว.” NCCIT2007. 651-656.
- [2] สุขสวัสดิ์ ญัญญูฉิมสิทธิ์ และประสงค์ ปราณิตพลกรัง. “การพัฒนาแบบจำลองการจัดเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในรูปแบบพลวัตของอัลกอริทึมเอสตาร์.” NCCIT2011.97-102
- [3] กฤต จันทรมัย และสมบัติ สิทธิเชาวน์. “การปรับปรุงเส้นทางขนส่งด้วยวิธีอิวิริสติก กรณีศึกษา

ร้านโด้งน้ำแข็ง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี.” การ
ประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ
2554. 81-88, 2554

การเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บในคลังสินค้าโดยใช้ Racking System

Increase of Storage Space in Warehouses by Using Racking System

รัชกาล ปัญญาพัฒนศักดิ์¹ และ กุลบัณฑิต แสงดี^{1,*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่ง คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจรัลพงษานุการ
122/41 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

*ผู้ติดต่อ: jinko_mtn@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์: 0-2692-2360-4, เบอร์โทรสาร: 0-2277-3693

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาพื้นที่ที่ไม่เพียงพอต่อการจัดเก็บสินค้าและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและใช้ประโยชน์พื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุดของบริษัทกรณีศึกษาซึ่งบริษัททำการผลิตชิ้นส่วนตู้เย็นและเครื่องซักผ้า ผู้วิจัยจึงทำการศึกษถึงกระบวนการภายในคลังสินค้าของบริษัทโดยศึกษาในส่วนงานนำเข้าสินค้า การจัดเก็บ การเบิกจ่าย และการจัดส่งสินค้า จากการวิเคราะห์ผู้ศึกษาพบปัญหาในส่วนของพื้นที่การจัดเก็บที่มีรูปแบบที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ เกิดความสูญเปล่าในการจัดเก็บหรือเบิกสินค้า ผู้วิจัยจึงเสนอการนำ Racking system เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำ Racking system ประเภท Selective Rack มาใช้ ซึ่งสามารถเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บในคลังสินค้าได้ 166.67 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานได้มากขึ้น

คำหลัก: คลังสินค้า, ชั้นวางพาเลทสินค้า

Abstract

This research is the purpose of solve warehouse spaces that not sufficient to storage and increase performance of warehouse spaces for working of this company which is the manufacturer of Part Plastics parts, refrigerator and washing machine. Researchers was conducted by studying warehouse activities of company that component: receiving, storage, picking and shipping. Researchers found problems of using inefficient storage space. Researcher propose racking system for uses to increase storage spaces by choose selective rack type which can increase storage spaces in the warehouse was 166.67 percentage and increase performance of warehouse spaces for working.

Keywords: Warehouse, Selective Rack

1. บทนำ

ในปัจจุบันสภาพการแข่งขันทางอุตสาหกรรมที่แข่งขันกันมากขึ้น เพื่อรองรับกับการเปิดประชาคมอาเซียน (AEC) ต่างก็หาวิธีการลดต้นทุนเพื่อให้ประหยัดมากที่สุด โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์มากที่สุด ลดความสูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการผลิตและการดำเนินงาน การแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน ผู้บริหารจำเป็นต้องให้ความสนใจการจัดการ โลจิสติกส์ (logistics management) เพราะว่าเป็นกิจกรรมสนับสนุนหลักประกอบด้วยโลจิสติกส์ขาเข้าและขาออก ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบการทำงานเพื่อให้มีการเชื่อมโยงการทำงานร่วมกันทุกหน่วยงาน ทั้งภายในและภายนอกองค์กรทั้งด้านอุปทานและอุปสงค์ อันจะทำให้สินค้าและบริการมีคุณค่า (value) ในสายตาของลูกค้า จึงเสนอกิจกรรมหนึ่งของโลจิสติกส์ที่มีความสำคัญเพราะเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทั้งโลจิสติกส์ขาเข้าและขาออกทำให้มีกระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคนั่นก็คือ กิจกรรมด้านการจัดการคลังสินค้า(พิสิษฐ์ แก้วไสย, 2543)

การพิจารณาพื้นที่ใช้งานในคลังสินค้า (Space Saving) แนวคิดในการสร้างคลังสินค้าปัจจุบันให้ความสำคัญกับการใช้พื้นที่ในแนวตั้งมากขึ้นเนื่องจากต้นทุนที่ดินมีราคาสูง การใช้พื้นที่อย่างเหมาะสมไม่เกิดความสูญเปล่าหรือใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่ากลายเป็นต้นทุนในการประกอบธุรกิจ อีกทั้งยังไม่สามารถนำพื้นที่มาหารายได้ และกำไรให้เพิ่มขึ้นได้ ในคลังสินค้าการใช้พื้นที่อย่างประหยัดมีความสำคัญอย่างยิ่ง การใช้พื้นที่เก็บอย่างอิสระ (Free Location) คือทางเลือกที่กิจการคลังสินค้าต้องถือเป็นข้อปฏิบัติประการแรก ส่วนการกำหนดพื้นที่เก็บแบบกำหนดตายตัว (Fixed Location) ควรมิให้น้อยที่สุด การใช้พื้นที่ในการจัดวางจะต้องเน้นด้านแนวตั้งหรือความสูง และความแน่นมากที่สุด โดยมีการออกแบบชั้นวางสินค้าสำหรับ

วางพาเลท (Rack) ให้เหมาะสมกับพื้นที่ ที่บ่อบรรจุได้มาตรฐาน มีการจัดท่า และใช้เครื่องมืออุปกรณ์ ที่ตรงกับความต้องการในการใช้งาน อีกทั้งยังต้องมีการฝึกฝนพนักงานให้มีความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในการปฏิบัติงานใช้เครื่องมืออุปกรณ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ดูแลรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง ตามระบบงานมาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ อย่างชัดเจน จึงจะใช้พื้นที่ในคลังสินค้าได้เต็มศักยภาพ(วรรณ แสงศักดิ์, 2554)

บริษัทกรณีศึกษาก่อตั้งมากกว่า 15 ปี บริษัทมีนโยบายรองรับกับเศรษฐกิจที่เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ด้วยพื้นที่จำกัดทำให้มีปริมาณการจัดเก็บไม่มากนักทำให้เกิดปัญหาในเรื่องพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการจัดเก็บสินค้าและด้วยการจัดเก็บแบบระบบการจัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า (Commodity System) และไม่มีชั้นวางสินค้า ทำให้จัดเก็บแบบวางพื้นโดยแบ่งโซน ซึ่งเกิดข้อเสียเนื่องจากรถโฟร์คลิฟเข้าไม่ได้ทำให้เกิดความสูญเสียนในการเคลื่อนย้าย เนื่องจากต้องใช้คนยกเข้าไปเก็บเป็นชั้นๆและในการจัดหาส่งพนักงานที่หยิบสินค้าจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องของสินค้าแต่ละชนิดหรือแต่ละยี่ห้อที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกันไม่เช่นนั้นอาจเกิดการหยิบสินค้าผิดชนิดได้

ดังนั้น จึงมุ่งเน้นได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์การเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและใช้ประโยชน์พื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุด เพื่อหาวิธีการลดต้นทุนจัดเก็บ ลดการใช้พื้นที่สูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด และเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ดังนี้ 1) เพื่อแก้ปัญหาพื้นที่ที่ไม่เพียงพอต่อการจัดเก็บสินค้า 2) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและใช้ประโยชน์พื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุด

2. วิธีดำเนินโครงการ

2.1 การศึกษาสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินงานตามขั้นตอนตั้งแต่ กำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงาน ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาภาพรวมของกระบวนการทำงานในบริษัทและสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานของบริษัท ซึ่งพบปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า จึงดำเนินการศึกษากระบวนการทำงานของส่วนคลังสินค้าของบริษัททุกกิจกรรม ตั้งแต่ กิจกรรมรับสินค้า จัดเก็บ เบิกจ่าย หรือหยิบสินค้า และจัดส่งสินค้า โดยการสัมภาษณ์และสอบถามข้อมูลกับพนักงานผู้ปฏิบัติงานและหัวหน้าผู้ควบคุมดูแลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อเก็บข้อมูลในเชิงลึก และนำจุดอ่อนต่างๆมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการของความสูญเสีย 7 ประการ (7 WASTES) (สวทช., 2552) และหาแนวทางในการแก้ไข

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยเลือกใช้ระบบการจัดเก็บแบบ Selective Rack เข้ามาดำเนินการ โดยจุดเด่นของระบบ Selective Rack มีดังนี้ 1) ลดการใช้พื้นที่สูญเสียไปโดยการจัดเรียงสินค้าเป็นแนวสูง 2) พื้นที่ที่มีการจัดเป็นระเบียบมากขึ้น 3) ประสิทธิภาพในการดำเนินงานได้ดี 4) สามารถดัดแปลงใช้กับระบบเทคโนโลยีต่างๆได้ 5) ง่ายในการจัดเก็บและค้นหาสินค้า นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณาในการใช้ระบบ Selective Rack ซึ่งได้แก่ ขนาดพาเลทหรือสินค้า เช่น ความกว้าง ความยาว และความสูงโดยรวม น้ำหนักของพาเลทหรือสินค้า ลักษณะของพาเลท ขนาดของพื้นที่ในคลังสินค้า(ความกว้าง ความยาว และความสูง) ลักษณะรูปแบบของคลังสินค้า เช่น ตำแหน่งเสาของคลังสิ่งกีดขวางในการติดตั้งชั้นวาง ทางเข้า-ออกของสินค้า ประเภทของอุปกรณ์ในการจัดเก็บ เช่น รถโฟล์คลิฟท์(รถยกสูง) จำนวนพาเลทสินค้าที่ต้องจัดเก็บ งบประมาณ และสถานที่ในการติดตั้ง

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการติดตั้ง Selective Rack

เมื่อมีการนำ Selective Rack เข้ามาใช้ในการจัดเก็บ จำเป็นจะต้องมีการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ ซึ่ง

จะต้องมีการเก็บข้อมูล ดังนี้ 1) รายละเอียดพื้นที่ในคลังสินค้า ภายในคลังสินค้าของบริษัทจะประกอบด้วยพื้นที่จัดเก็บวัสดุดิบ และพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป โดยจะใช้ข้อมูลความคุ้มค่าการใช้พื้นที่สินค้าสำเร็จรูปเพื่อให้สะดวกในการจัดเก็บและเพิ่มประสิทธิภาพ 2) รายละเอียดความกว้างของพื้นที่เข้าจัดเก็บสินค้าและใช้พื้นที่ Selective Rack โดยภายในคลังจะแบ่งช่องทางเดินเข้าจัดเก็บออกเป็น 3 ช่องทาง โดยทำการวัดพื้นที่ความกว้างของแต่ละช่องทางเดินและคำนวณจำนวน Selective Rack ที่จะติดตั้ง 3) รายละเอียดต้นทุนของ Selective Rack โดยต้นทุนของโครงการจะประกอบด้วย 1) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ต้นทุนที่เกิดจากการติดตั้งตัวอุปกรณ์ Selective Rack และ 2) ต้นทุนแปรผัน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาอุปกรณ์ ของตัว Selective Rack

2.4 การวัดประสิทธิภาพของพื้นที่จัดเก็บสินค้า

ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลเปรียบเทียบกับพื้นที่จัดเก็บก่อนและหลังการนำ Selective Rack เข้ามาใช้ในการจัดเก็บสินค้า

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 สภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

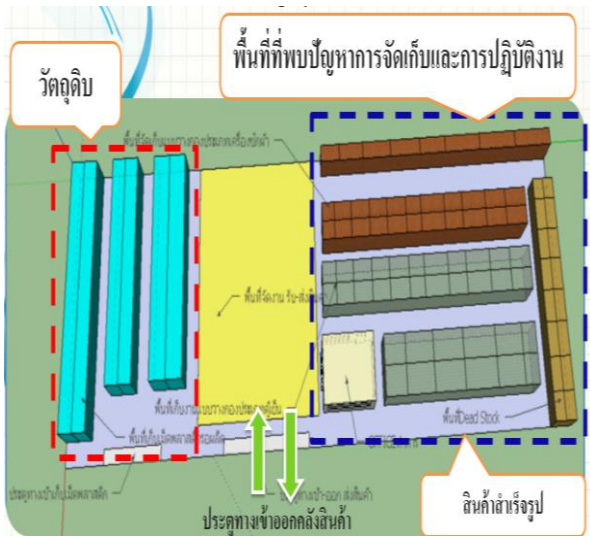
คลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาจะประกอบไปด้วย 3 โซน โดยแบ่งเป็น 1) โซนจัดเก็บ Part ตู้เย็น (RF) 2) โซนจัดเก็บ Part เครื่องซักผ้า (WM) และ 3) โซนจัดเก็บเม็ดพลาสติก (Raw Material) โดยภายในคลังสินค้าจะใช้เป็นสถานที่สำหรับการจัดเก็บสินค้าทั้งที่รอการผลิต และสินค้าสำเร็จรูปไว้ในพื้นที่เดียวกัน (รูปที่ 1) สามารถจัดเก็บได้โดยไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิเพราะเป็นสินค้าประเภทพลาสติก ทำให้ดูแลรักษาได้ง่าย แต่ต้องระวังในเรื่องของความชื้น เพราะเป็นคลังสินค้าที่มีพื้นเป็นปูนซีเมนต์ที่ส่งผลให้เวลาฝนตกมักเกิดความชื้นขึ้นมาจากปูน

การจัดเก็บภายในคลังสินค้า จะใช้กล่องกระดาษเป็นบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีทั้งหมด 8 ขนาด(เบอร์) ซึ่งจะมีขนาดที่แตกต่างกัน และนำสินค้ามาใส่กล่องตามขนาดแต่ละเบอร์

และนำไปจัดเก็บแบบวางพื้น โดยใช้จัดเก็บแบบตามแยกประเภทของสินค้า ตามเบอร์ของกล่องเช่น ช่องทางเดินที่ 1 จัดเก็บกล่องจำพวกเบอร์ 3 ช่องทางเดินที่ 2 จะเก็บเบอร์ 1-2 เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการหาสินค้า แต่ต้องอาศัยความชำนาญของบุคคลในการค้นหา แต่เนื่องจากการวางพื้นมักมีข้อจำกัดต่างๆเช่น ไม่สามารถวางสินค้าได้สูงมาก เพราะกล่องอาจยุบตัว เกิดความเสียหาย และยังเกิดความสูญเสียพื้นที่(รูปที่ 2) นอกจากนี้ รถโฟล์คลิฟยังไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้ ต้องใช้รถเข็นและแรงงานในการยกสินค้าจัดวางและเบิกจ่าย(รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ช่องทางเดินแคบต้องใช้รถเข็นในการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้า



รูปที่ 1 แบบจำลองคลังสินค้าปัจจุบันของบริษัท 3D model of the current warehouse layout.



รูปที่ 2 ลักษณะการจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้า

3.2 การลงทุนระบบ Selective Rack

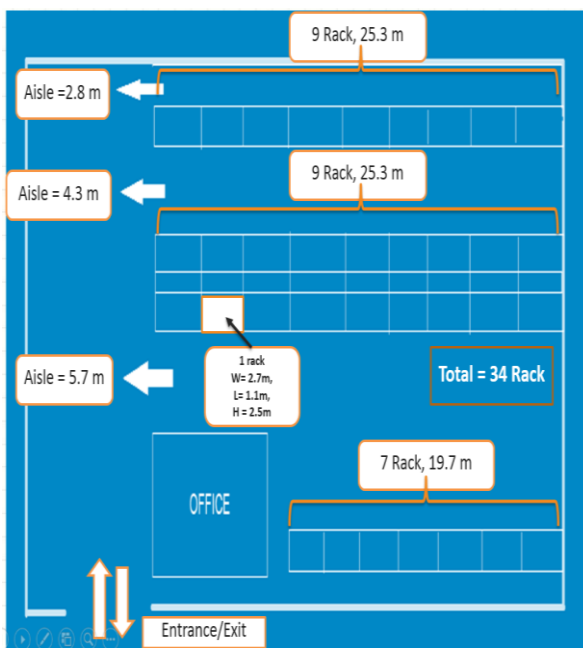
เนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษามีการเสนอรายชื่อบริษัทที่ดำเนินการรับติดตั้ง Selective Rack มา 2 บริษัท ได้แก่ SMK Product และ Rack House แต่ยังไม่สามารถตัดสินใจเลือกได้เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลในการตัดสินใจที่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บข้อมูลรายละเอียดของทั้ง 2 บริษัทและดำเนินการเปรียบเทียบ พบว่า ราคาของบริษัท SMK Product มีราคาที่ถูกกว่ามาก มีปริมาตรที่ถึง 10,850,000 ตารางเซนติเมตร และของ Rack House มีปริมาตรอยู่ที่ 8,050,000 ตารางเซนติเมตร ซึ่ง Rack House มีราคาสูงกว่า SMK อยู่มากและยังมีเนื้อที่น้อยกว่า (ตารางที่ 1) ดังนั้น จึงตัดสินใจเสนอให้บริษัทกรณีศึกษาเลือกใช้ Selective Rack ของบริษัท Rack House

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบราคา Selective Rack ระหว่างบริษัท SMK Product กับ Rack House

ตารางเปรียบเทียบ Selective Rack รับน้ำหนัก 1000 KG/level		
รายการ	บริษัทSMK PRODUCT	บริษัทแร็คเฮาส์
First Bay	ราคา 8,000 x จำนวน 4	ราคา 13,100 x จำนวน 4
Next Bay	ราคา 5,000 x จำนวน 26	ราคา 9,250 x จำนวน 26
Totalling	฿121,338 (รวมส่วนลดการค้า 48,600 และ vat 7%)	฿292,900.00
SIZE	(W*D*H) 310*100*350CM	(W*D*H) 230*100*350CM

3.3 การดำเนินงานติดตั้ง Selective Rack

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประสานงานกับบริษัท SMK Product ทางบริษัทได้ดำเนินการวัดพื้นที่และออกแบบแปลนในการติดตั้ง Selective Rack โดยการวาง Selective Rack จะทำการติดตั้งใช้งานทั้งหมด 34 Rack และพื้นที่การจัดวางจะเป็นแบบ One Way ซึ่งรถโฟร์คลิฟสามารถเข้าออกได้ทางเดียวโดยเว้นพื้นที่ระหว่าง Rack แต่ละแถวไว้ 4 เมตร เพื่อความสะดวกในการให้รถโฟร์คลิฟสามารถทำการกลับตัวได้ง่ายและวาง Rack 3 แถวแรกจะวาง 9 Rack ซึ่งยาวถึง 25.3 เมตร และแถวที่ 4 ซึ่งอยู่หลังห้องสำนักงาน มีความยาวอยู่ที่ 19.7 เมตร โดย Rack แต่ละ Rack จะมีขนาด ดังนี้ 1) ด้านกว้าง เท่ากับ 270 เซนติเมตร 2) ด้านลึก เท่ากับ 110 เซนติเมตร 3) ด้านสูง เท่ากับ 250 เซนติเมตร (รวมชั้นที่ 2 สูง 352.5 เซนติเมตร) รวมทั้งหมด จำนวน 34 Rack ที่ทำการติดตั้ง (รูปที่ 4 และ 5)



รูปที่ 4 แผนผังคลังสินค้าโดยนำระบบ Selective Rack มาใช้



รูปที่ 5 การจัดเก็บสินค้าแบบเก่ากับแบบใหม่(นำระบบ Selective Rack มาใช้)

3.4 การวัดประสิทธิภาพในการนำระบบ Selective Rack มาใช้

ผลจากการศึกษาและดำเนินงาน พบว่า ในการจัดเก็บรูปแบบเก่าจะมีพื้นที่ทางเดินและจัดเก็บที่แคบและไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน โดยช่องทางเดินที่ 1 พื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บกว้าง 1.5 เมตร ช่องทางเดินที่ 2 พื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บกว้าง 2 เมตร ช่องทางเดินที่ 3 พื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บกว้าง 1.3 เมตร ซึ่งเมื่อนำ Selective Rack มาใช้ ทำให้พื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บในช่องทางเดินที่ 1 กว้าง 2.8 เมตร พื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บกว้างช่องทางเดินที่ 2 กว้าง 4.3 เมตร และพื้นที่ทางเดินเข้าจัดเก็บในช่องทางเดินที่ 3 กว้างถึง 5.7 เมตร (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่า มีพื้นที่พอสำหรับการใช้รถโฟร์คลิฟต์เข้าจัดเก็บและเบิกจ่ายหรือหยิบสินค้า ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาพื้นที่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยคิดจากพื้นที่ทั้งหมด พบว่า สามารถได้พื้นที่คืนมาทั้งหมดนั้นได้ถึง 166.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการนำสินค้าไปเก็บไว้แนวตั้ง (Selective Rack) ทำให้สามารถลดการใช้พื้นที่ที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ได้และเกิดความสะดวกในการรับ จัดเก็บ หยิบ ส่ง ได้มากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2 เปรียบพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าแบบเก่ากับแบบใหม่(นำระบบ Selective Rack มาใช้)

ความกว้างทางเดินเข้าเก็บชิ้นงาน			
	แบบเก่า	แบบใหม่	พื้นที่ได้มากขึ้น
ช่องเข้าที่ 1	1.5 เมตร	2.8 เมตร	86.67%
ช่องเข้าที่ 2	2 เมตร	4.3 เมตร	115%
ช่องเข้าที่ 3	1.3 เมตร	5.7 เมตร	338.46%

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1) จากการศึกษาและเก็บข้อมูล ทำให้ทราบและเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า คือการจัดเรียงสินค้าแบบเทกอง เนื่องจากการจัดเรียงที่ไม่สามารถทำเป็นแนวตั้งได้มากเพราะน้ำหนักของกล่องทำให้ต้องจัดเก็บแนวราบ หากมีสินค้ามากขึ้นก็ส่งผลต่อการจัดเก็บที่ยากลำบาก ทำให้ช่องทางเดินเข้าจัดเก็บหรือเบิกจ่ายสินค้ามีพื้นที่แคบลง ทำให้ปฏิบัติงานได้ยากและส่งผลให้สูญเสียพื้นที่การจัดเก็บ เมื่อมีสินค้าเข้ามาเกินก็ส่งผลให้ไม่สามารถจัดเก็บตามที่ของประเภทนั้นได้ ทำให้ต้องนำไปรวมกับประเภทอื่น ผลที่ตามมา ทำให้สินค้าปะปนกัน

2) จากการศึกษาถึงสภาพปัญหา ทำให้เกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่พบได้ ดังนี้ คือการนำ Rack เข้ามาช่วยในการจัดเก็บ โดยใช้ Selective Rack เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนระดับได้และยังช่วยอำนวยความสะดวกทางด้านพื้นที่โดยใช้พื้นที่ในแนวตั้ง สามารถลดความสูญเสียทางด้านการใช้พื้นที่คลังสินค้า ทำให้สามารถจัดเก็บสินค้าได้เต็มประสิทธิภาพโดยใช้พื้นที่คลังได้อย่างคุ้มค่าสูงสุด

5. เอกสารอ้างอิง

[1] พิสิษฐ์ แก้วไสย. (2543). การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management). พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[2] วรณ แสงศักดิ์. (2554). การจัดสรรพื้นที่การจัดวางสินค้าภายในคลังสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์กรณีศึกษา อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[3] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2552). ความสูญเสียเปล่าทั้ง 7 ประการ (7 wastes).(สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2557) Availablefrom:

<http://www.stks.or.th/blog/?p=911>

**การพัฒนาแบบจำลองการจัดการคลังสินค้า
แปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที
A Development of Warehouse Management Model
Varies according to customers by Long Tail and IT concepts**

ณัฐพงศ์ เหลืองนฤตม¹ และ ณรงค์ฤทธิ์ ยิ้มเจริญพรสกุล²

¹ สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
เลขที่ 46 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

* Demontee_Smileface@hotmail.co.th / Nathaphongl@siamtechno.ac.th

² สาขาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
เลขที่ 46 ถ.เจริญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

*Lee.Lei.Law@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแบบไอทีแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการจัดการคลังสินค้า อาทิเช่น ปัญหาการจัดเก็บสินค้าที่ไม่เหมาะสม ชนิดของสินค้าที่หลากหลายและมีการแบ่งหมวดหมู่แยกย่อยจำนวนมาก ความยุ่งยากในการค้นหาสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังสินค้า เป็นต้น และแบบจำลอง ABC analysis ที่มีการนำมาใช้ในการจัดการคลังสินค้าไม่สามารถตอบสนองตามความต้องการของลูกค้าที่แปรผันได้ เพื่อทำการแก้ไขปัญหาของคลังสินค้าดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการ Long Tail ผสมผสานกับแนวคิดและกระบวนการทางเทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอทีเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยสร้างเป็นแบบจำลองสำหรับการจัดการคลังสินค้าที่สามารถดำเนินการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการของลูกค้าได้ และทดสอบโดยนำไปทดลองใช้กับห้างหุ้นส่วนจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์ พบว่าประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าโดยรวมมีผลดีขึ้น ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปปรับแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

คำหลัก: การจัดการคลังสินค้า , แนวคิดแบบไอที , วิธี Long Tail , ความต้องการของลูกค้า

Abstract

This research aims to develop IT Warehouse Management Model varies according to customers by Long Tail. The Researchers have studied the problem in the process of management. Problems such as improper storage , type of product variety and a large number of sub-categories , difficult to find a product that is stored on the docks And ABC model has been used in warehouse management that can not meet the needs of the customers that varied. To resolve the issue of the warehouse .The researchers have used the Long Tail combined with the concepts and process of Information Technology (IT) to solve the problem by developing a model for warehouse management that can be varied according to the demand of their customers. And tested by the experiments with the Partnership KTR traders for case study. Founding , the effective warehouse management overall is good results. The results

of this research show that important information to adapt a model for effective inventory management even more in the future.

Keywords: warehouse management , IT concepts , Long Tail , customer's demand.

1. บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมา องค์กรธุรกิจต่างมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง แต่ละองค์กรมีการนำกลยุทธ์ทางการตลาดมาใช้เพื่อต่อสู้แย่งชิง ส่วนแบ่งทางการตลาด ในยุคก่อนที่จะสิ้นสุด ศตวรรษที่ 20 กลยุทธ์ทางการตลาดระหว่างองค์กรธุรกิจกับผู้บริโภคเต็มไปด้วยกลยุทธ์แบบ การผลิตจำนวนมาก(Mass Production) ซึ่งส่งผลกระทบต่อแนวคิดในการจัดการสินค้าคงคลัง ในยุคนั้นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม สภาวะเศรษฐกิจสังคม สิ่งแวดล้อม ยุทธศาสตร์ และโลกาภิวัตน์ ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การจัดการคลังสินค้า ซึ่งรองรับการจับเก็บสินค้าแบบ การผลิตจำนวนมาก(Mass Production) ที่ยังคงพื้นที่ ความจุ และความสามารถในการจัดเก็บ แต่ ต้องสูญเสียรูปแบบและประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้าไปในยุคสมัยใหม่ซึ่ง องค์กรธุรกิจได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์การจัดการคลังสินค้าให้เป็นไปตามความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตามหลังจากการเข้าสู่ยุคของการสื่อสาร ทำให้รูปแบบของการจัดการคลังสินค้าเปลี่ยนแปลงไป โดยการแข่งขันปรับตัวขึ้นอยู่ในระดับสูง ยิ่งไปกว่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรม การซื้อสินค้าของผู้บริโภค ที่แต่ก่อนพิจารณาเรื่อง “คุณภาพของสินค้า” ไปเป็น “ราคาสินค้า” รวมไปถึงการเน้นความมีเอกลักษณ์ของสินค้าตามความชื่นชอบของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องนำระบบสารสนเทศและแนวคิดแบบไอที เข้ามาจัดการกระบวนการในคลังสินค้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบจำลองแนวทางการจัดการคลังสินค้าด้วยวิธี Long Tail และใช้แนวคิดแบบไอที

2. เพื่อพัฒนาการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการของลูกค้า

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คลังสินค้า

ความหมายของการจัดการคลังสินค้า (Introduction to Warehouse Management)

คลังสินค้า (warehouse) หมายถึง พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและการเคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ โดยคลังสินค้าทำหน้าที่ ในการเก็บสินค้าระหว่างกระบวนการเคลื่อนย้าย เพื่อสนับสนุนการผลิตและการกระจายสินค้า ซึ่งสินค้าที่เก็บในคลังสินค้า (warehouse) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. วัตถุดิบ (Material) ซึ่งอยู่ในรูป วัตถุดิบ ส่วนประกอบและชิ้นส่วนต่างๆ
2. สินค้าสำเร็จรูปหรือสินค้า จะนับรวมไปถึงงานระหว่างการผลิต ตลอดจนสินค้าที่ต้องการทิ้งและวัสดุที่นำมาใช้ใหม่

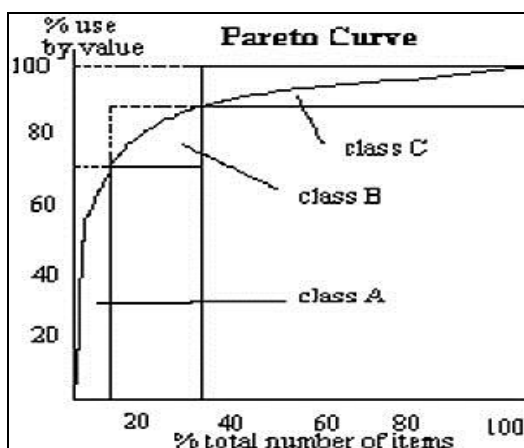
การ จัด การ คลัง สิ น ค้า (Warehouse Management) เป็นการจัดการในการรับ การจัดเก็บ หมายถึง การจัดส่งสินค้าให้ผู้รับเพื่อกิจกรรมการขาย เป้าหมายหลักในการบริหาร ดำเนินธุรกิจ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าก็เพื่อให้เกิดการดำเนินการเป็นระบบให้คุ้มกับการ ลงทุน การควบคุมคุณภาพของการเก็บ การหยิบสินค้า การป้องกัน ลดการสูญเสียจากการ ดำเนินงานเพื่อให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด และการใช้ประโยชน์เต็มที่จากพื้นที่

2.2 ABC Analysis

กฎ 80/20 หรืออีกชื่อหนึ่งเรียกกันว่า Pareto's Principle เป็นกฎที่เกิดขึ้นมาจากความบังเอิญก็เกือบจะว่าได้ ผมขอ เທ้าความถึงความ เป็นมาของทฤษฎีนี้ชนิดหนึ่ง เรื่องของเรื่องมันเริ่มมาจากในปี 1906 Vitfredo Pareto นักเศรษฐศาสตร์

ชาวอิตาลีได้สร้างสมการตัวเลขเกี่ยวกับความร่ำรวยของคนภายในประเทศของเขา โดยจากการสังเกตการณ์ได้ค้นพบว่า 20% ของคนในประเทศเป็นเจ้าของของความมั่งคั่ง ถึง 80% จริงๆ แล้วหลังจากการสังเกตการณ์ของ Pareto ในครั้งนั้นดูเหมือนว่าผู้เชี่ยวชาญคนอื่นๆ ก็สังเกตเห็นเหมือนกันว่า ในงานที่ตนเองทำอยู่แต่ละอย่างจะมีปรากฏการณ์ของกฎ 80/20 อยู่เป็นประจำ จนราวๆ ปี 1940 Dr. Joseph M. Juran จึงสรุปแนวคิด เรื่อง 80/20 ไว้ว่า สิ่งสำคัญจำนวนไม่ต้องมากกลับสามารถสร้างผลกระทบได้เยอะแต่สิ่งไม่สำคัญจำนวนเยอะๆ กลับสร้างผลกระทบได้ไม่มาก (vital few and trivial many) แล้ว Dr. Joseph จึงค่อยมาพบภายหลังว่า สิ่งที่เขาสรุปเป็นอะไรที่ Pareto ค้นพบมาก่อนหน้านี้ จึงใช้ชื่อทฤษฎีนี้ว่า Pareto's Principle หรือที่เราเรียกกันอย่างง่ายๆ ว่า กฎ 80/20

ในการควบคุมสินค้าในคลังสินค้าที่มีสินค้ามากมาย และราคาแตกต่างกัน มีการนำกฎ 80/20 มาใช้เป็นวิธีการควบคุมสินค้าในคลังสินค้าโดยเรียกวิธีนี้ว่า ABC Analysis ซึ่งเป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับสินค้าตามกลุ่มสินค้าโดยการจัดลำดับสินค้าตามยอดขายหรือส่วนแบ่งกำไรของสินค้านั้น ซึ่งสินค้าที่จัดอยู่ในกลุ่ม A จะประกอบด้วยสินค้าเพียงไม่กี่ประเภทหรือมีจำนวน SKU (Stock Keeping Unit) น้อยแต่เป็นสินค้าที่มียอดขายหรือส่วนแบ่งกำไรมากที่สุด ส่วนสินค้าที่มียอดขายหรือส่วนแบ่งกำไรรองลงไป จะได้รับความสำคัญน้อยลงเป็น B และ C ตามลำดับ (Stock และ Lambert, 2001)



ภาพที่ 2-1 James, A.T. and Jerry, D.S., 1998 “The Warehouse Management Handbook”, second edition, Tompkins press, pp. 823-848

James และ Jerry (1998) ได้กล่าวไว้ในหนังสือเรื่อง The Warehouse Management Handbook; the second edition ในเรื่อง Stock Location Assignment โดยได้กล่าวถึงเกณฑ์ ABC Analysis ไว้ว่าเป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในเรื่องการจัดตำแหน่งการวางสินค้า โดยจะจัดกลุ่มตามการเคลื่อนไหวหรือ movement ของสินค้า โดยจากการจัดสินค้าตามเกณฑ์ดังกล่าวจะพบว่าสินค้าที่มีจำนวนเพียง 20% นั้นจะมีการ movement ของสินค้ามากถึง 80% ของสินค้าทั้งหมด

โดยสินค้าที่จัดอยู่ในกลุ่ม A นั้นควรเป็นสินค้าที่องค์กรควรให้ความสำคัญควรมีการ monitor หรือการจัดการดูแลอย่างใกล้ชิดเพราะเป็นสินค้าที่ขายดีและควรจัดตำแหน่งในการจัดเก็บให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการจัดเก็บและสะดวกต่อการ pick มากที่สุด มากกว่าสินค้าประเภท B และ C แต่ทั้งนี้ในการใช้เกณฑ์ ABC นั้น อาจมีการจัดแบ่งกลุ่มสินค้าเป็นกลุ่มย่อยลงได้มากกว่า 3 อันดับ เช่นอาจจัดแบ่งเป็น A, B, C และ D ตามลำดับเพื่อเป็นการกระจายเปอร์เซ็นต์การ movement หรือยอดขายของสินค้าในกลุ่ม A ออกมา เช่น สินค้าที่มีการ movement หรือมียอดขาย 50% ให้จัดอยู่ในกลุ่ม A สินค้ากลุ่ม B เท่ากับ 30% สินค้ากลุ่ม C เท่ากับ 12% และ สินค้ากลุ่ม D เท่ากับ 8% เป็นต้น

2.3 Long Tail

Chris Anderson - The Long Tail (2004) ได้กล่าวถึงเรื่องการตลาดแบบหางยาวไว้ดังนี้ การตลาดแบบหางยาว เป็นแนวคิดตรงข้ามกับกฎ 80/20 หรือ การทำตลาดเฉพาะกลุ่ม 20% เนื่องจากเป็นลูกค้าชั้นดี และละทิ้งหรือเพิกเฉยกับกลุ่มลูกค้า 80% ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง เพราะการแข่งขันมีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งจากการเปิดเขตเสรีการค้า ทำให้คู่แข่งไม่ได้มีเฉพาะแค่ในประเทศเท่านั้น ยังหมายรวมถึงสินค้าต่างประเทศที่จะเข้ามาทำตลาดอีกมาก

จากกำแพงภาษีนำเข้าที่เหลือ 0% ผนวกกับกำลังการซื้อที่มีอยู่อย่างจำกัดของผู้บริโภค กลยุทธ์การตลาดนี้กลับมาให้ความสำคัญกับจำนวนสินค้าหรือลูกค้าที่เหลืออีกร้อยละ 80 ซึ่งทำรายได้ให้แก่บริษัทรวมกันไม่ถึงร้อยละ 20 ของรายได้ทั้งหมด ซึ่งกลุ่มร้อยละ 80 นี้เอง ที่เรียกว่า “หางยาว (Long Tail)” ที่เราน่าจะให้ความสนใจดูแลที่มากกว่านี้ โดยอาศัยวิธีการทำตลาดแนวใหม่ ที่เรียกว่า “กลยุทธ์หางยาว (Long Tail Strategy) มาประยุกต์เข้าไป โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่มยอดขายในกลุ่มร้อยละ 80 นี้ ให้มากขึ้น

2.4 แนวคิดแบบไอที

แนวคิดแบบไอที หรือ เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) คือ การนำความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล การรายงานผล การส่งต่อข้อมูล การสื่อสารโทรคมนาคม การกระจายสารสนเทศ เป็นต้น

เทคโนโลยีสารสนเทศจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ บุคลากร ฐานข้อมูล และเทคโนโลยีการสื่อสาร ซึ่งทุกส่วนจะทำงานร่วมกันอย่างสอดคล้องเป็นระบบ ปัจจุบันมีการนำแนวคิดแบบไอทีมาประยุกต์ใช้ในกิจการต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ทั้งในเชิงธุรกิจ อุตสาหกรรม โลจิสติกส์ รวมถึงงานทางการศึกษา เป็นต้น

นอกจากองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วนแล้ว ยังมีการแบ่งหน่วยการทำงานของระบบไอทีออกเป็น 3 soj;p คือ

1. หน่วยรับข้อมูล(Input Unit) ทำหน้าที่รับค่าข้อมูลและบันทึกเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินการประมวลผล
2. หน่วยประมวลผลข้อมูล(Process Unit) ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล คำนวณผลทางตรรกะและคณิตศาสตร์ ดำเนินการจัดการข้อมูล
3. หน่วยแสดงผลข้อมูล(Output Unit) ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์และส่งออกผลจากส่วนประมวลผลข้อมูล

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 กระบวนการในคลังสินค้า

กระบวนการที่มีประสิทธิภาพในคลังสินค้าเริ่มต้นมาจากความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านต้นทุนซึ่งพหลายเซนต์ที่สามารถควบคุมได้ ความชัดเจนของข้อมูลและความไวในการตอบสนอง โดยทั่วไปคลังสินค้าสามารถลดเวลาในการตัดเคลื่อนย้ายสินค้าโดยอาศัยการจัดการคลังสินค้าซึ่งมีกระบวนการโดยทั่วไปดังต่อไปนี้

1. กระบวนการในการรับสินค้าเข้าคลัง
2. ตรวจสอบสินค้าและคัดแยกสินค้า
3. นำสินค้าไปตามโซนที่กำหนด
4. จัดเก็บสินค้าเข้าที่
5. การหยิบสินค้า
6. จัดส่งสินค้า

3.2 ห้างหุ้นส่วนจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์

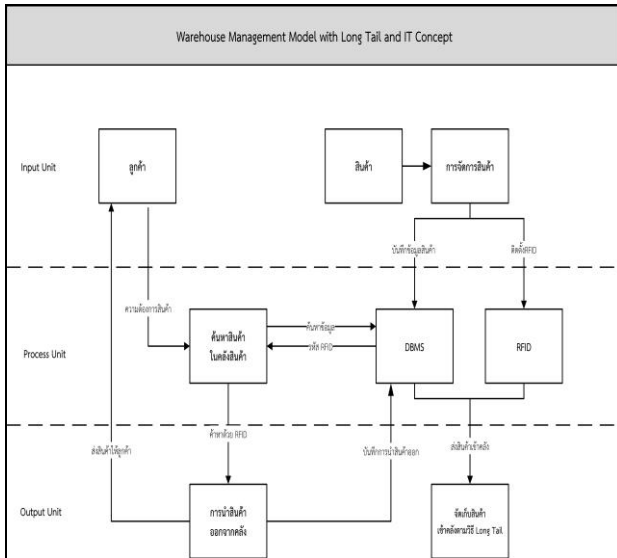
ในงานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแบบไอทีแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที ไปใช้ทดลองกับห้างหุ้นส่วนจำกัด เคทีอาร์เทรตเตอร์(K.T.R. Traders LP.) ซึ่งเป็นธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้ารถโฟล์คลิฟท์ (Forklift) เครื่องยนต์และอะไหล่รถโฟล์คลิฟท์ ทั้งที่เป็นของใหม่และของมือสองจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้เปิดดำเนินงานมากกว่า 25 ปี เพื่อจำหน่ายรถโฟล์คลิฟท์ (Forklift) เครื่องยนต์และอะไหล่รถโฟล์คลิฟท์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.3 การประยุกต์แนวคิดไอที

ในงานวิจัยนี้จะนำแนวคิดแบบไอทีมาผสมผสานกับวิธีการ Long Tail เพื่อพัฒนาการจัดการคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ครบถ้วน โดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เพื่อบันทึกข้อมูลและจัดการข้อมูลของสินค้าทุกประเภทที่มีการนำเข้าสู่คลังสินค้า จัดการการนำเข้าและส่งออกสินค้าในคลังสินค้า ติดตั้ง RFID เพื่อระบุตัวตนของสินค้าและอำนวยความสะดวกในการค้นหาสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลัง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที



ภาพที่ 4-1 แบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที

จากภาพที่ 4-1 จะพบว่าแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที มีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. Input Unit ประกอบด้วยลูกค้า สินค้า และการจัดการสินค้า
2. Process Unit ประกอบด้วย ค้นหาสินค้าในคลังสินค้า DBMS และ RFID
3. Output unit ประกอบด้วย การจัดการเก็บสินค้าเข้าคลังตามวิธี Long Tail และ การนำสินค้าออกจากคลัง

กระบวนการของแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที มีดังนี้

1. สินค้าจะถูกนำเข้าสู่การจัดการสินค้า เพื่อจำแนกประเภทสินค้า บันทึกข้อมูล บรรจุนำสินค้าเข้าสู่กล่องเก็บสินค้า(Box) ติดตั้ง RFID ที่กล่องเก็บสินค้า และบันทึกรหัส RFID ของกล่องเก็บสินค้าด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล

2. นำสินค้าเข้าสู่คลังสินค้าตามวิธี Long Tail คือ วางกล่องเก็บสินค้าไว้ ณ ตำแหน่งใด ๆ ของคลังสินค้าก็ได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความถี่ในการนำสินค้านั้น ๆ ออกจากคลังสินค้าแบบวิธีการ ABC Analysis เพราะสินค้าทุกกล่องมีความสำคัญเท่ากันหมด

3. เมื่อลูกค้ามีความต้องการสินค้าใด ๆ ในคลังสินค้า ผู้จัดการคลังสินค้าและพนักงานสามารถเรียกหรือค้นหาสินค้าผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) โดยค้นหารหัส RFID ของกล่องบรรจุสินค้านั้น ๆ แล้วนำรหัสที่ได้มาทำการค้นหาในคลังสินค้าด้วยการหาผ่านการส่งสัญญาณ RFID

4. นำสินค้าออกจากคลังสินค้าโดยบันทึกข้อมูลการนำออกผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล(DBMS)

4.2 การทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที ไปทดลองใช้กับคลังสินค้าของห้างหุ้นส่วนจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

- 4.2.1 สามารถลดกระบวนการที่ยุ่งยากไปสู่ขั้นตอนในการจัดการคลังสินค้าที่ง่ายขึ้น
- 4.2.2 สามารถลดต้นทุนและระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในคลังสินค้า
- 4.2.3 สามารถลดความซับซ้อนในการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินผลการนำไปใช้งาน โดยคณะผู้บริหารและบุคลากรของห้างหุ้นส่วนจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์ จำนวน 10 ท่าน โดยมีการกำหนดระดับคะแนนการประเมินผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ระดับคะแนนการประเมินผล

คะแนน	ระดับ
4.50 - 5.00	สูงมาก
3.50 - 4.49	สูง
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ต่ำ
1.00 - 1.49	ต่ำมาก

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมิน

ข้อทดสอบ	ผลเฉลี่ยคะแนน
ประสิทธิภาพของการจัดการคลังสินค้า	4.1
ความรวดเร็วของการจัดการคลังสินค้า	4.3
การลดค่าใช้จ่าย	4.7
การลดเวลาที่เสียไป	4.5
การตอบสนองความต้องการของลูกค้า	4.7
คะแนนเฉลี่ยรวมทุกข้อการประเมิน	4.46

จากผลการประเมินผลการนำกระบวนการจัดการคลังสินค้าตามแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที ไปทดลองใช้กับคลังสินค้าของห้างหุ้นส่วนจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์ พบว่าการจัดการคลังสินค้ามีประสิทธิภาพดีขึ้น ลดค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปกับการจัดการคลังสินค้าได้ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าของห้างหุ้นส่วนจำกัดจำกัด เค ที อาร์ เทรตเตอร์ ได้เป็นอย่างดี และบรรลุวัตถุประสงค์ในการทดสอบได้ทุกประการ โดยมีผลคะแนนการประเมินเฉลี่ยรวมทุกข้อการประเมินที่ 4.46 ดังตารางที่ 4-2

5. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ข้อสรุปว่า

1. แบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที สามารถตอบสนองได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. การพัฒนาแบบจำลองการจัดการคลังสินค้าแปรผันตามความต้องการลูกค้าด้วยวิธี Long Tail และแนวคิดแบบไอที ในอนาคต ควรนำระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อให้การจัดการคลังสินค้าสามารถครอบคลุมได้ครบวงจรมากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] James, A.T. and Jerry, D.S., 1998 “The Warehouse Management Handbook”, second edition, Tompkins press, pp. 823-848
- [2] Chris Andersen, What The Long Tail Means for Warehousing
[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.scmfocus.com/supplychaininnovation/2010/07/what-the-long-tail-means-for-warehousing/>
- [3] Bin Cui, Jing Li, Junjie Yao, Chen Chen Hongzhi Yin. (9 May 2012). Challenging the Long Tail Recommendation. the VLDB Endowment, pp. 896-907.
- [4] อนุรุทธ์ เมฆพะโยม. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ในการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้ในคลังสินค้า /อนุรุทธ์ เมฆพะโยม.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- [5] ลักษณ์ิ ตันรัตน์วงศ์. (2550). การศึกษาโปรแกรมการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า เพื่อการจัดการสินค้าคงคลัง /ลักษณ์ิ ตันรัตน์วงศ์.เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หนังสือ

- [1] S. Sudarshan, Henry F. Korth, Abraham Silberschatz. Database System Concepts 6ED. : McGraw-Hill.
- [2] รศดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์. .2555. ระบบฐานข้อมูล (ฉบับปรับปรุง), กรุงเทพฯ: ส่งเสริมเทคโนโลยี (ญี่ปุ่น-ไทย)
- [3] ผศ.ธงชัย สิทธิกรณิ์ . ระบบคอมพิวเตอร์เบื้องต้น : ไอทีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์
- [4] C. Andersn. The Long Tail: Why the Futhure of Business is Selling Less of More. Hyperion, 2006

นวัตกรรมสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ

Innovation in English instruction media by using digital storytelling with three dimensions

พีรทัตต์ ภูริปัญญาคุณ¹, ดร.สมภพ ทองปลิว² และ ดร.ประกาศิต ช่างสุพรรณ^{3,*}

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่างเขตวงศ์สว่าง กรุงเทพมหานคร 10800
พีรทัตต์ ภูริปัญญาคุณ* : sealt6kus30@hotmail.com, 081-572-2764

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อพัฒนารูปแบบและหาประสิทธิภาพสื่อเสริมการเรียนการสอนโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของเด็กช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 2 ของ โรงเรียนวัดแคในจังหวัดนนทบุรี โดยผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมZooburstในการการเล่าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องในบทเรียนภาษาอังกฤษ โดยผ่านระบบออนไลน์โดยแสดงผลในรูปแบบความเป็นจริงเสริมหรือ Augmented Reality นักเรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนโดยใช้การเคลื่อนไหวของมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test Dependent แบบ One-Group Pretest-Posttest Design ผลของการดำเนินงานวิจัย นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนการสอนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ จะมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีทักษะการคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ

คำหลัก: นวัตกรรมสื่อการสอนภาษาอังกฤษ , สื่อการสอนโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ , Zooburst

Abstract

The purpose of this research is to develop a model for efficiency and enhance teaching and learning materials using three-dimensional digital storytelling to the subject of Grad. 4-6. The sample used in this study include Grade 4 academic year 2014 in the 2nd semester of Watkaenai school Nonthaburi Province. The researcher use Zooburst application to make the digital story in English lessons by online which display in the form of Augmented Reality. Students can interact with lessons using hand movements. The statistics used in this study is the mean, standard deviation and t-test Dependent Form One-Group Pretest-Posttest Design The results of the research group aims to be taught through the medium of teaching English using. three-dimensional digital storytelling is the average achievement of English were higher than before the test at the significance level of 0.05. Skilled, creative and positive attitudes towards learning English.

Keywords: Innovation in English instruction media, Instruction media using three-dimensional digital storytelling, Zooburst.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปี 2015 หรือปี 2558 ประเทศต่าง ๆ ในอาเซียน 10 ประเทศ จะรวมตัวกันเป็นประชาคมอาเซียน (ASEAN Community) ซึ่งหมายความว่าประชาชนในแต่ละประเทศ จะต้องติดต่อสื่อสารกันในทุก ๆ ด้าน โดยใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษากลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องการทำงานในประชาคมอาเซียน ดังกฎบัตร อาเซียนข้อ 34 ที่บัญญัติว่า “The Working language of ASEAN shall be English” [1] เมื่อเป็นเช่นนี้ในวงการศึกษาก็มีการตื่นตัว และเตรียมพร้อมกับการผลิตบุคลากร เพื่อรองรับการก้าวสู่ประชาคมอาเซียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาษาอังกฤษมีความสำคัญดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษขึ้นตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา เพื่อเป็นการสร้างพื้นฐานที่ดีในการใช้ภาษาอังกฤษให้แก่เด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารและใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ด้านต่างๆ กระทรวงศึกษาธิการมีนโยบายให้จัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษด้วยหลักสูตร แบบเรียน สื่อการเรียนการสอนที่เป็นมาตรฐาน แต่สามารถใช้รูปแบบวิธีการที่แตกต่างกันได้ ทั้งนี้ตามความพร้อมของแต่ละสถานศึกษา และแสดงถึงความถนัดและความสนใจของผู้เรียน [2] โดยให้ทางสถานศึกษาส่งเสริมให้ครูผู้สอนมีทักษะการสร้างและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการเรียนการสอนและสนับสนุนให้ครูมีส่วนร่วมกับนักเรียนผลิตสื่อการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยี

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทางด้านการศึกษา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้ทุกเวลาทุกสถานที่ และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอนได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง การเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบเผชิญหน้ากับการเรียนออนไลน์ โดยใช้สื่อการเรียนรู้อะกิกกรรมการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีความจริง

เพิ่มเติม ไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายทางด้านการศึกษา โดยเฉพาะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ที่ให้เนื้อหาสาระแก่ผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง เกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ เข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียน และสร้างแรงบันดาลใจแก่ผู้เรียน

แต่ถึงแม้จะมีการปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยก็ตาม แต่ดูเหมือนว่าจะมีสาเหตุหลายประการที่ทำให้การเรียนภาษาอังกฤษไม่ได้ผลตามที่ตั้งใจไว้หรือไม่ประสบผลสำเร็จ อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนภาษาอังกฤษซึ่งเกิดจากความไม่พร้อมในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่ต้องการที่จะเรียนวิชานี้

ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอนภาษาอังกฤษให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน มีความคิดสร้างสรรค์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น นำไปสู่ความพร้อมในการเรียนการสอนที่ดี พัฒนาบุคลากรเพื่อก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนอย่างมั่นคงต่อไป

2. จุดมุ่งหมายของการวิจัย (Objectives)

2.1 เพื่อพัฒนาสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4

2.2 เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.3 เพื่อวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.4 เพื่อวัดเจตคติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. ขอบเขตของการวิจัย (Scope of research)

3.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนโรงเรียนในเขตกรุงเทพและปริมณฑล

3.2 เนื้อหาที่ใช้ประกอบสื่อการสอนเป็นบทเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

4. สมมติฐานของการวิจัย (Hypothesis)

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนการสอนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติจะมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดแคในตำบลบางนาเกริก ตำบลบางกร่าง อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ทั้งหมด 1 ห้องเรียน จำนวน 21 คน

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือเพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. สื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ
2. แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (IOC)
4. แบบวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
5. แบบวัดเจตคติของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive method) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน การแจกแจง หรืออธิบายลักษณะทั่วไปของ

ข้อมูล หรือตัวแปร สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) , ร้อยละ (Percentage และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติเชิงอนุมานหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ใช้วิธีการวัดโดยมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีการของ Linkert

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้างเนื้อหาระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC : Index of Item Objective Congruence)[3]

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษผ่านสื่อการสอนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples[4]



ภาพที่ 1 แสดงสื่อรูปแบบความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)



ภาพที่ 2 แสดงวิธีใช้สื่อรูปแบบความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)



ภาพที่ 3 แสดงบรรยากาศการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษ ภายในห้องเรียน

6. ผลการวิจัย (Result)

1. ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ

สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบไปด้วยเนื้อหาจำนวน 3Unit คือ

Unit 4 Wild animals ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยอีกจำนวน 2 Lessons

Unit 5 City and space ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยอีกจำนวน 2 Lessons

Unit 6 Sports day ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยอีกจำนวน 2 Lessons

ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง สามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ ผู้วิจัยได้นำสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติที่ผู้วิจัยได้สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และสื่อการสอน จำนวน 4 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพบทเรียน

ผลจากการประเมินคุณภาพสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล มีความเห็นว่าสื่อการสอนคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ต่างๆดังนี้

เกณฑ์ที่มีคุณภาพดีมาก ได้แก่ รายการประเมินการจัดภาพ ข้อความมีความเหมาะสมเป็นระเบียบ

เกณฑ์ที่มีคุณภาพดี ได้แก่รายการประเมินด้าน การใช้สีของข้อความ สีพื้นมีความเหมาะสม , ขนาดตัวอักษรและขนาดรูปภาพเหมาะสม, การเข้าใช้งาน และการออกจากบทเรียนง่าย, สื่อดิจิทัลและเพลง

ประกอบสื่อการสอนเหมาะสม, การออกแบบดึงดูดความสนใจของผู้เรียน, การลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนจบเหมาะสม ,เสียงดนตรีและบทสนทนาที่ใช้ประกอบมีความเหมาะสม และไม่เกิดปัญหาขณะเข้าใช้บทเรียน

2. ผลการประเมินเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและทดสอบหลังเรียน t-test Dependent ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีมากกว่าก่อนเรียน

3. ผลแบบสอบถามเพื่อวัดประเมินตนเองทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ จากการศึกษาและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนน ที่ได้จากแบบสอบถามวัดประเมินตนเองทักษะการคิดสร้างสรรค์ แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งหมด 11 ข้อ เกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.73 ซึ่งแปลความได้ว่านักเรียนมีทักษะการคิดสร้างสรรค์อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพมาก

4.ผลแบบสอบถามเพื่อวัดเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4ที่มีต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนน ที่ได้จากแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งหมด 10 ข้อ เกี่ยวกับการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติทั้ง ข้อคำถามประเภททางบวก ได้แก่คำถามข้อที่ 1,2,3,4,8,9 และ ประเภททางลบ 5,6,7 และ10 มีค่าเท่ากับ 4.42 ซึ่งแปลความได้ว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษ

7. การอภิปรายผล (Discussion)

จากการศึกษาวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้ ผลจากการประเมินคุณภาพสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และสื่อการสอน มีความเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในอยู่ในระดับดี สามารถนำไปเผยแพร่ได้ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อการสอนตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีสร้าง ศึกษาหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ วิเคราะห์และเลือกคำศัพท์มาจัดทำ Storyboard กำหนดเนื้อหา รูปภาพ เสียงประกอบ สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ IOC โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าหลังเรียน , นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพมากและนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนผ่านสื่อการสอนภาษาอังกฤษ

8. ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อที่จะใช้สื่อการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลสามมิติอย่างมีประสิทธิภาพ ทางผู้สอนจะต้องเตรียมอุปกรณ์การสอนได้แก่ คอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต, ลำโพง และ กล้องเว็บแคม

2. ในการพัฒนาสื่อการสอน ผู้สร้างบทเรียน ควรมีความรู้ด้านการตกแต่งภาพ และการใช้เทคนิคในการผลิตสื่อต่างๆ เพราะจะทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และเป็นที่ยึดจุดผู้เรียนได้มากขึ้น

3. ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปผลิตสื่อการสอนในปัจจุบัน มีการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก แต่ละโปรแกรมก็มีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยจึงควรศึกษาและเปรียบเทียบก่อนที่จะนำมาพัฒนาสื่อการสอนต่อไป

4. ควรมีการพัฒนาสื่อการสอนภาษาอังกฤษในเนื้อหาอื่นๆ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ภาษาอังกฤษกับการก้าวสู่ประชาคมอาเซียน : รศ. นพพร สโรบล สถาบันภาษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2556, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.polsci.tu.ac.th/fileupload/39/56.pdf> ,access on 28/08/2014.
- [2]นโยบายการปฏิรูปการเรียนการสอนภาษาอังกฤษจากแนวปฏิบัติตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2557, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.spm38.go.th/home/index.php/dispatch/373-2053.html> , เข้าดูเมื่อวันที่ 28/08/2557.
- [3] จีรายุพร สมบัตินา (2555). ปริญญาานิพนธ์ การศึกษาผลการใช้สื่อการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ ชุด Projects: Play&Learn (ฉบับปรับปรุง 2551) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านลาด จังหวัดมหาสารคาม และโรงเรียนบ้านพิสัย (อัมฤตวิศ) จังหวัดเพชรบุรี หน้า 81
- [4] อติณัฐ เตรัตน (2551) : ปริญญาานิพนธ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ระหว่างการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับการสอนแบบปกติ, หน้า 60

การรู้จำโมเดลรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะผสม

Vehicle Model Recognition By Using Mix Features

ฐิติพัทธ์ อนรรฆเวช

¹ สาขา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม 46 ถนน จรัลสนิทวงศ์ แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร 10600

Email : Thitiphat.siamtech@gmail.com, Tel. 0918524662

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอคุณลักษณะใหม่เพื่อใช้ในการรู้จำรุ่นโมเดลของรถยนต์ การผสมกันของคุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ คุณลักษณะไอเกนเฟส และคุณลักษณะฟิชเชอร์เฟส คือคุณลักษณะที่นำเสนอซึ่งถูกใช้สำหรับกระบวนการรู้จำนี้ มีจำนวน 240 รูปหน้ากระจกเงารถยนต์ของ 15 รุ่นรถยนต์ สำหรับการทดลอง รูปภาพประกอบไปด้วย 2 ประเภทคือ 6 รูปภาพฝึกสอนและ 10 รูปภาพทดสอบของแต่ละรุ่นรถยนต์ อัตราการรู้จำที่ได้รับจากการทดลองคือ 94.5%

คำหลัก: การรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์ พีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ ไอเกนเฟส ฟิชเชอร์เฟส

Abstract

This paper presents the new feature for using vehicle model recognition. The mix of Pyramid Histogram of Oriented of Gradients feature (PHOG), Eigenfaces feature and Fisherfaces feature is proposed feature which is used in this recognition process. There are 240 vehicle mask images of 15 vehicle models for experiment [1]. The images consists of 2 types are 6 training images and 10 testing images of each vehicle model. The recognition rate that is obtained from experiment is 94.5%

Keywords: Vehicle model recognition, PHOG, Eigenfaces, Fisherfaces.

1. บทนำ

การรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตและรุ่นของรถยนต์ เป็นปัญหาพื้นฐานที่สำคัญของระบบการขนส่งที่ชาญฉลาดซึ่งการรู้จำนี้สามารถถูกนำไปประยุกต์เป็นแอปพลิเคชันต่างๆได้ เช่น การค้นหารถยนต์ที่สูญหายผ่านกล้องวงจรปิด การตรวจจับผู้กระทำความผิดจราจร การเฝ้าระวังการสูญหายของรถยนต์

Thitiphat และคณะ [1] ได้ทำการวิจัยระบบการค้นหารุ่นรถยนต์โดยใช้การผสมคุณลักษณะของพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์และไอเกนเฟสในกระบวนการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์ ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ทดลอง 15 รุ่นรถยนต์โดยแบ่งออกข้อมูลเป็น 2 ชุดคือชุดแรกเอาไว้สำหรับฝึกสอนซึ่งมี 6

รูปหน้ากระจกเงารถยนต์ในแต่ละรุ่น ส่วนชุดที่สองเอาไว้สำหรับทดสอบซึ่งมี 10 รูปหน้ากระจกเงารถยนต์ในแต่ละรุ่น อัตราการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์ที่ได้จากการคุณลักษณะที่ทางผู้วิจัยได้นำเสนอมีค่าเท่ากับ 94%

Psyllos และคณะ [2] ได้ทำการประยุกต์ใช้ Scale Invariant Feature Transform(SIFT) และการคัดแยกประเภท Probabilistic Neural Network (PNN) เพื่อทดสอบการรู้จำตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิตรถยนต์และการรู้จำรุ่นโมเดลของรถยนต์ ผลของอัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิตรถยนต์และรุ่นโมเดลรถยนต์มีค่าเท่ากับ 94% และ 54% ตามลำดับ

SAM และคณะ [3] ได้นำเสนอวิธีการของการรู้จำตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิตรถยนต์โดยได้นำเสนอคุณลักษณะ Haar-like Modest AdaBoost ร่วมกับ radial Tchebichef moment ผลปรากฏว่ามีอัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์รถยนต์ที่ 92%

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่ได้จากการผสมกันของคุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ ไอเกนเฟซ และ ฟิชเชอร์เฟซ โดยใช้รูปภาพหน้ากระบังรถยนต์ในการทดลองชุดเดียวกับในงานวิจัย [1] ระบบจะทำการสร้างโมเดลเรียนรู้จากคุณลักษณะที่นำเสนอที่ได้จากรูปภาพหน้ากระบังฝึกสอนและเมื่อทำการทดสอบระบบจะทำการสกัดคุณลักษณะที่ได้นำเสนอและนำมาคัดแยกรุ่นโมเดลรถยนต์โดยใช้วิธีการที่เรียกว่า k-nearest neighbor โดยในที่นี้ให้ $k=1$ ถ้าข้อมูลทดสอบมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับคุณลักษณะที่ได้ฝึกสอนมากที่สุดจะถือว่าข้อมูลทดสอบนั้นคือรุ่นโมเดลรถยนต์นั้น ในบทความวิจัยนี้ได้ถูกจัดตามเซสชันดังนี้ เซสชันที่ 2 ได้นำเสนอ รายละเอียดของคุณลักษณะที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ในส่วนของเซสชันที่ 3 คือการทดลองและผลการทดลอง และในเซสชันที่ 4 สรุปงานวิจัย

2. รายละเอียดการสกัดคุณลักษณะที่นำเสนอ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอคุณลักษณะที่ได้จากการผสมคุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ [4] ไอเกนเฟซ [7] และฟิชเชอร์เฟซ [] ซึ่งใช้ในการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์ การรู้จำรถยนต์สามารถจดจำได้จากการเรียนรู้จากหน้ากระบังรถยนต์ รายละเอียดของคุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ ไอเกนเฟซ และฟิชเชอร์เฟซถูกบรรยายในหัวข้อถัดไป

2.1 พีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ (PHOG)

พีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ คือ การขยายพีระมิดเชิงพื้นที่ของฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ (HOG) ซึ่งคุณลักษณะนี้ถูกนำไปประยุกต์ในงานต่างๆ เช่น การรู้จำวัตถุ [5] และ การรู้จำอารมณ์

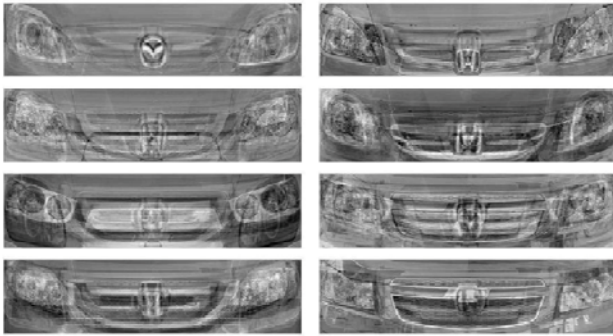
[6] คุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์สามารถถูกสกัดมาโดยการคำนวณ ตัวบ่งชี้ HOG (HOG Descriptor) ของภาพทั้งภาพเรียกว่า พีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ระดับศูนย์ ถ้าเราแบ่งรูปภาพรูปนั้นออกเป็น 4 ส่วนและคำนวณ HOG Descriptor จะถูกเรียกว่าพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ระดับ 1 ถ้าพีระมิดฮิสโทแกรมระดับ n รูปภาพนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2^n ส่วนเท่าๆกันจากนั้นก็คำนวณ HOG Descriptor คุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์จะมีข้อมูลละเอียดมากกว่าคุณลักษณะฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ (HOG) HOG Descriptor สามารถถูกสกัดได้ตามขั้นตอนนี้

- สกัดภาพขอบ
- ค้นหาแมกนิจูดเกรเดียนต์และทิศทางของทุกๆพิกเซลภาพขอบ
- ทิศทางของเกรเดียนต์ถูกได้มาจากการเปรียบเทียบกับช่วงของมุมที่กำหนดว่าเป็นทิศไหน แมกนิจูดเกรเดียนต์ของเกรเดียนต์ถูกใช้เป็นน้ำหนักของทิศทางเกรเดียนต์นั้นเพื่อสร้างฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ ซึ่งก็คือ HOG Descriptor

คุณลักษณะของพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ได้มาจากการเชื่อมต่อกันของ HOG Descriptor ของทุกๆระดับและส่วนย่อยที่ถูกทำการแบ่งออกเป็นส่วนเท่าๆกัน

2.2 ไอเกนเฟซ (Eigenfaces)

ไอเกนเฟซถูกพัฒนามาจาก Sirovich และ Kirby [7] ซึ่งก็คือ ไอเกนเวกเตอร์ของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ไอเกนเฟซได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานหลักๆคืองานในด้านการรู้จำใบหน้ามนุษย์



รูปที่ 1 ตัวอย่างไอเกนเฟซ

ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาประยุกต์ใช้ในงาน ในการรู้จำหน้ากระจัดรถยนต์ วิธีการสกัดคุณลักษณะ ไอเกนเฟซซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในงานมีขั้นตอนดังนี้

- เตรียมชุดข้อมูลเพื่อนำไปฝึกสอน โดยที่ เริ่มต้นรูปฝึกสอนมีขนาด $P \times Q$ กำหนดให้ $S = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M\}$ โดยที่ S คือชุดรูปฝึกสอนที่ระดับสีเทา (Grayscale Image) M คือจำนวนรูป ซึ่ง Γ_k เป็นคอลัมน์เวกเตอร์ของรูป ฝึกสอนขนาด $N \times 1$ ซึ่ง $N = P \times Q$
- หาค่าเฉลี่ยข้อมูลฝึกสอน $\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i$
- หาค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลภาพ และ ค่าเฉลี่ย ข้อมูล ฝึก สอน $\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$
- คำนวณหาเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม $C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \Phi_i^T = AA^T$ โดยที่ $A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]_{N \times M}$
- คำนวณหาไอเกนเวกเตอร์ (Eigenvector) และหาค่าไอเกนของ เมตริกซ์ ความแปรปรวนร่วม $AA^T v_i = \lambda_i v_i$
- เลือกไอเกนเวกเตอร์ที่สำคัญซึ่งมีการ กระจายตัวมากโดยดูจากค่าไอเกนที่มีค่า มากหลังจากนั้นจะได้ไอเกนเวกเตอร์ R เวกเตอร์ซึ่งจำนวน $R \leq M$ จะได้เซต ของ ไอ เก น เวก เต อ ร์ $U = [Au_1, Au_2, \dots, Au_R]_{N \times R}$

- หลังจากนั้นทำการสกัดคุณลักษณะหรือน้ำหนักของแต่ละไอเกนเฟซโดยการฉาย ข้อมูลฝึกสอนหรือข้อมูลทดสอบลงบน ไอเกนเวกเตอร์ โดยที่ Ω คือเซตของ น้ำหนักของแต่ละไอเกนเฟซหรือคุณลักษณะเด่น U คือไอเกนเฟซ Γ คือรูปฝึกสอนหรือทดสอบ w คือ น้ำหนักของแต่ละไอเกนเฟซที่ i

$$\Omega = U^T (\Gamma - \Psi) = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_R \end{bmatrix}_{R \times 1}$$

2.3 ฟิชเชอร์เฟซ (Fisherfaces)

คือ การหาปริภูมิย่อยที่เมื่อฉายข้อมูลลงไปแล้ว ข้อมูลจากคลาส (class) เดียวกันเข้าใกล้กันมากที่สุด และข้อมูลจากต่างคลาสกันห่างกันมากที่สุด

การหาปริภูมิย่อยหรือคุณลักษณะมีขั้นตอนดังนี้

- สมมติให้ C คือจำนวนคลาส
- μ_i คือเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของคลาส $i, i = 1, 2, 3, \dots, C$
- μ คือเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของทุก คลาส $\mu = 1/C \sum_{i=1}^C \mu_i$
- M_i คือจำนวนรูปภาพของคลาส i
- $M = \sum_{i=0}^C M_i$ คือจำนวนรูปภาพ ทั้งหมดของทุกคลาส
- เมตริกซ์กระจายข้อมูลภายในคลาส (Within-class scatter matrix) $S_w = \sum_{i=1}^C \sum_{j=1}^{M_i} (y_j - \mu_i)(y_j - \mu_i)^T$
- เมตริกซ์กระจายข้อมูลระหว่างคลาส (Between-class scatter matrix) $S_b = \sum_{i=1}^C (\mu_i - \mu)(\mu_i - \mu)^T$

- หาปริภูมิที่มีอัตราส่วนมากที่สุดระหว่างเมตริกซ์กระจายข้อมูลระหว่างคลาสกับเมตริกซ์กระจายข้อมูลภายในคลาส

$$J(W) = \frac{|S_b|}{|S_w|}$$

$$W^* = [w_1^* | w_2^* | \dots | w_{c-1}^*] = \arg \max \frac{|S_b|}{|S_w|}$$

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการรู้จำโดยใช้คุณลักษณะที่นำเสนอเกี่ยวกับคุณลักษณะอื่นๆ

คุณลักษณะ	อัตราการรู้จำ [%] รูปฝึกสอน 6 รูปต่อรุ่นโมเดล
Image Projection	39.33
SIFT	41.33
Eigenfaces	47.33
PHOG	73.33
Eigenfaces+PHOG	94.00%
Eigenfaces+PHOG+Fisherfaces	94.50%

3. การทดลองและผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของการรู้จำรุ่นรถยนต์ของวิธีที่ได้นำเสนอประกอบไปด้วยรูปภาพรถยนต์ 240 รูปทั้งหมด 15 รุ่นรถยนต์ซึ่งถูกดึงมาจากอินเทอร์เน็ต [1] รูปภาพทั้งหมดจะถูกกำหนดหน้ากระจกแบบอัตโนมัติของแต่ละรูปภาพรถยนต์ ตัวอย่างรูปหน้ากระจกถูกแสดงในรูปที่ 2 ขนาดของรูปหน้ากระจกมีขนาดตั้งแต่ 320 x 60 พิกเซลไปจนถึง 800 x 160 พิกเซล และแต่ถูกปรับขนาดไปเป็น 320 x 80 พิกเซล จำนวนหน้ากระจก 10 หน้ากระจกและ 6 หน้ากระจกในแต่ละรุ่นโมเดล ไว้ใช้ในการฝึกสอนและทดสอบตามลำดับ อัตราการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่นำเสนอมีค่าเท่ากับ 94.5% การรู้จำรุ่นรถยนต์ที่ผิดพลาดเนื่องจากมีบางรุ่นโมเดลรถยนต์ที่มีหน้ากระจกที่คล้ายกันมาก เช่น Honda SX 2000 กับ Mazda 3

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพการรู้จำโดยใช้คุณลักษณะที่นำเสนอเกี่ยวกับคุณลักษณะอื่นๆ

คุณลักษณะที่นำเสนอมีอัตราการรู้จำที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับคุณลักษณะอื่นๆ



รูปที่ 2 ตัวอย่างรูปหน้ากระจก

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่ได้จากการผสมของคุณลักษณะพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ คุณลักษณะโอแกนเฟซและคุณลักษณะพีชเชอร์เฟซซึ่งข้อมูลที่นำมาทดลองเป็นชุดเดียวกับงานวิจัย [1] ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำรุ่นโมเดลรถยนต์ที่ได้จากการใช้คุณลักษณะที่นำเสนอดีที่สุดในค่าเท่ากับ 94.5%

5. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Anakavej, A. Kawewong, and K. Patanukhom, "Internet-Vision Based Vehicle Model Query System Using Eigenfaces and Pyramid of Histogram of Oriented Gradients," In proceeding of international conference on Signal Image Technology & Internet Based Systems, 2013.

[2] A. Psyllos, C. N. Anagnostopoulos, E. Kayafas, "Vehicle model recognition from frontal view image measurements," Computer Standard & Interfaces, 2011, vol. 33, pp. 142-151.

[3] K. Sam and X. Tian, "Vehicle Logo Recognition Using Modest AdaBoost and Radial Tchebichef Moments," International Proceedings of computer Science and

Information Technology (IACSIT), 2012, vol.25, pp. 91-95.

[4] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradient for human detection," IEEE Computer Society Conf., 2005.

[5] A. Bosch, A. Zisserman, and X. Munoz, "Representing shape with a spatial pyramid kernel," ACM Inter. Conf. on Image and Video Retrieval, 2007.

[6] J. N. Bassili, "Emotion recognition: the role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face," Journal of personality and social psychology, vol. 37-11, 1979.

[7] L. Sirovich and M. Kirby, "Low-dimensional procedural for the characterization of human faces," Journal of the Optical Society of America, 1987.

[8] P. N. Belhumeur, J. P. Hespanha, and D. J. Kriegman, "Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition using class specific linear projection," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, pp.711-720, 1997.

**การออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา
วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออก**
**Logistics analysis design to reduce motion waste: A Case study of T-shirts
Exporter in small and medium enterprises (SMEs)**

ดร.เชษฐภรณ์ ธิลาศรีศิริ¹, ดร.สุพัชรี สุปรียกุล², รศ.ดร.ศักดิ์ กองสุวรรณ³

บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม 46 ถนนจรัญสนิทวงศ์ เขตบางกอกใหญ่ แขวงวัดท่าพระ กรุงเทพมหานคร 10500

*ผู้ติดต่อ ดร.เชษฐภรณ์ ธิลาศรีศิริ: Chetphanat_l@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ +6689 536 9199

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อวิเคราะห์ และการออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออก โดยทำการศึกษาประชากร คือ พนักงานเคลื่อนย้ายสินค้า จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ข้อมูลทางสถิติ และ ข้อมูลความเสียหาย 2) แบบสำรวจ และ 3) แบบสัมภาษณ์ โดยการออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย จากการยกสินค้าของพนักงานและออกแบบตัวแปรบรรจุภัณฑ์ ระหว่าง 30-80 กิโลกรัม ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ สถิติของปัญหาที่เกิดขึ้นหลังรอบ 6 เดือน โดยรวม 2,840 ตัว ปัญหาของเสียที่พบมากที่สุดเป็นกระบวนการเคลื่อนย้าย การทำงานส่วนใหญ่ต้องยกของหนักมากกว่า 71 กิโลกรัม แม้ว่าจะมีเนื้อที่การทำงานสะดวก แต่อุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงไม่มี ความชัดเจนเกิดจากบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากเกินมาตรฐาน ด้านข้อมูลลักษณะ 1) ควบคุมน้ำหนักสินค้าลงเนื่องจากปฏิบัติงานล่าช้าและเกิดการสูญเสีย 2) สินค้ามีน้ำหนักมากต้องใช้แรงยกมากกว่าปกติ 3) สินค้ามีน้ำหนักมากหากปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานานจะเกิดความเมื่อยล้า

คำหลัก: ความสูญเสีย, การเคลื่อนย้ายสินค้า

Abstract

The purposes of this research are as follows: Logistics analysis design to reduce motion waste: A Case study of T-shirts Exporter in small and medium enterprises (SMEs). The population study was conducted to study three logistic staffs. The research tools are composed of these follows: 1) Statistical data and Damage data, 2) Survey, and 3) Interview, which are in terms of logistic management and transportation design for reducing business losses through staff's merchandise transportation and package design weighed between 30 to 80 kilograms.

The results of research: According to the interview from 2840 case studies, the result suggested that the most abundant problems occurred statistically six months prior to the studies was the problem in logistic management and transportation of merchandise, which is inefficient and lead to merchandise damage and loss. 6 most case, heavy lifting with objects weighting over 71 kilograms, inadequate work space, and insufficient lifting and moving tools

accounted for 100 percent of the loss. Specifically, the problem was due to insufficient declaration of merchandise which leads to overweight. Furthermore, overweighted merchandise can lead to more problems such as: 1) Operational delay and merchandise loss, 2) declining labour efficiency, and 3) decreased labour performance due to fatigue.

Key words: losses, logistic management and transportation of merchandise

บทนำ

การผลิตและจำหน่ายเสื้อยืดส่งออกสำเร็จรูปของยุโรปมีพัฒนาการระบบโลจิสติกส์ที่ก้าวไปไกลมาก มีผู้ให้บริการโลจิสติกส์เฉพาะทางครบวงจร ซึ่งเป็นกรณีศึกษาที่น่าติดตามและอาจเป็นแนวโน้มในอนาคตที่ไทยจะนำมาปรับใช้ รูปแบบการขนส่งของเสื้อผ้าสำเร็จรูปแบ่งออกเป็นสองลักษณะหลัก ได้แก่ การพับใส่ถุงพลาสติกบรรจุลงกล่อง กับการแขวนเสื้อผ้าสำเร็จรูปเป็นชุดๆ การขนส่งในลักษณะหลังนี้เมืองไทยยังไม่มี จะเห็นได้มากในประเทศอังกฤษเสื้อผ้าสำเร็จรูปจะขนส่งมากับไม้แขวน [1] และกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าเป็นดำเนินงานกิจกรรมขนถ่าย เป็นการเคลื่อนย้าย วัสดุติระหว่างการผลิต รวมถึงการขนย้ายตัวสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วภายในโรงงาน หรือคลังสินค้า ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมหลักด้านโลจิสติกส์ [2]

ดังนั้น การยกและการเคลื่อนย้ายสิ่งของดูเหมือนจะเป็นเรื่องง่าย ๆ แต่หากต้องยกของที่มีน้ำหนักมาก และเป็นเวลานานต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บ ความเหนื่อยล้า และทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ตลอดจนก่อให้เกิดความเสียหายแก่ของที่จยก และการเคลื่อนย้ายได้ และสอดคล้องกับ [3] ได้ระบุว่ากฎหมายความปลอดภัย ตามกฎหมายความปลอดภัยของไทย จะเห็นได้ว่ามีเพียงกฎกระทรวงที่ออกโดยกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ ที่ออกเมื่อปี 2547 นั้น และกฎหมายมิได้มีการกำหนดท่าทางการยกของที่ถูกต้อง เพียงแต่กำหนดอัตราน้ำหนักในการยกเท่านั้น โดยกำหนดไว้ดังนี้ให้นายจ้างใช้ลูกจ้างทำงานยก แบก หาม หาบ ทูน ลาก หรือเข็นของ ซึ่งให้นายจ้างหนักไม่เกินอัตราน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อลูกจ้างหนึ่งคน ได้แก่ 1) ยี่สิบกิโลกรัม สำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นเด็กหญิงอายุตั้งแต่สิบห้าปีแต่ ยังไม่ถึงสิบแปดปี 2) ยี่สิบห้ากิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นเด็กชายอายุตั้งแต่สิบห้าปีแต่ ยังไม่ถึงสิบแปดปี 3) ยี่สิบห้ากิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นหญิง 4) ห้าสิบห้า

กิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นชาย ดังนั้น กรณีของหนักเกินอัตราน้ำหนักที่กำหนดให้นายจ้างจัดให้มีและให้ลูกจ้างใช้เครื่องทุ่นแรงที่เหมาะสม และไม่ใช่อันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้าง โดยมีการวางแผนในการยกของ ซึ่งมีหลักการทั่วไปในการวางแผนการยกของ เพื่อเตรียมตัวพร้อมก่อนยก

กล่าวโดยสรุป การศึกษา การออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออก ซึ่ง ปัญหาที่สำคัญของสถานประกอบการที่สำคัญ ดังนั้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าภายใน สถานประกอบการเป็นการลดต้นทุนในการผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ และการออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออก

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ พนักงานเคลื่อนย้ายสินค้า จำนวน 3 คน ที่เกี่ยวข้องของแผนกขนส่งสินค้าเป็นการศึกษาทั้งประชากรภายในกระบวนการขาออกเท่านั้น

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 1).กำหนดพื้นที่การเคลื่อนย้ายสินค้า
- 2).อุปกรณ์เคลื่อนย้ายสินค้า
- 3).บรรจุภัณฑ์การเคลื่อนย้ายสินค้า
- และ 4).ระบบงานขาออก และ 5).บุคลากร และความสามารถในการยกสินค้าของพนักงาน และการออกแบบตัวแปรของบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก โดยการประมาณค่าบรรจุภัณฑ์เดิมที่ใช้โดยเฉลี่ย 80 กิโลกรัมขึ้นไป แบ่งช่วงให้มีความห่างช่วงละประมาณ 15 กิโลกรัมไปสู่ค่ามาตรฐานที่กฎกระทรวง

การยกโดยกระทรวงแรงงานเรื่อง การกำหนดทำงาน การยกของที่ถูกต้อง (ศูนย์กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554:ออนไลน์) ได้แก่ 1) น้ำหนัก 30 กิโลกรัม 2) น้ำหนัก 45 กิโลกรัม 3) น้ำหนัก 60 กิโลกรัม และ 4) น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ได้ข้อมูลของการออกแบบกระบวนการ เคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา วิชาทกกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื่อยืดส่งออก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เกี่ยวกับการออกแบบ กระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา วิชาทกกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื่อยืดส่งออก เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ผู้วิจัยมี ขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดการ พัฒนาระบบการเคลื่อนย้ายสินค้าจากสายการผลิต ไปสู่ปลายทางเพื่อเข้าใจระบบที่ใช้และปัญหาความ สูญเสีย ขั้นที่ 2 สรุปรวความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง ประกอบกับสถิติ ข้อมูลความเสียหายเพื่อชี้ปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสีย และแนวทางการลดความสูญเสีย ขั้นที่ 3 ออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความ สูญเสีย โดยการศึกษาศามารถในการยกสินค้า ของพนักงาน และการออกแบบตัวแปรของบรรจุภัณฑ์ ในการบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก โดยการประมาณค่า บรรจุภัณฑ์เดิมที่ใช้โดยเฉลี่ย 80 กิโลกรัมขึ้นไป แบ่ง ช่วงให้มีความห่างช่วงละ ประมาณ 15 กิโลกรัมละไปสู่ ค่ามาตรฐาน ที่กฎกระทรวงการยกโดยกระทรวง แรงงาน เรื่องการกำหนดทำงานการยกของที่ถูกต้อง [4] ได้แก่ 1) น้ำหนัก 30กิโลกรัม 2) น้ำหนัก 45 กิโลกรัม 3) น้ำหนัก 60 กิโลกรัม และ 4) น้ำหนัก 80 กิโลกรัม และจำนวนสินค้าส่งคืนจากลูกค้า ขั้นที่ 4 ทดลองกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าและประเมินผล

โดยเปลี่ยนค่าตัวแปร โดยการโดยการยกสินค้า ต่อเนื่องเพื่อขึ้นรถขนส่งและประเมินผลการส่งสินค้า ต่อเที่ยว การวิเคราะห์ต้นทุนของทุกกระบวนการ (Cost Analysis) และขั้นที่ 5สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะในการปฏิบัติจริง

ผลการวิจัย

การศึกษาการวิจัยครั้งนี้ มีผลการทดลองที่ได้ จากข้อมูลการผลิตย้อนหลัง 4 เดือน ระหว่างเดือน สิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 โดยการ บรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก ได้แก่ 1) น้ำหนัก 80 กิโลกรัม 2) น้ำหนัก 60 กิโลกรัม 3) น้ำหนัก 45 กิโลกรัม 4) น้ำหนัก 30กิโลกรัม และจำนวนสินค้าส่งคืนจาก ลูกค้า ตามตารางที่ 1-5 ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนของเสียจากการผลิตย้อนหลัง 4 เดือน

เดือน	ยอดการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน	ทดลองที่ น้ำหนัก	จำนวนของเสีย
สิงหาคม	24,000 ตัว	80 กิโลกรัม	465 ตัว
กันยายน	25,000 ตัว	60 กิโลกรัม	365 ตัว
ตุลาคม	27,000 ตัว	45 กิโลกรัม	250 ตัว
พฤศจิกายน	27,000 ตัว	30 กิโลกรัม	212 ตัว

จากตารางที่ 1 จำนวนของเสียจากการผลิต ย้อนหลัง 4 เดือน พบว่า จำนวนของเสียต่ำสุด ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน จากยอดการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 27,000 ตัว ของการทดลองที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม จำนวนของเสีย เท่ากับ 19 ตัว เดือนตุลาคม จากยอดการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 27,000 ตัว ของการทดลองที่น้ำหนัก 45 กิโลกรัม จำนวนของเสีย เท่ากับ 212 ตัว เดือนกันยายน จากยอดการผลิตเฉลี่ย ต่อเดือน จำนวน 25,000 ตัว ของการทดลองที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม จำนวนของเสีย เท่ากับ 365 ตัว ตามลำดับ และจำนวนของเสียมากที่สุด คือ เดือน สิงหาคม จากยอดการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 24,000 ตัว ของการทดลองที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

จำนวนของเสีย เท่ากับ 465 ตัว รายละเอียดตามที่ 2-5

ตารางที่ 2 การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 80 กิโลกรัม

รายการ	สป. 1	สป. 1	สป. 1	สป. 1	รวม
จำนวน					
ผลิต/ตัว	6,000	6,000	6,000	6,000	24,000
น้ำหนัก	2,000 กก / สัปดาห์ 25 ถุง / สัปดาห์				
รวมของเสีย	115 ตัว	110 ตัว	120 ตัว	120 ตัว	465 ตัว

จากตาราง 2 พบว่า การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 80 กิโลกรัม โดยกำหนดน้ำหนักของเสีย 3 ตัว เท่ากับ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 60 กิโลกรัม

รายการ	สป. 1	สป. 1	สป. 1	สป. 1	รวม
จำนวน					
ผลิต/ตัว	6,000	6,000	6,500	65000	25,000
น้ำหนัก	2,083 กก / สัปดาห์ 34 ถุง / สัปดาห์				
รวมของเสีย	91 ตัว	76 ตัว	102 ตัว	96 ตัว	365 ตัว

จากตารางที่ 3 พบว่า การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 60 กิโลกรัม โดยกำหนดน้ำหนักของเสีย 3 ตัว เท่ากับ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 4 การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 45 กิโลกรัม

รายการ	สป. 1	สป. 1	สป. 1	สป. 1	รวม
จำนวน					
ผลิต/ตัว	6,500	6,500	6,500	65000	27,000
น้ำหนัก	2,250 กก / สัปดาห์ 50 ถุง / สัปดาห์				
รวมของเสีย	61 ตัว	56 ตัว	63 ตัว	70 ตัว	250 ตัว

จากตารางที่ 4 พบว่า การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 45 กิโลกรัม โดยกำหนดน้ำหนักของเสีย 3 ตัว เท่ากับ 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 5 การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 30 กิโลกรัม

รายการ	สป. 1	สป. 1	สป. 1	สป. 1	รวม
จำนวน					
ผลิต/ตัว	6,500	6,500	6,500	65000	27,000
น้ำหนัก	2,250 กก / สัปดาห์ 75 ถุง / สัปดาห์				
รวมของเสีย	50 ตัว	57 ตัว	49 ตัว	56 ตัว	212 ตัว

จากตารางที่ 5 พบว่า การบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก จำนวน 30 กิโลกรัม โดยกำหนดน้ำหนักของเสีย 3 ตัว เท่ากับ 1 กิโลกรัม

อีกทั้ง ผลการวิเคราะห์การออกแบบ กระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสียโดยพิจารณาจากข้อมูล ดังนี้

1. ผลวิเคราะห์ความสามารถในการยกสินค้าของพนักงาน และการออกแบบตัวแปรของบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก และความสามารถในการยกสินค้าของพนักงาน จำนวน 3 คน โดยการออกแบบตัวแปรของบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุสินค้าที่มีน้ำหนัก ประกอบด้วย 30, 45, 60 และ 80 กิโลกรัม ต่อเวลาการปฏิบัติงาน ระหว่าง 10:30-12:00 น มีรายละเอียด ดังนี้

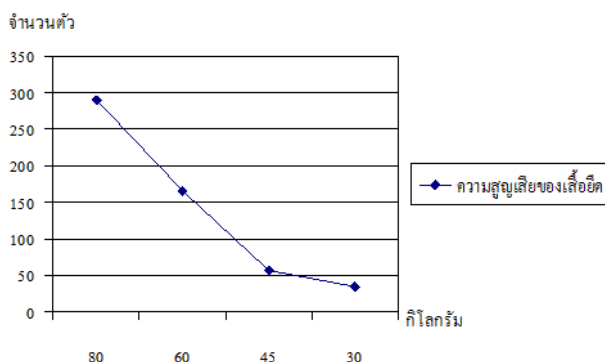
1. ความสามารถในการยกสินค้า น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ได้จำนวน 75 ถุง ค่าเฉลี่ยพนักงานต่อคนในการยกสินค้า ได้คนละ 25 ถุง

2. ความสามารถในการยกสินค้า น้ำหนัก 45 กิโลกรัม ได้จำนวน 50 ถุง ค่าเฉลี่ยพนักงานต่อคนในการยกสินค้า ได้คนละ 15 ถุง

3. ความสามารถในการยกสินค้า น้ำหนัก 60 กิโลกรัม ได้จำนวน 34 ถุง ค่าเฉลี่ยพนักงานต่อคนในการยกสินค้า ได้คนละ 11 ถุง

4. ความสามารถในการยกสินค้าน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ได้จำนวน 25 ถุง ค่าเฉลี่ยพนักงานต่อคนในการยกสินค้า ได้คนละ 7 ถุง

2. ผลการวิเคราะห์จำนวนสินค้าส่งคืนจากลูกค้าจากผลวิเคราะห์ข้อที่ 1 ภาพที่ 1 และตามตารางที่ 6



ภาพที่ 1 ของเสียจากการทดลอง

จากภาพที่ 1 แสดงของเสียจากการทดลอง พบว่าการทดลองที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัมพบจำนวนของเสีย 34 ตัว การทดลองที่น้ำหนัก 45 กิโลกรัมพบจำนวนของเสีย 56 ตัว การทดลองที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัมพบจำนวนของเสีย 165 ตัว และการทดลองที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัมพบจำนวนของเสีย 290 ตัว สามารถสรุปได้ว่าการทดลองที่น้ำหนัก 30 กิโลกรัม และการทดลองที่น้ำหนัก 45 กิโลกรัม จำนวนของเสียใกล้เคียงกัน เป็นน้ำหนักที่สามารถลดความสูญเสียได้ดีที่สุด

ตารางที่ 6 จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 30 กิโลกรัม

กระบวนการเคลื่อนย้าย	ระยะเวลาต่อสัปดาห์				
	1	2	3	4	รวม
จำนวนของเสีย	10	9	7	8	34

จากตารางที่ 6 พบว่า จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 30 กิโลกรัม ระยะเวลาจำนวน 4

สัปดาห์ จำนวนของเสีย เท่ากับ 19 ตัว เท่ากับ 7, 5, 4 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 45 กิโลกรัม

กระบวนการเคลื่อนย้าย	ระยะเวลาต่อสัปดาห์				
	1	2	3	4	รวม
จำนวนของเสีย	16	13	14	13	56

จากตารางที่ 7 พบว่า จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 45 กิโลกรัม ระยะเวลาจำนวน 4 สัปดาห์ จำนวนของเสีย เท่ากับ 28 ตัว เท่ากับ 9, 8, และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 60 กิโลกรัม

กระบวนการเคลื่อนย้าย	ระยะเวลาต่อสัปดาห์				
	1	2	3	4	รวม
จำนวนของเสีย	38	40	42	45	165

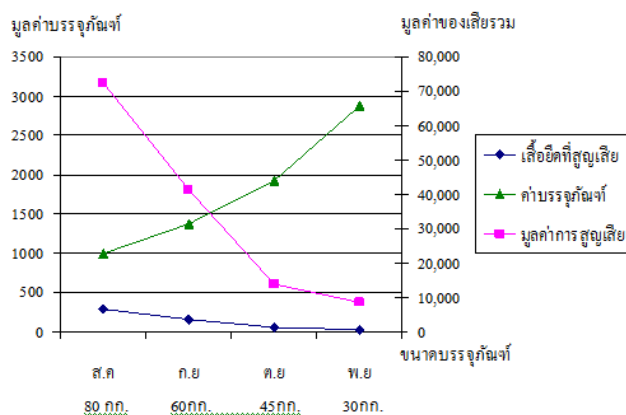
จากตารางที่ 8 พบว่า จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 60 กิโลกรัม ระยะเวลาจำนวน 4 สัปดาห์ จำนวนของเสีย เท่ากับ 165 ตัว เท่ากับ 45, 42, 40 และ 38 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 80 กิโลกรัม

กระบวนการเคลื่อนย้าย	ระยะเวลาต่อสัปดาห์				
	1	2	3	4	รวม
จำนวนของเสีย	65	75	72	78	290

จากตารางที่ 9 พบว่า จำนวนสินค้าส่งคืนจากการยกสินค้า น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ระยะเวลาจำนวน 4 สัปดาห์ จำนวนของเสีย เท่ากับ 290 ตัว เท่ากับ 78, 75, 72 และ 65 ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุป การออกแบบกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษา วิชาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมการผลิตเสื้อยืดส่งออกพบว่า การลดความสูญเสียหลังแก้ไขปัญหา พบว่าเดือนพฤศจิกายนการทดลองน้ำหนักที่ 30 กิโลกรัม พบจำนวนของเสีย 34 ตัว มูลค่าของเสีย 8,500 บาท มูลค่าของบรรจุภัณฑ์ 2,880 บาท เดือนตุลาคมการทดลองที่น้ำหนัก 45 กิโลกรัม พบจำนวนของเสีย 56 ตัว มูลค่าของเสียรวม 14,000 บาท มูลค่าถุง 1,920 บาท เดือนกันยายนการทดลองที่ น้ำหนัก 60 กิโลกรัม พบจำนวนของเสีย 165 ตัว มูลค่าของเสีย 41,250 บาท มูลค่าบรรจุภัณฑ์ 1,380 บาท และเดือนสิงหาคมการทดลองที่น้ำหนัก 80 กิโลกรัม พบจำนวนของเสีย 290 ตัว มูลค่าของเสีย 72,500 บาท มูลค่าบรรจุภัณฑ์ 1,000 บาท ตามลำดับ ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ของเสียหลังการทดลอง

ดังนั้น การแก้ ปัญหาของเสีย นั้น ซึ่ง พบมากที่สุดเป็นกระบวนการเคลื่อนย้าย ของการทำงานส่วนใหญ่ต้องยกของหนักมากกว่า 71 กิโลกรัม โดยอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงไม่มี ความชัดเจนเกิดจากบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากเกินไปเกินมาตรฐาน โดยข้อมูลลักษณะนั้นควรลดน้ำหนักสินค้าลงเนื่องจากปฏิบัติงานล่าช้า และเกิดการสูญเสีย และสินค้ามีน้ำหนักมากนั้นต้องใช้แรงยกมากกว่าปกติ และ สินค้ามีน้ำหนักมากหาก

ปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานานจะเกิดความเมื่อยล้าจะเป็นผลกระทบที่จะทำให้เกิดความสูญเสีย ซึ่งการเคลื่อนย้ายด้วยการยกบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักที่มากขึ้น ค่าบรรจุภัณฑ์ต่ำลง และขณะเดียวกันมูลค่าการสูญเสียมากขึ้นตามลำดับเช่นกัน จากการทดลองในทางตรงกันข้ามหากการเคลื่อนย้ายด้วยการยกบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักน้อยลงตามมาตรฐาน ค่าบรรจุภัณฑ์จะสูงขึ้นแต่มูลค่าการสูญเสียจะต่ำลงตามลำดับ ด้วยวิธีการดังกล่าวเสื้อยืดส่งออกการเคลื่อนย้ายด้วยบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักต่ำลงมาจะทำให้เกิดความสูญเสียที่ต่ำลงตามลำดับและการวิเคราะห์ต้นทุนของทุกกระบวนการ (Cost Analysis) พบว่า ต้นทุนค่าบรรจุภัณฑ์ที่สูญเสีย น้อยกว่าต้นทุนการผลิตเสื้อยืดส่งออกที่สูญเสียไปกับการกระบวนการเคลื่อนย้ายดังกล่าว จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นข้อมูลที่สารสามารถนำไปปรับใช้ และตัดสินใจในการดำเนินงานโดยยึดต้นทุนที่สูญเสียในลงทุนที่แท้จริงในการกระบวนการเคลื่อนย้ายดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยให้คำแนะนำ เสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา เสียสละเวลาให้คำแนะนำ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและระลึกในพระคุณของอาจารย์จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้บริหาร และพนักงานของสถานประกอบการที่ได้ให้ความร่วมมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง ทำให้การทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณบิดา คุณมารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ที่ได้สนับสนุนงานการศึกษาการจัดการงานวิจัยนี้ สมบูรณ์ลงได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Logisticsdigest. โลจิสติกส์ของเสื้อผ้าสำเร็จรูป. (2014). URL: <http://www.logisticsdigest.com/> access on February 23, 2014.
- [2] Jame, R. S., Douglas, M. L. Logistics Role in the Economy and the Organization. (2011) Strategic Logistics Management, 2(1): 19-31.
- [3] ศูนย์กายภาพบำบัดมหาวิทาลัยมหิดล. การยกและการเคลื่อนย้ายสิ่งของ. (2554). URL: <http://www.pt.mahidol.ac.th/>. access on April 10, 2014.
- [4] _____. รยกและการเคลื่อนย้ายสิ่งของ. (2554). URL: <http://www.pt.mahidol.ac.th/> access on April 10, 2014.

การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบรับ-ส่งสินค้าภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์
The Efficiency Improvement in the Transportation System within Automobile
Spare part Manufacturing Plant

กษาปณ์ ศุคตะนันท์^{1*}, ชโลบล สุภาจิตต์² และ รชฎ ขำบุญ¹

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

บริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

*ผู้ติดต่อ: อีเมล tlekasap01@gmail.com, เบอร์โทร 02-9547300 ต่อ 750, เบอร์โทรสาร 02-9547350

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบรับ-ส่งสินค้าภายในโรงงาน ของบริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด (สาขาบางพลี) โดยได้พิจารณาปัญหาของความล่าช้าที่เกิดขึ้นจากการที่พนักงานขับรถบรรทุกต้องขับรถวนรอบโรงงาน ระหว่างรอให้รถคันก่อนหน้ารับ-ส่งสินค้าให้เสร็จเรียบร้อยก่อน ทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าในด้านต่างๆ เป็นอย่างมาก งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียเปล่าดังกล่าว โดยใช้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ประการ รวมทั้งแนวคิดการปรับปรุงการทำงานแบบไคเซ็น ทั้งนี้ภายหลังจากการดำเนินงานพบว่า สามารถลดความสูญเสียเปล่าจากการที่พนักงานขับรถวนรอบโรงงานจาก 61 รอบต่อวัน เหลือเพียง 15 รอบต่อวัน คิดเป็นการลดความสูญเสียเปล่าได้ถึง 75.41%

คำหลัก: อุตสาหกรรมยานยนต์, ไคเซ็น, เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ

Abstract

The objective of this paper is to improve the efficiency of the transportation system within an automobile spare-part factory. It emphasizes on the problem which the truck driver can't deliver the spare-part at the receiving area. This is due to there are previous trucks still not finish the delivering process. Therefore, the consecutive truck has to hang around and wait until the receiving area is discharged. This paper uses the basic QC 7 Tools and Keizen concept to improve the current situation of transportation system. The result presents that by using these tools the number of driving around are decreased from 61 rounds to 15 rounds per day, accounting to the reduction of 75.41% of non-value added activities.

Keywords: Automobile Industry, Keizen, QC 7 Tools

1. บทนำ

โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรม มักจะประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลักคือ การจัดซื้อจัดหา การจัดการสินค้าคงคลัง การขนส่ง การจัดการคลังสินค้า และ การบริการลูกค้า ซึ่งกิจกรรมทั้ง 5 นี้มีความสัมพันธ์ต่อกัน ดังนั้น การลดต้นทุนขององค์กรต้องการการพิจารณาในภาพรวมด้วยแนวคิดแบบการจัดการโซ่อุปทาน บริษัท ฮีโน่มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด (โรงงานบางพลี) เป็นโรงงานที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตรถบรรทุก การขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ การส่งชิ้นส่วนให้บริษัท โตโยต้า และการซื้อมา-ขายไปโดยมีการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 1 การดำเนินงานของบริษัท

ในแต่ละเดือน Staff ของแผนก PA จะต้องเข้าประชุมกับทาง Toyota เพื่อทราบจำนวนการผลิตในเดือนนั้นๆ และจะทำการสั่ง Part จาก Supplier โดยมี 2 ส่วน

1. เพื่อทำการ Re-Packing และส่งต่อไปให้ Toyota และลูกค้า

2. ทำการผลิตเพื่อส่ง WIP ให้ Toyota ผลิตต่อ

ซึ่งลักษณะการดำเนินงาน มีกิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ครบทั้ง 5 กิจกรรม กล่าวคือ มีการจัดการด้านคลังสินค้า (Tent) และด้านสินค้าคงคลัง ซึ่งคือการจัดการและจัดเก็บ Part ด้านการจัดซื้อจัดหา Supplier จำเป็นต้องมีความชำนาญในการผลิตวัตถุดิบ และต้องมีการตรวจสอบทุกขั้นตอน 100% ของเสียต้องเป็นศูนย์ (Zero Defect) ด้านการขนส่งจะมีทั้งส่งชิ้นส่วนที่เป็น WIP และส่วนที่ส่ง Pallet

เปล่า จึงจำเป็นต้องจัดตารางเที่ยวรถให้ตรงกับเวลาที่รถเข้ามา และด้านการบริการลูกค้า บริษัทจะต้องบริการลูกค้า (Service Level) 100% เพื่อตอบสนองการผลิตในขั้นตอนต่อไป

ปัจจุบัน บริษัทประสบปัญหาในด้านการจัดการรถเดินรถที่เกิดความล่าช้า จากการที่พนักงานขับรถบรรทุกเพื่อส่งสินค้า ต้องขับรถวนรอบโรงงานระหว่างรอให้รถคันก่อนหน้ารับ-ส่งสินค้าให้เสร็จเรียบร้อยก่อน จึงจะสามารถเข้าจอดเพื่อรับ-ส่งสินค้าได้ทำให้เกิดความสูญเปล่าในด้านต่างๆ

ดังนั้นเป้าหมายของโครงการฉบับนี้ คือต้องการลดความสูญเปล่าอันเกิดจากการขับรถวนรอบเพื่อรอการรับ-ส่งสินค้า ภายในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ของบริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง

2. ทฤษฎี เครื่องมือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหา และวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหาที่แท้จริง เพื่อการแก้ไขที่ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมี 7 ชนิด โดยได้เลือกใช้ คือ แผนผังพาเรโตและแผนผังแสดงเหตุและผล

2.2 ทฤษฎี Kaizen

แนวทางเชิงปฏิบัติ มี 2 เรื่องคือ “Critical Issue Oriented” และ “Pilot Area” โดยเสนอว่าการทำ Kaizen นั้นต้องเริ่มต้นด้วย “เป้าหมายในการปรับปรุง” หรือเริ่มต้นว่า “อะไรคือปัญหา” ไม่ใช่เริ่มต้นด้วยเครื่องมือหรือใช้เครื่องมือเป็นหลัก (Tool Oriented) เพราะไม่เช่นนั้นจะกลายเป็นว่า องค์กรบอกว่าจะทำ TPM, JIT หรือ Six Sigma ใดๆ ที่ยังมองไม่เห็นปัญหาที่จะเข้าไปแก้ไขอย่างชัดเจน การ

กำหนด “Critical Issue” หรือเป้าหมายในการปรับปรุงนั้น อันดับต่อมาคือ “การปรับปรุง” คือ PDCA – Plan Do Check Act ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีระบบ ได้แบ่งความหมาย PDCA ออกเป็น 2 ลักษณะตามการใช้งาน คือ PDCA for Operation (การปฏิบัติงาน) และ PDCA by Setting Target (การตั้งเป้าหมายงาน)

3. การดำเนินโครงการ

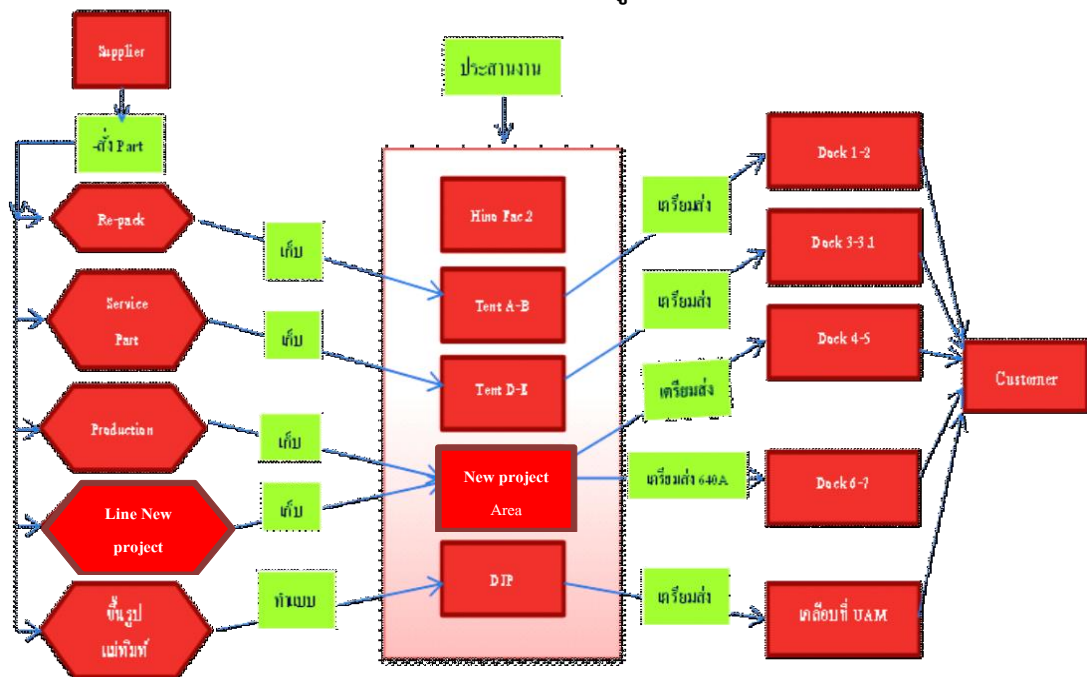
สภาพปัญหาของระบบจอดรถรับ-ส่งสินค้า บริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด (โรงงานบางพลี) เป็นโรงงานที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการผลิตรถบรรทุก การขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ การส่งชิ้นส่วนให้บริษัท โตโยต้า และการซื้อมา-ขายไป ปัญหาที่พบภายในบริษัท

1. ควบคุมการแลกรับเข้า-ออกภายในโรงงาน
2. ควบคุมการจราจรภายในโรงงาน

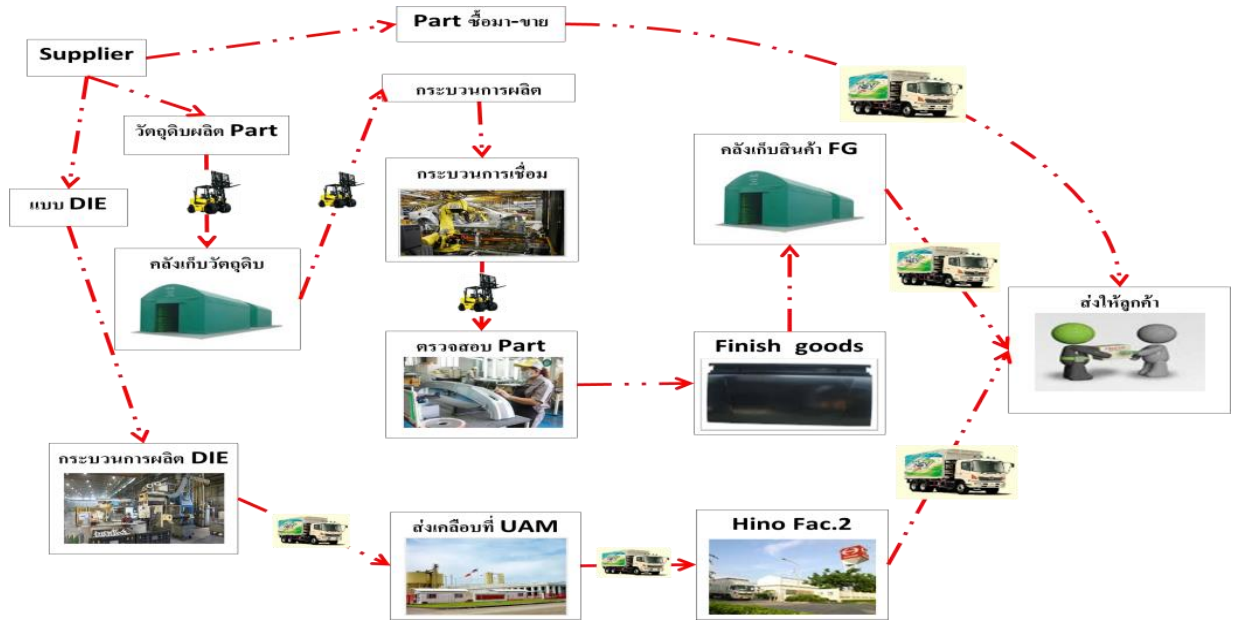
3. การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบรับ-ส่งสินค้าภายในโรงงาน โดยมีการดำเนินงานโดยรวม ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 3 แผนผังแสดงระบบรับ-ส่งสินค้าในโรงงาน



รูปที่ 2 การดำเนินงานโดยรวมจากซัพพลายเออร์ถึงลูกค้า



รูปที่ 4 กระบวนการทำงานในระบบปรับ-ส่งสินค้าภายในโรงงาน

โดยการนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ประการ รวมทั้งแนวคิดการปรับปรุงการทำงานแบบไคเซ็น เพื่อการรวบรวมข้อมูล, วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา, การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา, และการปรับปรุงผลการดำเนินงาน โดยกระบวนการทั้งหมดนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากพนักงานผู้ปฏิบัติงาน ในการให้ข้อมูลและนำเสนอความคิดเห็น อันสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ จนสามารถนำเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินโครงการ ดังนี้

1. จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นของคนขับรถบรรทุก



แบบสอบถาม → กล่องรับความคิดเห็น → จุดจอดรถรับ-ส่งสินค้า

2. กล่องแสดงสัญญาณเข้า-ออก (Andon board)



ออกแบบ → ติดป้าย → ต่อสัญญาณ → พันสี → ทดสอบระบบ → ติดตั้ง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง

ข้อมูลจำนวนรอบรถบรรทุกที่วิ่งรับ-ส่งสินค้า ในเดือน กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2558

Dock 1	= 20 รอบ	Dock 2	= 16 รอบ
Dock 3	= 35 รอบ	Dock 3.1	= 19 รอบ
Dock 4	= 22 รอบ	Dock 5	= 36 รอบ

หมายเหตุ* เนื่องจาก Dock 6,7 สำหรับขนส่ง Part New project ยังอยู่ในช่วงดำเนินการจึงยังไม่เปิดใช้งานในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูล

คิดเป็นรวมจำนวนรอบทั้งหมด = 148 รอบ/1วัน

เมื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูลจำนวนรอบรถบรรทุก ที่วิ่งวนรอการรับ-ส่งสินค้า โดยใช้ข้อมูลจำนวน 5 วัน พบว่า

Dock 1 = 96 รอบ Dock 2 = 41 รอบ

Dock 3 = 125 รอบ Dock 3.1 = 65 รอบ

Dock 4 = 109 รอบ Dock 5 = 100 รอบ

รวมจำนวนรอบทั้งหมด = 536 รอบ/5วัน

คิดเป็นจำนวนรอบที่สูญเสียไป = 61 รอบ/วัน

คิดเป็น 11.3% ของจำนวนรอบทั้งหมด

เป้าหมาย ลดจำนวนรอบที่สูญเสียไปในการให้คนขับรถบรรทุกขับวนรอบโรงงานลดลงจาก 61 รอบ เหลือ 21 รอบ

4. วิเคราะห์และอภิปรายผลโครงการหลังการ

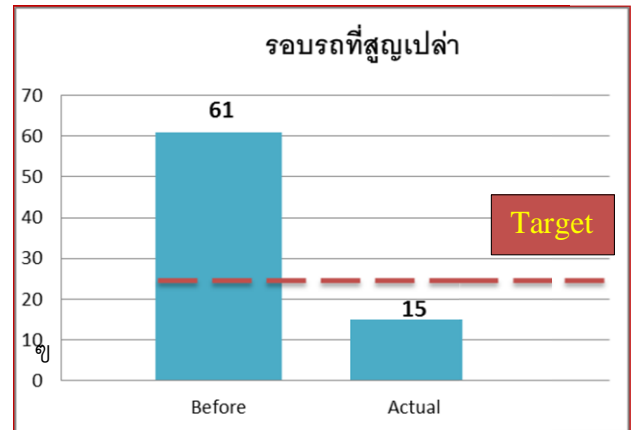
ปรับปรุง

ภายหลังการปรับปรุง โดยการใช้กล่องแสดงสัญญาณเข้า-ออก (Andon board) บริเวณพื้นที่จอดพักรถที่พื้นที่จอดรถชั่วคราว โดยกล่องจะทำหน้าที่ในการแจ้งให้คนขับรถบรรทุกเมื่อถึงคิวที่จะต้องนำรถเข้ารับ-ส่งสินค้า พบว่า

1. เพิ่มพื้นที่จอดรถชั่วคราว สามารถทำได้จริง และทำให้คนขับรถบรรทุก มีที่จอดรถเพื่อรอเข้าพื้นที่ส่งสินค้า (Dock) ได้เยอะมากขึ้น สามารถรองรับรอบรถได้มากขึ้นในแต่ละวัน

2. การจัดทำกล่องแสดงสัญญาณเข้า-ออก (Andon board) เป็นประโยชน์ สำหรับคนขับรถเป็นอย่างมาก เนื่องจากเมื่อคนขับรถมาถึงจะไปจอดที่พื้นที่จอดรถชั่วคราว และเมื่อถึงเวลารอบที่ต้องเข้า ก็จะมีการขับเข้าไปส่งสินค้า แต่ไม่สามารถส่งสินค้าได้ เพราะมีรถบรรทุกที่ส่งสินค้าก่อนหน้ายัง Load สินค้าไม่เสร็จ จึงจำเป็นต้องขับรถมาที่พื้นที่จอดรถชั่วคราวอีก 1 รอบ จนกว่าพื้นที่ส่งสินค้าจะว่าง จึงได้สร้างกล่อง

แสดงสัญญาณเข้า-ออก โดยกำหนดว่าพื้นที่ส่งสินค้า ณ จุดรับสินค้านั้นว่าง หรือไม่ว่าง เพื่อให้คนขับรถบรรทุกทราบว่า ควรส่งสินค้า ณ จุดรับสินค้านั้นหรือไม่ จากผลการทดลองระบบนี้ ได้ข้อสรุปว่า ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงรอบรถที่สูญเสียไป

ก่อนการปรับปรุง มีจำนวนรอบรถที่สูญเสียไป 61 รอบ เป้าหมายที่วางไว้คือ 21 รอบ และเมื่อปรับปรุงแล้ว เหลือ 15 รอบ โดยสามารถลดลงจากก่อนปรับปรุง 46 รอบ คิดเป็น 75 %

5. บทสรุปโครงการ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ประการ รวมทั้งแนวคิดการปรับปรุงการทำงานแบบไคเซ็น เพื่อลดความสูญเสียไปจากกระบวนการรับ-ส่งสินค้า โดยได้จัดทำกล่องแสดงสัญญาณเข้า-ออก (Andon board) และเพิ่มพื้นที่จอดรถชั่วคราว 3 จุด ภายหลังจากการดำเนินงานพบว่า สามารถลดความสูญเสียไปจากการที่พนักงานขับวนรอบโรงงานจาก 61 รอบต่อวัน เหลือเพียง 15 รอบต่อวัน คิดเป็นการลดความสูญเสียไปได้ถึง 75%

6. เอกสารอ้างอิง

1. นงนุช วงศ์ชุตินาท. ทักษะของผู้ประกอบการต่อการจัดการด้านโลจิสติกส์. ภาคนิพนธ์คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2545.
2. รศ.พญ. ปารมี ทองสุกใส. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.gotoknow.org/posts/20880>. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2558).
3. สมศักดิ์ สมบูรณ์ธรรม. *การศึกษาปัญหาความเสียหายของคลังสินค้าและกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาในคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัท โทมียะ ประเทศไทย จำกัด*. Masters thesis. The University of the Thai Chamber of Commerce, 2548.
4. สิทธิชัย ดำรงแดน. *หลักเกณฑ์ในการจัดทำดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงานของคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า*. สาขาวิชาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์. มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549.
5. สุลีลา สาระพงค์. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.gotoknow.org/posts/324998>. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2558).
6. อรปภา. วิธีสืบค้นวัสดุสารสนเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.lib.nu.ac.th/nulibnet/index.php?topic=178.0>. // (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2558).

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ด้วยแนวคิดแบบลีน
กรณีศึกษา บริษัท ทองไชยอุตสาหกรรม จำกัด
Optimizing the production process With lean thinking
Case Study Thongchai Industrial co., Ltd.

ทิพยดา สวัสดิ์* เกศินี ไชยธน

ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี

E-mail: plojung5733@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงการพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดรอบเวลาการผลิตท่อน้ำมันรถยนต์ ด้วยแนวคิดการปองซ์/การกำจัดความสูญเปล่า กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม จากการเก็บข้อมูลได้ใช้เครื่องมือ แนวคิดลีน แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า แผนผังกระบวนการไหล แผนผังก้างปลา จากการศึกษาค้นคว้า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้น 2 ประเภท คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน และความสูญเปล่าจากการรอคอย

ผลการศึกษานี้แนะนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ โดยนำแนวคิดการผลิตแบบลีน ซึ่งสามารถลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายชิ้นงานลดลง 87.50% ลดเวลาสูญเปล่าจากการรอคอยชิ้นงานลดลง 9.09% และลดรอบเวลาการผลิตที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มลดลง 57.89% นอกจากนี้ยังเพิ่มผลผลิตจากการปรับปรุงเครื่องจักร Spot Weld และอุปกรณ์ชิ้นวาง Jig เพื่อเพิ่มการผลิตชิ้นงาน โดยจากการเพิ่มประสิทธิภาพดังกล่าวพบว่าสามารถเพิ่มชิ้นงานได้ 360 ชิ้นต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 50%

คำสำคัญ : การเพิ่มประสิทธิภาพ, ท่อน้ำมันรถยนต์

Abstract

This project aims to reduce the cycle time to produce gasoline hose. The concept of indicator/disposal of waste. Activities that do not cause the added value. From the data collected, using lean value stream of the diagram. Process flow diagrams Fishbone Diagram The study found that There are two types of waste takes place waste resulting from the movement of the workpiece. And a wasteland of waiting.

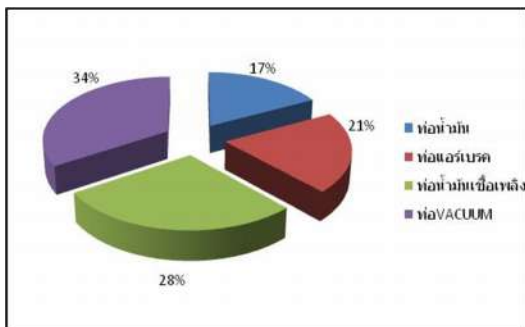
This study presents guidelines to improve efficiency. The concept of lean manufacturing. This can reduce waste in the production process of moving pieces fell 87.50%, reducing the time wasted by waiting specimens decreased 9.09% and reduced cycle times that do not add value, down 57.89%. It also increases productivity by improving machinery and equipment racks Jig Spot Weld to increase production. From such improvements that can add pieces to 360 pieces per day, an increase of 50%.

Keyword: Optimization, Pipeline gasoline

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ถึงแม้ว่าในปีที่ผ่านมาจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐมาช่วยผลักดันยอดขาย ประกอบกับกำลังซื้อที่ปรับตัวลดลงตามภาวะเศรษฐกิจ องค์กรจึงต้องพยายาม ปรับปรุง แก้ไข พัฒนาองค์กรให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อสามารถยืนหยัดแข่งขันได้ในตลาดและเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนแต่การจะปรับปรุง แก้ไข พัฒนาองค์กรนั้นจึงจำเป็นต้องลดปัจจัยต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิต เช่น ความสูญเสียเวลาในการผลิต ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ การแก้ปัญหาจึงต้องอาศัยการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การกำจัดความสูญเปล่าตามแนวคิดของการผลิตแบบลีน (Lean Thinking) จึงถูกนำมาพิจารณาประยุกต์ใช้บริษัท ทองโซย อุตสาหกรรม จำกัด สถานที่ตั้งจังหวัดฉะเชิงเทรา ดำเนินธุรกิจผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภท ท่อน้ำมัน ท่อแอร์เบรค ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง และท่อ Vacuum ให้กับผู้ประกอบการหลายหลายบริษัททั้งในประเทศและต่างประเทศ



ภาพที่ 2 แสดงสัดส่วนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

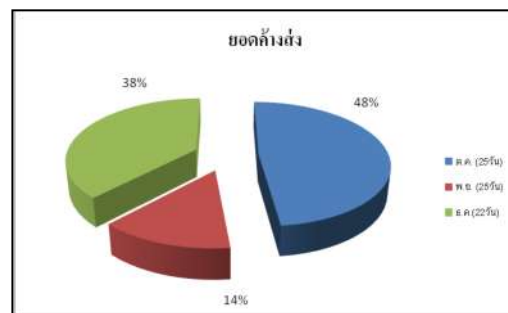
จากการศึกษา ผู้ศึกษาพบว่าสินค้ากลุ่มท่อน้ำมันรถยนต์ Part No. MMTh 1225A051 และ MMTh 1225A052 ซึ่งมีสัดส่วนการขาย 17% ด้วยเหตุผลที่มีสัดส่วนในการขายที่น้อยที่สุด เนื่องจากกำลังการผลิตต่ำ ผลผลิตน้อย แต่มีปริมาณความต้องการของลูกค้าสูง ซึ่งในสภาพจริงบริษัทมีความ

ต้องการในการผลิตชิ้นส่วนได้มากกว่านี้ แต่ประสบปัญหาอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตที่มีการจัดการอย่างไม่เป็นระบบจึงทำให้มีกำลังผลิตไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เปอร์เซ็นต์การผลิตอยู่ที่ต่ำที่สุด ไม่สามารถรองรับความต้องการจากลูกค้าได้อย่างเต็มที่แสดงภาพที่ 2 และภาพที่ 3

ท่อ VACUUM (34%)						
เดือน (วันทำงาน)	อัตราการผลิตส่งลูกค้า			อัตราผลิตรวม (ชิ้น)	ความต้องการ (ชิ้น)	ยอดค้างส่ง (ชิ้น)
	MMTh	UICr	IMCT			
ค.ค. (25วัน)	58,002	10,889	619	69,510	69,510	-
พ.ย. (25วัน)	40,430	11,738	942	53,110	53,110	-
ธ.ค. (22วัน)	49,997	10,473	820	61,290	61,290	-
ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง (28%)						
เดือน (วันทำงาน)	อัตราการผลิตส่งลูกค้า			อัตราผลิตรวม (ชิ้น)	ความต้องการ (ชิ้น)	ยอดค้างส่ง (ชิ้น)
	MMTh	UICr	IMCT			
ค.ค. (25วัน)	40,478	4,190	470	45,138	45,138	-
พ.ย. (25วัน)	48,712	4,996	482	54,190	54,190	-
ธ.ค. (22วัน)	47,218	4,853	516	52,587	52,587	-
ท่อแอร์เบรค (21%)						
เดือน (วันทำงาน)	อัตราการผลิตส่งลูกค้า			อัตราผลิตรวม (ชิ้น)	ความต้องการ (ชิ้น)	ยอดค้างส่ง (ชิ้น)
	MMTh	UICr	IMCT			
ค.ค. (25วัน)	33,541	1,610	885	36,036	36,036	-
พ.ย. (25วัน)	33,875	2,518	1,050	37,443	37,443	-
ธ.ค. (22วัน)	35,343	1,036	893	37,272	37,272	-
ท่อน้ำมัน (17%)						
เดือน (วันทำงาน)	อัตราการผลิตส่งลูกค้า			อัตราผลิตรวม (ชิ้น)	ความต้องการ (ชิ้น)	ยอดค้างส่ง (ชิ้น)
	MMTh	UICr	IMCT			
ค.ค. (25วัน)	18,200	5,463	2,061	25,724	27,000	1,276
พ.ย. (25วัน)	18,200	6,372	2,082	26,654	27,000	364
ธ.ค. (22วัน)	14,000	3,911	984	18,895	19,898	1,003

ภาพที่ 3 แสดงอัตราการผลิตรวม ความต้องการรวม และอัตราการค้างส่งชิ้นส่วนยานยนต์

ข้อมูลอัตราการผลิตจะพบว่ายอดการผลิตในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์กลุ่มท่อน้ำมันรถยนต์ มีการผลิตไม่ถึงเป้าหมายตามที่ลูกค้าต้องการ โดยที่ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม แต่ไม่สามารถผลิตได้ทันตามที่ลูกค้าต้องการ มียอดค้างส่งชิ้นส่วนท่อน้ำมันรถยนต์ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงค่าร้อยละการค้างส่งชิ้นส่วนยานยนต์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาขั้นตอนและวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่ากระบวนการผลิต

1.2.2 เพื่อนำเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษารายละเอียด และวิธีการทำงานของกระบวนการผลิต บริษัท ทองไชยอุตสาหกรรม จำกัด เลือกรายการการผลิตที่น้ำมันรถยนต์ ผลิตภัณฑ์ Part Number MMTh 1225A051 และ MMTh 1225A052 เป็นกรณีศึกษา โดยทำการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตในปัจจุบัน ระยะเวลาในการศึกษา เดือนตุลาคม-ธันวาคม 2557 และระยะเวลาการดำเนินงาน เดือนมกราคม-มีนาคม 2558 โดยการผลิตที่น้ำมันรถยนต์ Part Number MMTh 1225A051 และ MMTh 1225A052 ประกอบด้วย 17 สถานีงานต่างๆ ดังนี้ 1.ตัดท่อ 2. ลบคม 3.ตรวจสอบลบคม 4.ใส่ส่วนประกอบ 5.บีบปลายท่อ 6.ติด Clamp 7.ทาทองแดง 8.เรียงชิ้นงานบน Jig 9. ผ่างาน 10.ตรวจสอบงานเผา 11.ตัดท่อครั้งที่ 1 12. ตัดท่อครั้งที่ 2 13.ตรวจสอบรอยร้าว 14. เจาะรู 15.เป่าลม 16.ปรับแต่งรูปร่าง 17.จุ่มน้ำมันกันสนิม บรรจุ ผู้ศึกษาทำการศึกษาระบบการผลิตระบุ ปัญหาสถานีงานที่ทำให้เกิดความสูญเสียเปล่าจากการเคลื่อนย้าย (Transportation) ประกอบด้วย 3 สถานีงานดังนี้คือ และเกิดจุดคอขวด ประกอบด้วย 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 4, 10, 17 ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากจากพนักงานต้องรอคอยชิ้นงานหรือเครื่องจักรเดินเครื่องนาน ประกอบด้วย 3 สถานีงาน ดังนี้คือ 8, 10, 13 และความสูญเสียเปล่าที่ในกระบวนการ (Process Loss) เกิดจากเครื่องจักรหรือขั้นตอนการทำงานทำให้เกิดจุดคอขวด ประกอบด้วย 2 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 6, 9 ด้วยการศึกษารายงาน และรวบรวมข้อมูลเวลามาตรฐาน นำมาวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการและวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตที่น้ำมันรถยนต์ ด้วยหลักการ How How Analysis, แผนผังก้างปลา และวิเคราะห์สาเหตุของ

ปัญหาโดยใช้แผนภูมิการ ไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 สามารถเพิ่มผลิตภาพหรือผลผลิตให้กับผลิตภัณฑ์

1.4.2 สามารถนำเสนอแนวทางในการลดความสูญเสียเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

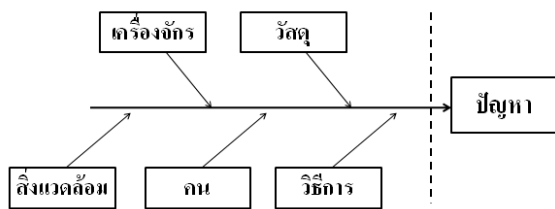
มาโนช ริทินโย (2549:1-4) กล่าวว่า iva การเพิ่มผลผลิต คือกิจกรรมและความพยายามที่ทำให้เกิดการเพิ่มพูนคุณภาพและปริมาณของผลผลิต การเพิ่มผลผลิตจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการผลิต แต่เป็นการลดต้นทุน ลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต การเพิ่มผลผลิตให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องใช้การจัดการที่ดี โดยการดำเนินการอย่างมีระบบมีการวางแผนและการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนแล้วทำอย่างต่อเนื่องซึ่งจะเกิดจากการกระทำของบุคลากรในองค์กร การเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องมือสำหรับการประกอบธุรกิจที่ช่วยให้ธุรกิจเจริญก้าวหน้าและเพิ่มคุณภาพให้กับบุคลากรในองค์กร

ความสูญเสียเปล่าต้องห้ามทั้ง 7 ประการ Don Tapping, Tom Luyster, Tom Shuker (2550:71) เป้าหมายสูงสุดของลีน คือ การกำจัดความสูญเสียเปล่าทั้งหมด ความสูญเสียเปล่า หรือ Muda (มุดะ) คือทุกสิ่งทุกอย่างที่เพิ่มต้นทุนหรือเวลา โดยปราศจากการเพิ่มคุณค่า ตลอดหลายปีที่ผ่านมา ความสูญเสียเปล่าต้องห้ามที่เกิดขึ้น มีดังนี้



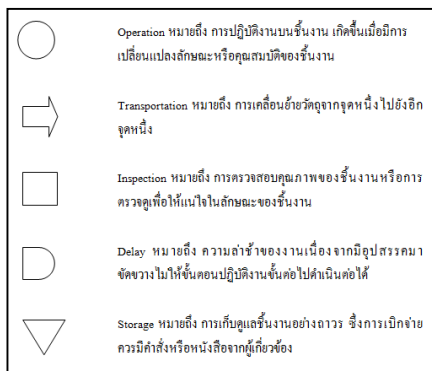
ภาพที่ 5 ความสูญเสียเปล่าต้องห้าม 7 ประการ

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) วันรัตน์ จันทกิจ (2546:38) อธิบายว่า แผนผังเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจค้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว



ภาพที่ 6 ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคุณ (2552:109) อธิบายว่า แผนภูมินี้ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของวัตถุดิบชิ้นส่วนพนักงานและอุปกรณ์ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยแสดงเป็นสัญลักษณ์ และคำบรรยายประกอบลงในแผนภูมิ การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัวซึ่งกำหนดโดย The American Society of Mechanical Engineers (ASME) ในสหรัฐอเมริกา ดังนี้



ภาพที่ 7 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

3.วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้ ได้ศึกษากระบวนการผลิตท่อน้ำมันรถยนต์ Part Number MMTh 1225A051 และ MMTh 1225A052 โดยใช้เทคนิคการศึกษาเวลาการผลิต (Cycle Time) การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ และปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของบริษัท เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของบริษัททองไฮยอุตสาหกรรม จำกัด ซึ่งรวบรวมข้อมูลการทำงานของกระบวนการผลิตท่อน้ำมันรถยนต์ ว่าปัญหาความสูญเสียเปล่า เกิดขึ้นตรงจุดใด ตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้ามายังสถานีนงานแรกจนถึงสถานีนงานสุดท้าย

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนกระบวนการผลิตทำการศึกษากระบวนการผลิตเพื่อให้ทราบและเข้าใจถึงวิธีการผลิตอย่างละเอียดเพื่อป้องกันการกำจัดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตท่อน้ำมันรถยนต์

3.3 วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยเขียนแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อวิเคราะห์ ระยะทาง ความต่อเนื่องของกระบวนการผลิตท่อน้ำมันรถยนต์ตามความจริงก่อนที่จะทำการปรับปรุง เพื่อให้ทราบว่าชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) มีการเดินทางอย่างไร และไปวางตักค้างอยู่ที่จุดใด การวางตำแหน่งเครื่องจักร และลำดับขั้นตอนการทำงาน ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกนำไปวางแผนปรับปรุง รอบเวลาการผลิต ให้สอดคล้องมากที่สุดกับความต้องการสินค้าของลูกค้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น

3.4 สรุปผลการวิเคราะห์การปรับปรุงการทำงานจากการวิเคราะห์ และนำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการใช้แนวคิดแบบลีน (Lean)

3.5 ขั้นตอนการปรับปรุงการ โดยทำตามข้อมูลที่ได้ศึกษา โดยก่อนและหลังปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบหาสาเหตุของปัญหา และปรับปรุงความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต สาเหตุของปัญหาที่สร้างความสูญเสียเปล่าให้กับกระบวนการผลิต

3.6 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยใช้แนวคิดแบบลีน (Lean) เพื่อนำผลที่ได้ มาทำการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด

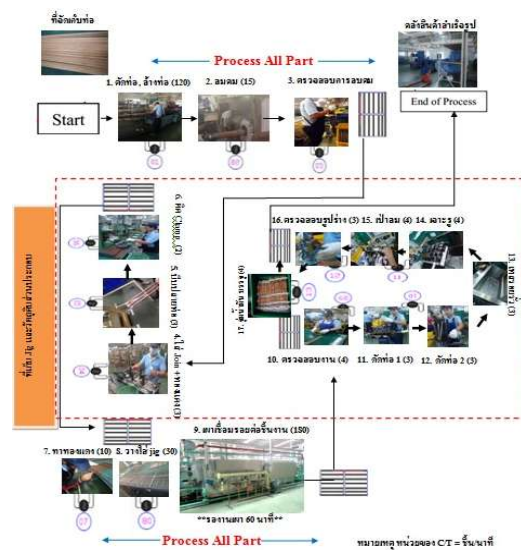
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลศึกษาและรวบรวมข้อมูลของบริษัทพบว่าบริษัทดำเนินธุรกิจผลิตและจัดจำหน่ายชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลในกลุ่มท่อน้ำมันรถยนต์ Part Number MMTh 1225A051 และ MMTh 1225A052 ได้มีการผลิตส่งออกทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเป็นการผลิตแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) มีพนักงานในแผนก 13 คน โดยจะทำการผลิตชิ้นงานดังกล่าวได้วันละ 4 ชั่วโมง ในเวลาการทำงานปกติ 6 วันต่อสัปดาห์ โดยแบ่งรอบเวลาการทำงาน เป็น 2 รอบเวลาการปฏิบัติงาน เริ่ม 8:00 น. ถึง 17:00 น. และ 20:00 น. ถึง 05:00 น. และมีล่วงเวลาการทำงานต่อไปอีก 2 ชั่วโมง ต่อกะทำงาน



ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของผลิตภัณฑ์

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนกระบวนการ โดยทำการสำรวจข้อมูลโดยใช้ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) ที่เป็นใบบันทึกการจับเวลา และนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกสาเหตุต่างๆ มาทำการวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล เพื่อเลือกกระบวนการที่มีการเกิดปัญหามากมาทำการศึกษาเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง



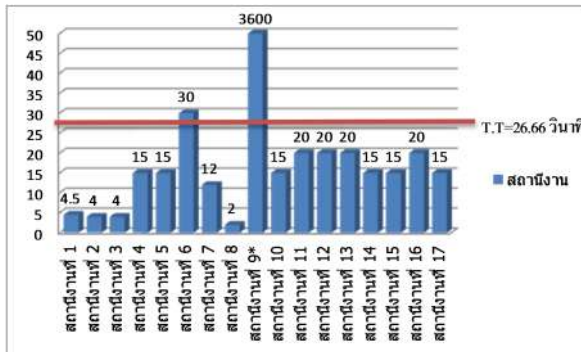
ภาพที่ 9 แสดงกระบวนการไหลของผลิตภัณฑ์

4.3 ผลการวิเคราะห์จากกระบวนการผลิตที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าจึงใช้วิธีการใช้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มาช่วยในการวางแผนการผลิต การเก็บข้อมูลการผลิตโดยการบันทึกเวลา รอบการทำงานทั้งหมด 17 สถานีงาน หน่วยนับรอบเวลาการผลิตเป็นวินาที รวมทั้งบันทึกจำนวนพนักงานของแต่ละสถานีงาน เพื่อเป็นข้อมูลในการคำนวณพนักงานที่เหมาะสมในแต่ละสถานีงาน

การวิเคราะห์ดังนี้ สถานีงานที่ 1.ตัดท่อเวลา = 4.5 วินาที 2.ลบคมเวลา = 4.0 วินาที 3.ตรวจสอบลบคมเวลา = 4.0 วินาที 4.ใส่ส่วนประกอบเวลา = 15.0 วินาที 5.บีบปลายท่อเวลา = 15.0 วินาที 6.เชื่อม Clampเวลา 30.0 วินาที 7.ทาทองแดงเวลา = 12.0 วินาที 8.เรียงชิ้นงานบน Jigเวลา = 2.09 วินาที 9. เฝางานเวลา = 3600 วินาที 10.ตรวจสอบงานเผาเวลา = 15.0 วินาที 11.ตัดท่อครั้งที่ 1เวลา = 20.0 วินาที 12. ตัดท่อครั้งที่ 2 เวลา = 20.0 วินาที 13. ตรวจสอบรอยรั่วเวลา = 15.0 วินาที 14.เจาะรูเวลา = 15.0 วินาที 15.เป่าลมเวลา = 15.0 วินาที 16. ปรับแต่งรูปร่างเวลา = 20.0 วินาที 17.จุ่มน้ำมันกันสนิม บรรจุ เวลา = 15.0 วินาที รวม 3826.5 วินาที

เมื่อพิจารณาจากเป้าหมายของปริมาณผลผลิตและ เวลาทำงานในแต่ละวัน สามารถนำมาคำนวณหาจังหวะการผลิต (Tact Time) ของชิ้นงาน

จะคำนวณได้ดังนี้ คือ Shift Length 60x4 = 240 นาที (1 กะ) Planned Production Time 240x2 = 480 นาที (2กะ) โดยที่ความต้องการของลูกค้าคือ 1080 ชิ้น/วัน Tact time จะเท่ากับ Planned Production Time / Customer Demand 480/1080= 0.44 นาทีต่อหนึ่งชิ้นงาน หรือ ทุกๆ 26.66 วินาที



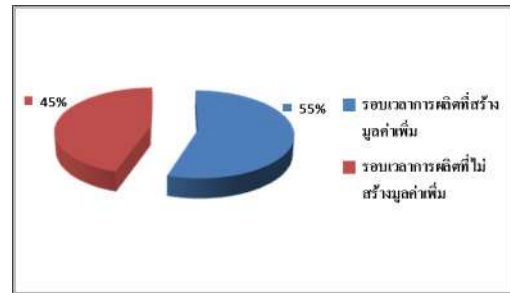
ภาพที่ 10 แสดงรอบเวลาการผลิตโดยรวมและ จังหวะการผลิต (Tact time) ที่เหมาะสม

ปัจจุบันแผนกสามารถผลิตได้ 720 ชิ้น/วัน ซึ่งยัง ต่ำกว่าอัตราการผลิตของแผนกผลิตอยู่ 3600 ชิ้น/วัน จึง เป็นเหตุทำให้ต้องมีการทำล่วงเวลาของ แผนกเพื่อผลิตชิ้นงานกรณีศึกษาวันละ 2 ชั่วโมง ซึ่ง จังหวะการผลิตนี้แสดงให้เห็นถึงการเกิดปัญหาในการ ผลิตที่ไม่สมดุลอยู่ที่สถานีงานที่ 6 (เชื่อม Clamp) และสถานีงานที่ 9 (เผาชิ้นงาน) มีเวลาสูญเสียจากการรอคอยชิ้นงานออกจากเตาเผา และกระบวนการ ผลิตดังกล่าวจะถูกนำมาพิจารณาหาแนวทางการ แก้ไขปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียเปล่า

จากการสำรวจขั้นตอนการผลิตได้เก็บข้อมูล กิจกรรมย่อยของแต่ละสถานีงานตั้งแต่สถานีงานที่ 1 ถึงสถานีงานที่ 17 รอบเวลาที่สร้างมูลค่าเพิ่มและไม่ สร้างมูลค่าเพิ่มได้อีกดังนี้

รอบเวลาการผลิตที่สร้างมูลค่าเพิ่ม (นาที)	71
รอบเวลาการผลิตที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่ม (นาที)	59
รอบเวลาการผลิตรวม (นาที)	130

ภาพที่ 11 รอบเวลาการผลิตรวม (Cycle Time) ของ กระบวนการก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 12 แสดงค่าร้อยละรอบเวลาการผลิตรวมต่อการผลิตชิ้นงานกรณีศึกษา ก่อนปรับปรุง

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์กระบวนการผลิต เมื่อนำข้อมูลรอบเวลาการผลิต จากการรวบรวม ข้อมูลและผังกระบวนการไหล แสดงให้เห็นถึงการ เคลื่อนย้าย และรอบเวลาการผลิตของกระบวนการ ผลิตที่อนำมานั้นรถยนต์

กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	
ปฏิบัติงาน	○	12	-	-
เคลื่อนย้าย	⇒	16	-	-
ตรวจสอบ	□	5	-	-
รอคอย	D	11	-	-
จัดเก็บ	▽	1	-	-
กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	
รวมระยะทาง	493	-	-	
รวมเวลาการผลิต	130	-	-	

ภาพที่ 13 แสดงสรุปจำนวนกิจกรรมที่เกิดขึ้นใน แผนผังกระบวนการไหลของงานก่อนปรับปรุง

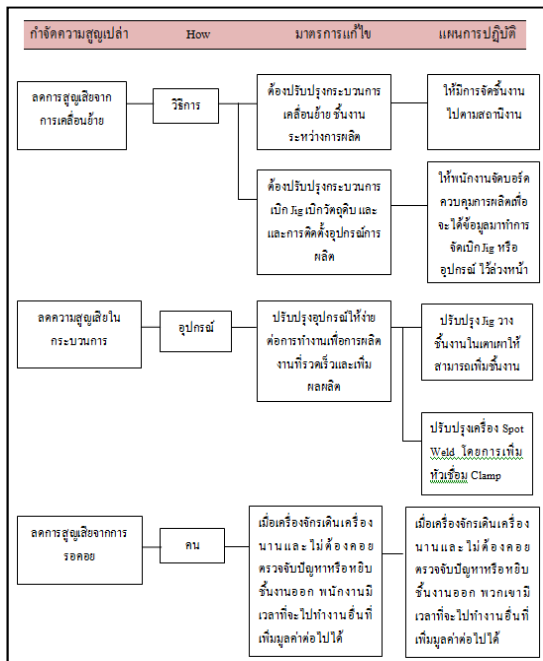


ภาพที่ 14 การวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเสียเปล่าของ รอบเวลาการผลิต

ผลการหาสาเหตุ : จากรูปการวิเคราะห์ แผนภูมิการไหลแสดงในตารางที่ พบว่ากระบวนการ ทำงานมีการเดินทางระหว่างกระบวนการผลิตเป็น ระยะทางทั้งหมดเท่ากับ เมตร ใช้รอบระยะเวลาการ

ผลิตทั้งหมดเท่ากับ 130 นาที เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามลักษณะของงาน เพื่อตรวจสอบรอบเวลาการผลิตของงานที่เกิดขึ้นจริง ก่อนปรับปรุงพบว่า การเบิก Jig และการเบิกชิ้นงานมายังสถานีที่ 1-17 เป็นเวลาสูญเสียเปล่าจากการเดินทาง รวมถึงการรอคอยชิ้นงานออกจากเตาเผาในสถานีงานที่ 9 ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม จึงนำข้อมูลเวลาที่ได้จากแผนภูมิการไหลมาพิจารณาหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อลดความสูญเสียเปล่า

แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการทำงาน ทำโดยใช้หลักการ How How Analysis โดยมีรายละเอียดแนวทางการปรับปรุงดังในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียเปล่าโดยใช้หลักการ How How Analysis

4.5.1 ปรับปรุงแผนผังการผลิตโดยย้ายสถานีงานที่มีการเคลื่อนย้ายชิ้นงานในระยะไกล จัดให้อยู่ในระยะใกล้กับสถานีงานถัดไป โดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต และเครื่องจักรที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้

4.5.2 จัดทำระบบการผลิตแบบเป็นวงวนในสถานีงานที่ 1-3 และจัดทำบอร์ดควบคุมของสถานีงานตัดต่อ จะทำให้พนักงานตรวจสอบงานลบกมใน

สถานีงานที่ 3 สามารถทำการเบิกวัสดุดิบแทนพนักงานตัดต่อในสถานีงานที่ 1 ที่กำลังปรับค่าเครื่องจักรผลิตชิ้นงาน Part No.ถัดไป

4.5.3 เพิ่ม Jig วางชิ้นงานในการเข้าเตาเผาให้มีหลายชั้นมากกว่าแบบเดิม เพราะเตาเผาชิ้นงานในสถานีงานที่ 9 จะมีข้อจำกัดในการเผาครั้งละ 1 ชั่วโมงแล้ว ในการเผาชิ้นงาน Part No.1225A051 และ Part No.1225A052 ยังเผาชิ้นงานได้แค่วันละ 4 รอบ รอบละ 180 ชิ้น ทำให้ความต้องการยังขาดอยู่วันละ 360 ชิ้น

4.5.4 ปรับปรุงเครื่อง Spot Weld สถานีงานที่ 6 มีปัญหาทำให้เกิดคอคอด โดยการเพิ่มหัวเชื่อม Clamp จากปกติมีหัวเชื่อมเดียว ต้องเชื่อม 3 จุด จุดละครั้ง และเกิดเวลาสูญเสีย จึงมีการออกแบบหรือจัดซื้อหัวเชื่อมเพิ่มอีกสองหัว ให้สามารถเชื่อมชิ้นงานทั้ง 3 จุดได้ในครั้งเดียว

4.5.5 จัดฝึกอบรมพนักงานของแต่ละสถานีงานให้เกิดทักษะหลายด้านรวมทั้งการจัดเบิกอุปกรณ์ Jig และการติดตั้ง Jig ที่ต้องเปลี่ยน Part .No ถัดไป เพื่อให้ สถานีงานที่เกิดจุดคอคอด ไม่เสียเวลาในการไปยกและติดตั้ง Jig

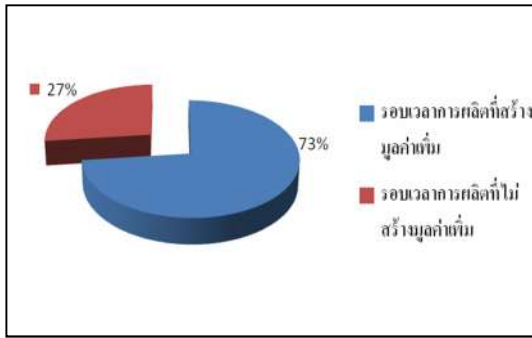
4.6 เก็บรวบรวมและสรุปผลการดำเนินงาน

จากการนำแนวทางการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหาต่างๆไปใช้ คณะผู้จัดทำได้ทำการเปรียบเทียบกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ก่อนและหลังการนำแนวทางการปรับปรุงไปแก้ไข

4.6.1 ปรับปรุงโดยย้ายสถานีงานเพื่อสะดวกในการส่งชิ้นงานระหว่างกัน

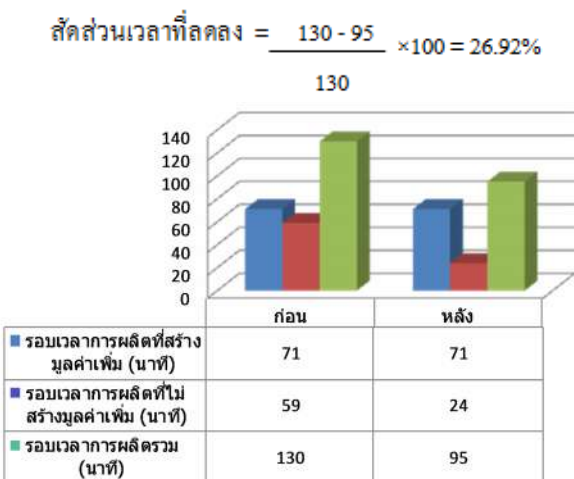
รอบเวลาการผลิตที่สร้างมูลค่าเพิ่ม (นาที)	71
รอบเวลาการผลิตที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่ม (นาที)	24
รอบเวลาการผลิตรวม (นาที)	95

ภาพที่ 16 รอบเวลาการผลิตรวม (Cycle Time) ของกระบวนการการหลังปรับปรุง



ภาพที่ 17 แสดงร้อยละรอบเวลาการผลิตรวมต่อการผลิตชิ้นงานกรณีศึกษาหลังปรับปรุง

เวลาในกระบวนการผลิตที่น้ำมันรถยนต์ที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มลดลงหลังการปรับปรุงเท่ากับ 95 นาที หรือ 1.3 ชั่วโมงต่องาน 180 ชิ้น จากเดิมใช้เวลา 130 นาที 2.1 ชั่วโมง/180 ชิ้น ซึ่งสามารถลดเวลาได้ 35 นาที/180ชิ้น หรือคิดเป็นสัดส่วนที่ลดลง 26.92 เปอร์เซ็นต์ คำนวณได้ดังนี้



ภาพที่ 18 กราฟเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตที่น้ำมันรถยนต์

จากภาพที่ 18 จะเห็นได้ว่ารอบเวลาการผลิตที่น้ำมันรถยนต์จากเดิมใช้เวลาในกระบวนการทั้งหมด 130 นาที (2.1 ชั่วโมง) เหลือ 95 นาที (1.4 ชั่วโมง) ลดลงจากเดิมได้ 35 นาที ทำให้ลดรอบเวลาการผลิตที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มและรอบเวลาการผลิตรวมลดลง

กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	
ปฏิบัติงาน	○	12	12	0
เคลื่อนย้าย	⇒	16	2	14
ตรวจสอบ	□	5	5	0
รอคอย	D	11	10	1
จัดเก็บ	▽	1	0	1
กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง	
รวมกิจกรรม	45	29	16	
รวมระยะทาง(เมตร)	493	3	490	
รวมเวลาการผลิต(นาที)	130	95	35	

ภาพที่ 19 แสดงสรุปผลการดำเนินแนวทางแก้ไข ปัญหาความสูญเปล่า ก่อน / หลังปรับปรุง

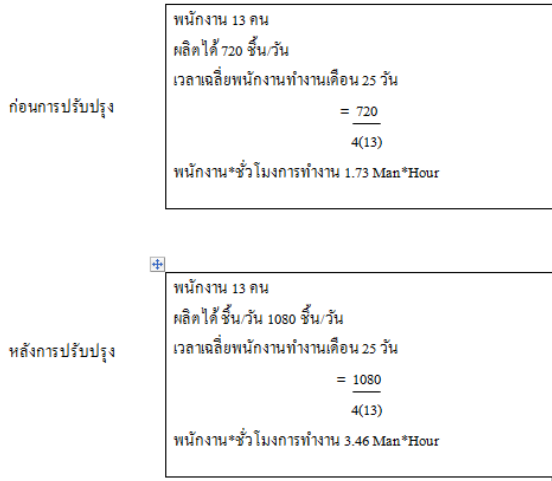
การวิเคราะห์แผนภูมิการไหล สรุปผลหลังจากการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเมื่อเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตที่เกิดขึ้นก่อน / หลัง การดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ผลปรากฏว่าเวลาสูญเปล่าและรอบเวลาการผลิตรวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่น้ำมันรถยนต์ลดลงดังแสดงในภาพที่ 20

การปรับปรุงแก้ไข	เวลาสูญเปล่า		เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
ลดเวลาสูญเปล่าจากการขนย้าย	16	2	87.50%
ลดเวลาสูญเปล่าจากการรอคอย	11	10	9.09%
รอบเวลาการผลิตที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่ม	57	24	57.89%

ภาพที่ 20แสดงสรุปผลการดำเนินแนวทางแก้ไข ปัญหาความสูญเปล่า ก่อน / หลังปรับปรุง

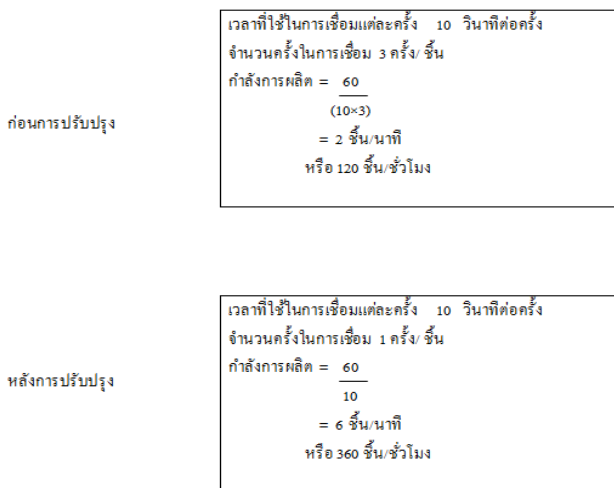
4.6.2 ปรับปรุงอุปกรณ์เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นในสถานงานที่ 9

$$\text{Productivity Up} = \frac{(3.46-1.73)}{3.46} \times 100 = 50\%$$



ภาพที่ 21 ผลผลิตสถานีที่ 9 ก่อน/หลังการปรับปรุง

4.6.3 ปรับปรุงเครื่อง Spot ในสถานีงานที่ 6 ให้สามารถเชื่อมชิ้นงานที่เดียวพร้อมกัน 3 จุด เพื่อลดงานที่ผลิตล่าช้า เกิดจุดคอขวด



ภาพที่ 22 ผลผลิตสถานีที่ 6 ก่อน/หลังการปรับปรุง

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 ความสูญเสียเปล่าจากการเคลื่อนย้าย (Transportation) เกิดจากการเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังสถานีงานถัดไป ซึ่งมีเวลาสูญเสียเปล่าจากระยะทางที่ต้องเดินไปเบิกชิ้นงาน เบิกอุปกรณ์และเบิก Jig เพื่อนำมาที่สถานีงาน ทำให้ลดระยะในการเดินลงได้ 490 เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 99.39 เมื่อเทียบกับระยะทางก่อนการปรับปรุง ทำให้รอบเวลาการผลิต

ลดลง 35 นาที หรือลดลงร้อยละ 26.92 เมื่อเทียบกับรอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง

5.2 ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการรอคอย (Waiting) เกิดจากพนักงานต้องรอคอยชิ้นงานหรือเครื่องจักรเดินเครื่องนานไม่ต้องคอยตรวจจับปัญหาหรือหยิบชิ้นงานออก พนักงานมีเวลาที่จะไปทำงานอื่นที่เพิ่มมูลค่าต่อไปได้ ด้วยการฝึกอบรมให้เกิดทักษะหลายๆด้าน ซึ่งสามารถสรุปเกณฑ์การประเมินออกมาได้ทั้งหมด 4 เกณฑ์ คือ พนักงานต้องเข้าใจในงานที่ปฏิบัติ สามารถปฏิบัติได้ สามารถสอนงานได้ และรักษามาตรฐานงานที่ปฏิบัติได้ ทำให้สามารถลดเวลารอคอยงานได้ร้อยละ 9.09 เมื่อเทียบกับการรอคอยงานก่อนการปรับปรุง

5.3 ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการ (Process Loss) เกิดจากเครื่องจักรหรือขั้นตอนการทำงานทำให้เกิดจุดคอขวด จึงปรับปรุงอุปกรณ์ให้ง่ายต่อการทำงาน เพื่อการผลิตงานที่รวดเร็วและเพิ่มผลผลิตต่อครั้งให้มากขึ้น สามารถวางชิ้นงานได้มากขึ้นลดพื้นที่การใช้เตา สามารถผลิตชิ้นงานได้เพิ่มขึ้นรอบละ 360 ชิ้น/ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 และทำให้เพิ่มขึ้นงานในการเชื่อม Clamp ได้ 360 ชิ้น/ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 66.67

6. เอกสารอ้างอิง

[1] มาโนช ริทินโย. 2551. การศึกษางาน(Work Study). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา[สืบค้นวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2558].

[2] Don Tapping, Tom Luyster, Tom Shuker. 2550. มุ่งสู่สิน ด้วยการจัดการสายธารคุณค่า (Value Stream Management). แปลโดย วิทยา สุหฤท ดำรง, ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา. กรุงเทพฯ : อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์.

- [3] วันรัตน์ จันทกิจ. 2546. 17 เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์.[สืบค้นวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2558].
- [4] พิเชฐ พุ่มเกษร และกัศจรัส บุญประสิทธิ์. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2552.

การพัฒนาโมดูลระบบคลังข้อสอบสำหรับจoomla The Development of a exam system Module for Joomla

คมสันต์ พิทยาภรณ์ *

วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี
เลขที่ 46 ถนนจรัญสนิทวงศ์ 10 ท่าพระ บางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

* komsanp@siamtechno.ac.th, 0813903655

บทคัดย่อ

จoomla (Joomla) เป็นระบบบริหารจัดการเนื้อหา (Content Management System) ที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลก การพัฒนาโมดูลใหม่ๆ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำจoomlaไปใช้กับงานด้านต่างๆ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมดูลคลังข้อสอบสำหรับจoomlaขึ้นมาใหม่ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 5 ตัวเลือก และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของโมดูล โดยการสำรวจความคิดเห็นผู้สอนในระดับอุดมศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาโมดูล ให้มีหน้าจอและส่วนต่อประสานผู้ใช้ (User Interface) ที่ง่ายและสะดวกกับนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชา ซึ่งผู้สอนสามารถกำหนดกลุ่มเนื้อหา กำหนดรายวิชา กำหนดชุดข้อสอบ โดยระบบจะทำการสลับโจทย์คำถามและตัวเลือก รายงานผลการสอบและประวัติการสอบ เพื่อช่วยให้การสอบสามารถทราบผลได้ทันทีและประหยัดต้นทุนทั้งทางตรงและทางอ้อม การทดสอบระบบ โดยการติดตั้งและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของโมดูล โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ใน 5 ด้าน คือ 1) ความตรงตามความต้องการ (Functional Requirement) 2) ความสามารถทำงานได้ตรงตามหน้าที่ (Functional) 3) ความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) 4) ความรวดเร็วในการทำงาน (Performance) 5) ความปลอดภัยของข้อมูล (Security) ผลจากการทดสอบปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมของประสิทธิภาพการทำงานอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.48$,SD=0.50) โดยผลการทดสอบด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}=4.8$,SD=0.44) ส่วนความปลอดภัยของข้อมูลได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\bar{X}=4.20$,SD=0.44)

คำหลัก: จoomla, โมดูล, คลังข้อสอบ

Abstract

Joomla is a content management system that is presently popular around the world. Consequently, the development of new modules will be useful for the implementation of Joomla to be used for exam system. This research aims to The Development of a exam system 5 multiple-choice test, which is optional Module for Joomla and test the performance of the module with the module implementation by exploring the requirements on the composition and functions of the modules of teaching in educational institutions that use Joomla. The data are used as a guideline in analysis, design, development and testing of the modules to meet the users needs. This module has a display and user interface which is intuitive and easy to use. When using this module, the Convenient to the students and instructor of the course. The instructor can set the course content defined set of tests. The system will switch our questions and options. The result of the exam and history. To make sure you know the results are immediate and cost savings both directly and indirectly. The module was tested by installing

module and test the performance of the module by instructors in five following fields: 1) Functional Requirement Test, 2) Functional Test, 3) Usability Test, 4) Performance Test, and 5) Security Test. The results showed that the average overall performance of the module was good ($\bar{X} = 4.48$, $SD = 0.50$). The functional requirement is the highest average score ($\bar{X} = 4.8$, $SD = 0.44$) and the security is the lowest average scores ($\bar{X} = 4.20$, $SD = 0.44$).

Keywords: Joomla Module, exam system

1. บทนำ

ระบบบริหารจัดการเนื้อหา Content Management System (CMS) เป็นระบบที่นำมาช่วยในการสร้างและบริหารเว็บไซต์สำเร็จรูป โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถในการเขียนโปรแกรมและได้รับความนิยมแพร่หลาย เพราะมีความสามารถทั้งด้านการบริหารจัดการผู้ใช้ในระบบ สามารถการสร้างเนื้อหาบนหน้าเว็บ มีการติดตามพฤติกรรมของผู้เยี่ยมชม

จoomla (Joomla) เป็นระบบ CMS ที่อนุญาตให้ใช้งานได้ฟรี (Open Source) และมีระบบที่ยืดหยุ่นใช้งานได้ง่าย[4] และยังมีผู้พัฒนาอีกมาก สร้างส่วนเสริม (Plug-in) อีกมากมายเพื่อให้สามารถรองรับงานตามความต้องการ แต่อย่างไรก็ตามหากต้องการปรับเปลี่ยน Joomla ให้สามารถรองรับการทำคลังข้อสอบตามที่กำหนดได้นั้นเป็นไปได้ยาก

ดังนั้น การศึกษาแนวทางและขั้นตอนการพัฒนาโมดูลคลังข้อสอบและการดำเนินการสอบขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการสอบทำได้อบยครั้ง บนต้นทุนทางตรงและทางอ้อมที่ต่ำที่สุด ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่ออาจารย์ที่ต้องการสร้างข้อสอบและนักศึกษาที่ต้องการทราบผลทันทีที่ทำข้อสอบเสร็จ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์เสริมการทำงานของ Joomla ให้เป็น CMS ที่มีความสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีของ Joomla ทดลองติดตั้งปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผล และใช้งานโมดูลต่างๆ

2.2 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของโมดูล ขั้นตอนการพัฒนาโมดูล และทดลองสร้างโมดูลต้นแบบให้สามารถทำงานร่วมกับ Joomla ได้

3. วิธีดำเนินงาน

3.1 ศึกษาเอกสาร คู่มือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Joomla และความรู้ในการติดตั้ง การบริหารจัดการผู้ใช้ในบทบาทต่าง ๆ โดยใช้แหล่งเรียนรู้จากเว็บไซต์หลักของ Joomla ได้แก่ www.joomla.org[3] และ www.joomlacomer.com[5] พบว่ามีโมดูลสำหรับทำข้อสอบในประเภทต่างๆ คือ <http://www.joomplace.com>[1] ซึ่งเป็นโมดูลในลักษณะเชิงการค้า ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของ JoomlaPlace

3.2 ติดตั้ง Joomla version 3.4.1 เพื่อทดลองใช้งานและศึกษาโครงสร้างภายใน ซึ่งพบว่าไฟล์ configuration.php ใช้ในการกำหนด Class ชื่อว่า JConfig ซึ่งเป็น Class ที่กำหนดตัวแปรบนสภาพแวดล้อมของ Joomla ซึ่งขณะพัฒนาโมดูลคลังข้อสอบ สามารถนำตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ได้หรือหากต้องการสร้างตัวแปรระบบใหม่ ก็สามารถกำหนดไว้ได้ในไฟล์นี้ ดังรูปที่ 4

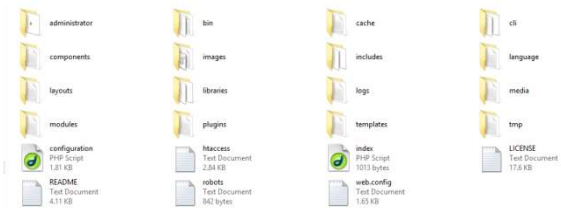
3.3 ศึกษาโครงสร้างของ Folder ของ Joomla หลังกระบวนการติดตั้งเสร็จสิ้น แสดงได้ดังรูป 3

3.4 ศึกษาโครงสร้างฐานข้อมูลของ Joomla ด้วย phpMyAdmin ประกอบด้วยตารางทั้งหมด 67

ตาราง เป็นตารางที่ Joomla ใช้ในการบริหารจัดการ เนื้อหา รวมถึงการจัดการระดับสิทธิ์ในการใช้งาน ส่วนต่างๆ ซึ่งยังไม่มีส่วนงานคลังข้อสอบจึงนำทฤษฎี วงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) คือกระบวนการทางความคิด (Logical Process) พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาทาง ธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้[2] มาใช้ ในการพัฒนาโมดูลคลังข้อสอบ



รูปที่ 2 การติดตั้งโปรแกรม Joomla



รูปที่ 3 โครงสร้าง Folder หลังติดตั้ง Joomla

3.5 สามารถนำมาวิเคราะห์เป็นแผนภาพ ความสัมพันธ์ ระหว่างเอนทิตีที่ได้ดังภาพที่ 5 การ ออกแบบตารางดังรูป ทำให้โมดูลที่สร้างขึ้นสามารถ ทำการสุ่มคำถาม ตามวัตถุประสงค์ และสลับตัวเลือก สร้างเป็นชุดข้อสอบแล้วบันทึกไว้ในระบบ เพื่อค้นคืน ประวัติการทำข้อสอบของนักศึกษาแต่ละคนได้ ว่าได้ ข้อสอบชุดใด และสามารถนำมาสร้างเป็นรายงานผล การสอบของนักศึกษาในแต่ละครั้ง ทันทีที่เสร็จสิ้นการ สอบ

3.6 นำแผนภาพที่ได้มาสร้างเป็นตารางเพิ่มใน ฐานข้อมูลของ Joomla อีก 7 ตาราง ซึ่งรวมกับ ตารางเดิมแล้วเป็น 74 ตาราง

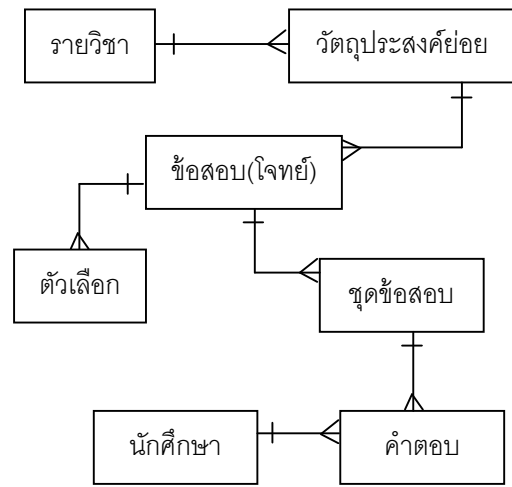
3.7 ทำการติดตั้ง Plugin Jumi เพื่อให้ผู้วิจัย สามารถสร้างโมดูลภายในให้ตรงความต้องการ[3]

```

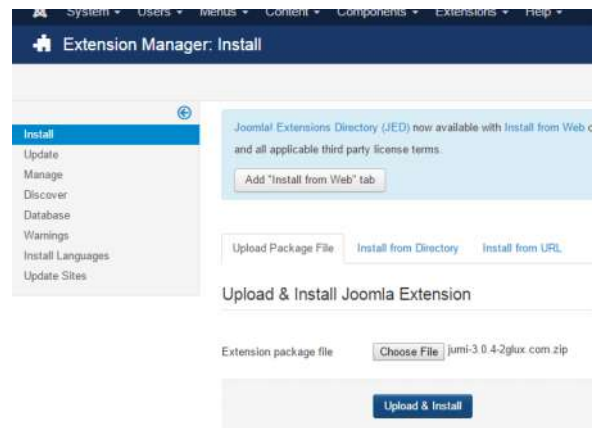
1 <?php
2 class JConfig {
3     public $offline = '0';
4     public $offline_message = 'This site is
5     public $display_offline_message = '1';
6     public $offline_image = '';
7     public $sitename = 'Calibration';
8     public $editor = 'tinymce';
9     public $captcha = '0';
10    public $list_limit = '20';
11    public $access = '1';
12    public $debug = '0';
13    public $debug_lang = '0';

```

รูปที่ 4 Class JConfig เก็บตัวแปรระบบ อยู่ใน ไฟล์ configuration.php

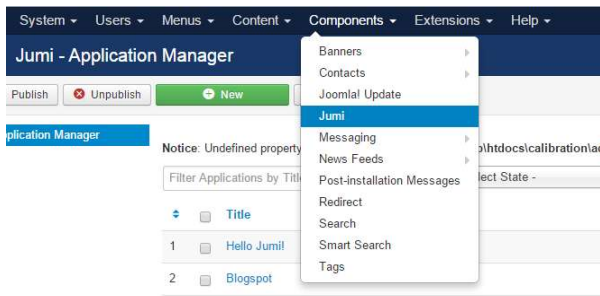


รูปที่ 5 Entity Relationship Diagram



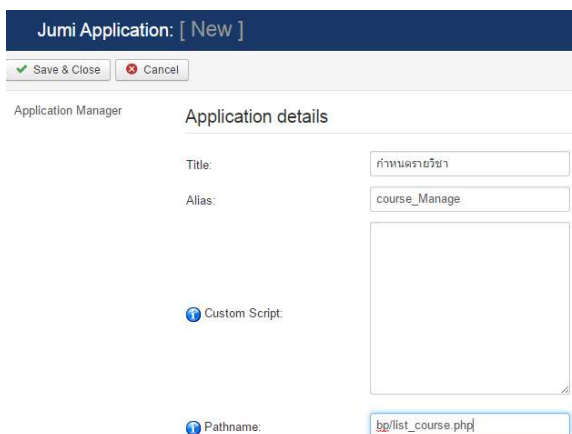
รูปที่ 6 ติดตั้ง Plugin Jumi 3.0.4-2

เมื่อติดตั้งเสร็จ จะมีชุด Module ของ Jumi ปรากฏ ให้เลือกในขั้นตอนการสร้าง Module ดังรูปที่ 7 ถึง ตอนนี้ ผู้ที่สามารถเขียนโปรแกรม PHP สามารถเพิ่ม การทำงานแบบเฉพาะด้านลงไปได้โดยการสร้างเป็น โมดูล และนำมาลงทะเบียนไว้เป็น Jumi โมดูล แล้ว เรียกใช้ผ่าน Joomla ได้ทันที



รูปที่ 7 ลงทะเบียน Module ของ Jumi

3.8 สร้างโมดูลใหม่โดยการคลิกที่ New Jumi Application แล้วกำหนด Title เป็นกำหนดรายวิชา Alias เป็นชื่อที่ใช้อ้างอิงสำหรับ Joomla และ Pathname ให้ระบุเป็น bp/list_course.php แล้วคลิกที่ปุ่ม Save & Close เพื่อเป็นการลงทะเบียนโมดูล Jumi ไว้ใน Jumi Application ซึ่งขั้นตอนนี้สร้างเพื่อนำโมดูลที่พัฒนาขึ้น ไปเชื่อมโยงกับเมนูของ Joomla

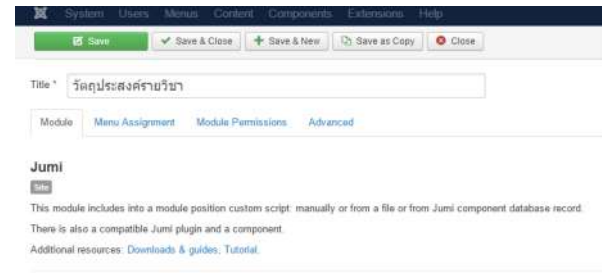


รูปที่ 8 ลงทะเบียน Module ของ Jumi



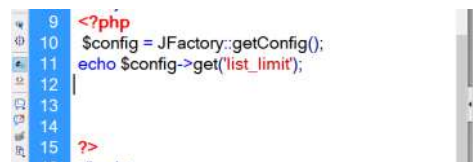
รูปที่ 9 เมื่อลงทะเบียนเสร็จสิ้นจะใช้หมายเลข ID ของ Module ในการอ้างอิง

แต่หากต้องการแสดงในหน้าหลักทุกหน้าและยังคงให้อยู่อย่างนั้นเช่นเดียวกับโมดูลของ Joomla ก็ สามารถทำได้ โดยการสร้างเป็นโมดูลของ Joomla และกำหนด Position ที่ต้องการไว้ดังภาพที่ 10 โดยได้กำหนด Title เป็น วัตถุประสงค์รายวิชา และ กำหนด path เป็น bp/objective_list.php



รูปที่ 10 การสร้างโมดูลที่มีชนิดเป็น Jumi

3.9 ในด้านโครงสร้าง Folder ของ Joomla นั้น ทำการสร้าง Folder ขึ้นมาใหม่ เพื่อไม่ให้ส่วนงานที่พัฒนาขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้นั้นปนกับงานของ Joomla โดยกำหนดชื่อ Folder เป็น bp (business process) และนำคลังข้อสอบไว้ภายใน Folder นี้ แล้วสร้างไฟล์ list_course.php ซึ่งไฟล์นี้จะทำหน้าที่แสดงรายวิชาทั้งหมดที่เปิดให้มีการสอบ และไฟล์ list_objective.php ซึ่งจะแสดงวัตถุประสงค์ของรายวิชา ในการนี้จะมีส่วนเชื่อมโยงกับตัวแปรระบบของ Joomla โดยสามารถดึงผู้ใช้ในระบบปัจจุบันได้ด้วยเมธอด JFactory::getuser() หากยังไม่มี การเข้าสู่ระบบ จะคืนค่า JUser กลับออกมา ส่วนค่าอื่นๆ ที่ได้รับไว้ใน configuration.php นั้น เข้าถึงได้ด้วยการ instance object ขึ้นมาจาก class JFactory ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การ instance object JFactory เพื่อดึงค่าตัวแปรจากระบบของ Joomla มาใช้

4. ผลการวิจัย

เพื่อหาคุณภาพของโมดูลคลังข้อสอบว่าสามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ จึงได้จัดทำแบบประเมินออกเป็น 5 ด้านคือ 1) ความตรงตามความต้องการ (Functional Requirement) 2) ความสามารถทำงานได้ตรงตามหน้าที่ (Functional) 3) ความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) 4) ความรวดเร็วในการทำงาน (Performance) 5) ความปลอดภัยของข้อมูล (Security) ผู้ประเมินคือผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 5 ท่าน

ผลการประเมินคุณภาพของโมดูลคลังข้อสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญในทุกด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

5. สรุปผลการวิจัย

Joomla เป็น CMS ประสิทธิภาพสูงและยืดหยุ่น เมื่อนำมาพัฒนาโมดูลคลังข้อสอบและดำเนินการสอบ พบว่ากลุ่มผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 สามารถลดต้นทุนการจัดสอบ ทั้งทางตรงและทางอ้อม นักศึกษาพึงพอใจที่ได้ทราบผลการสอบในครั้งนั้นทันที และนำโมดูลที่พัฒนา มาเป็นแนวทางในการสร้างโมดูลที่เป็นลักษณะเฉพาะ ด้าน สามารถจัดฟอรม สร้างฟังก์ชันมาตรฐาน (Library) และดึงตัวแปรมาตรฐานที่ Joomla จัดเตรียมไว้มาใช้ร่วมกับโมดูลที่พัฒนาขึ้นใหม่ได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ในด้านความประหยัดทรัพยากรในการโหลดจากระบบเครือข่าย ควรนำเทคโนโลยี JQuery CSS และ html5 มาประยุกต์ร่วม

6.2 ในด้านประสิทธิภาพของการสอบ Joomla ยังขาดโมดูล หาค่าอำนาจจำแนก หาค่าความยากง่าย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Professional Joomla Extensions, Modules & Components, URL:

<http://www.joomplace.com>, access on 15/04/2015.

[2] กิตติ ภัคดีวิวัฒน์กุล. (2551). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design). กรุงเทพฯ, เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์. ISBN: 978-974-06-6220-4

[3] การปรับแต่ง Joomla ตามความต้องการ, URL: <http://2glux.com/projects/jumi> , access on 15/04/2015.

[4] จรัส จรัสรุ่งเรืองชัย (2553). สร้างเพิ่มเพลต Joomla! & Mambo ง่าย ๆ ด้วยตัวเอง, กรุงเทพฯ:ซี เอ็ด

[5] แหล่งแลกเปลี่ยนความรู้ด้าน Joomla สำหรับคนไทย, URL: <http://www.joomlacorner> , access on 15/04/2015.

การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
กรณีศึกษาบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

The location factor analysis of customer service center by analytic hierarchy
process case study of KL Logistics Company Lao People's Democratic Republic

ธิติพันธ์ พรายมณี¹, และ วิญญู ปรอยกระโทก^{1,*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่ง คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ 122/41 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงดินแดง เขตดินแดง
กรุงเทพฯ 10400

*ake_interlogistics@hotmail.com, 02-692-2360-4 ต่อ 591

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้จัดทำวิจัยวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าของบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process :AHP) เพื่อการขยายโอกาสทางธุรกิจรับส่งพัสดุภัณฑ์ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จากการเลือกทำเลที่ตั้ง 5 แห่ง ประกอบไปด้วย ตลาดเช้า ตลาดการค้าจีน มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ตลาดสีโค และ บริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขง โดยทำการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process :AHP) พบว่าทำเลที่มีค่าน้ำหนักจากการรวบรวมข้อมูลคะแนนน้ำหนักรวมด้วยแบบสอบถามจากผู้บริหาร และผู้เกี่ยวข้อง มีทำเลที่มีค่าน้ำหนักเป็นอันดับแรกคือ ตลาดเช้า และผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้จากการลงทุน (Feasibility Study) ได้ตั้งนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับ 8,904,465.29 บาท อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (Internal Rate of Return: IRR) เท่ากับ 260 % ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ที่ 4 เดือน 18 วัน และ ดัชนีกำไร (Profitability Index : PI) เท่ากับ 8.73 เท่า

คำหลัก: บริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง, ระยะเวลาคืนทุน, ดัชนีกำไร

Abstract

The researcher has conducted research is the location factor analysis of customer service center by analytic hierarchy process: AHP case study of KL logistics company by analytic hierarchy process: AHP for the expansion of business package delivery in the Lao People's Democratic Republic from the choice of location, 5 comprising the morning market, the China trade National University of Lao Cai and agriculture along the Mekong River. By the analysis of analytic hierarchy process: AHP the location is worth its weight from the weight of a

questionnaire to gather information from the executive and related discover the weight is the morning market and researchers studied the possibility of investing as follows: Net Present Value of 8,904,465.29 baht Internal Rate of Return of 260 % Payback Period at 4 months, 18 days, and Profitability Index equal to 8.73 times.

Keywords: KL Logistics Company, Analytic Hierarchy Process: AHP, Net Present Value: NPV, Internal Rate of Return: IRR, Payback Period: PB, Profitability Index : PI

1. บทนำ

บริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด เป็นผู้ให้บริการด้านการขนส่งพัสดุภัณฑ์ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยบริษัทฯ เน้นการให้บริการกลุ่มลูกค้ารัฐวิสาหกิจเป็นหลัก ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่าประชาชนทั่วไป ถือว่าเป็นลูกค้าที่มีความสำคัญกับธุรกิจ ซึ่งโดยทั่วไปการขนส่งพัสดุภัณฑ์ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวนั้น จะมีจุดศูนย์รวมที่สถานีขนส่งสายเหนือและสายใต้ และใช้จุดศูนย์รวมดังกล่าวกระจายการขนส่งไปยังแขวงต่างๆทั่วสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งมีราคาค่าขนส่งต่อชิ้นค่อนข้างสูง และระยะเวลาการขนส่งถึงปลายทางไม่เป็นที่แน่นอน จากข้อมูลข้างต้นที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์บริการลูกค้าแห่งใหม่โดยการนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) มาช่วยในการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งและผู้วิจัยศึกษาความเป็นไปได้จากการลงทุน (Feasibility Study) ในทำเลที่เลือกจากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (Internal Rate of Return: IRR) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) และ ดัชนีกำไร (Profitability Index : PI) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนตั้งศูนย์บริการลูกค้าแห่งในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อให้ทราบถึงทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์บริการลูกค้า
- 2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าที่ตัดสินใจเลือก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ กรณีศึกษาบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว มีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

- 1) วิธีการวิจัย
- 2) การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
- 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) การวัดผลการวิจัย

3.1 วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถาม ผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้อง 5 คน ดังนี้ ประธานกรรมการ 1 คน ผู้จัดการแผนกขนส่ง 1 คน และพนักงานขับรถ 3 คน เพื่อสอบถามในการหาปัจจัยทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนน้ำหนัก เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ประมวลผลโดยทำการออกแบบโครงกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จากนั้นออกแบบพื้นที่ศูนย์บริการและรูปแบบการบริหารจัดการและหาจุดคืนทุนและอัตราผลตอบแทน

ของโครงการได้กำหนดแผนการวิจัยโดยมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาหาทางเลือกและปัจจัยต่างๆ ทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ
- 2) ออกแบบโครงสร้างลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจเลือกทำเลทางเลือก
- 3) วิเคราะห์ข้อมูลทางเลือก
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนน้ำหนักด้วยแบบสอบถามจากผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องจำนวน 5 คน
- 5) ออกแบบพื้นที่ศูนย์บริการและรูปแบบการบริหารจัดการ
- 6) วิเคราะห์จุดคืนทุนและอัตราผลตอบแทนของโครงการ

3.2 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) รวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการลงพื้นที่จัดเก็บข้อมูล และออกแบบสอบถามเพื่อสอบถามผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของบริษัทฯ
- 2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากการศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา สิ่งพิมพ์ บทความทางวิชาการ สถิติ ข้อมูลในรายงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมทั้งข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ต เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี

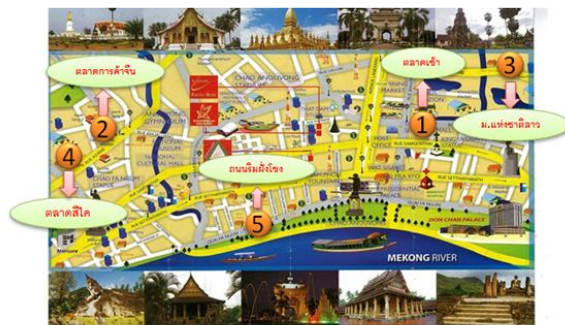
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถาม ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้า

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยศึกษาได้ทำการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าบริเวณนครหลวงเวียงจันทน์ โดยมี 5 ทำเล ดังนี้

- 1) ตลาดเช้า
- 2) ตลาดการค้าจีน
- 3) มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
- 4) ตลาดสี่โค
- 5) บริเวณริมฝั่งแม่น้ำโขง



รูปที่ 1 ทำเลทางเลือกที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้า

และวิเคราะห์ปัจจัยทำเลทางเลือกที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าที่เหมาะสม โดยมีปัจจัย ดังนี้

- 1) ราคาที่ดิน
 - ต้นทุนเกี่ยวกับค่าที่ดิน (ค่าเช่าอาคาร)
- 2) การขนส่ง
 - เส้นทางคมนาคม
 - ระยะทางระหว่างทำเลทางเลือกกับสำนักงานใหญ่
- 3) ต้นทุน
 - การตกแต่งสำนักงาน
- 4) ความต้องการของลูกค้า
 - ความคับคั่งของลูกค้าในแต่ละจุด
- 5) ความพร้อมของทำเลที่ตั้ง
 - บริการสาธารณูปโภคของรัฐ
- 6) โอกาสในอนาคต

3.5 การวัดผลการวิจัย

ตารางที่ 1 การวัดผลการวิจัย

หัวข้อ	ขั้นตอน	ผลวิจัย
1.	อ อ ก แ บ บ	ทราบถึงการวิเคราะห์ลำดับ

	โครงสร้างลำดับ ชั้นในการตัดสินใจ เลือกทำเลทาง เลือก	ชั้นกับทำเลทางเลือก
2.	ศึกษาหาทางเลือก และปัจจัยต่างๆ ทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพ	ทราบข้อมูลของปัจจัยต่างๆ เพื่อนำไปทำแบบสอบถาม
3.	วิเคราะห์ข้อมูล ทางเลือก	ทราบถึงข้อมูลทั่วไปของ ทำเลทางเลือก

4. ผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยวิเคราะห์การเลือกทำเล
ที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้าของบริษัท เคแอล โลจิสติกส์
จำกัด ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
(Analytic Hierarchy Process :AHP)

4.1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิง วิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP)

โดยการให้คะแนนทำเลทางเลือกโดยการแบ่ง
หัวข้อตามปัจจัยที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น โดย ทั้ง 5
แบบฟอร์มมีปัจจัยและทำเลทางเลือกที่เหมือนกัน
ดังนี้ ปัจจัย ราคาเช่า การขนส่ง ต้นทุน ตลาด
ความพร้อมของทำเลที่ตั้ง และ ปัจจัยโอกาสใน
อนาคต

ตารางที่ 2 ข้อมูลคะแนนน้ำหนักจากแบบสอบถาม
โดยผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้อง รวมทั้ง 5 ท่าน

ปัจจัย	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	sum
ราคาเช่า	0.146	0.11	0.101	0.147	0.35	0.171
การขนส่ง	0.197	0.072	0.046	0.118	0.271	0.141
ต้นทุน	0.244	0.258	0.089	0.136	0.108	0.167
ความ ต้องการของ ลูกค้า	0.181	0.317	0.183	0.116	0.056	0.171
ความพร้อม ของทำเล	0.206	0.15	0.233	0.131	0.08	0.16
โอกาสใน อนาคต	0.187	0.108	0.167	0.25	0.078	0.158

ตารางที่ 3 สรุปคะแนนปัจจัยจากการรวบรวมคะแนน
โดยปัจจัยที่ได้คะแนนน้ำหนักอันดับแรก คือ ปัจจัย
ความต้องการของลูกค้า

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์ (%)
ราคาเช่า	0.170	17 %
การขนส่ง	0.141	14 %
ต้นทุน	0.167	17 %
ความต้องการของลูกค้า	0.174	17 %
ความพร้อมของทำเล	0.160	16 %
โอกาสในอนาคต	0.158	16 %

ตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยราคาเช่า

ทำเล	1	2	3	4	5	sum
ตลาดเช่า	0.215	0.0386	0.0386	0.0386	0.04	0.0742
ตลาดการค้า จีน	0.043	0.235	0.235	0.235	0.119	0.173
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.270	0.215	0.215	0.212	0.2166	0.226
ตลาดแยกสี โค	0.280	0.28	0.28	0.3	0.25	0.278
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.190	0.169	0.169	0.169	0.22	0.183

ตารางที่ 5 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยการขนส่ง

ทำเล	1	2	3	4	5	sum
ตลาดเช่า	0.340	0.267	0.200	0.32	0.34	0.293
ตลาดการค้า จีน	0.083	0.102	0.043	0.0432	0.0782	0.070
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.194	0.134	0.150	0.1316	0.115	0.145
ตลาดแยกสี โค	0.15	0.137	0.200	0.195	0.115	0.159
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.095	0.133	0.107	0.1516	0.115	0.120

ตารางที่ 6 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยต้นทุน

ทำเล	1	2	3	4	5	sum
ตลาดเช้า	0.210	0.039	0.0386	0.205	0.06	0.111
ตลาดการค้า จีน	0.225	0.235	0.235	0.0972	0.0832	0.175
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.121	0.215	0.215	0.225	0.17	0.189
ตลาดแยกสี โค	0.172	0.26	0.26	0.0532	0.18	0.185
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.154	0.169	0.169	0.207	0.14	0.168

ตารางที่ 7 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยความต้องการของลูกค้า

ทำเล	1	2	3	4	5	sum
ตลาดเช้า	0.360	0.220	0.22	0.3	0.26	0.272
ตลาดการค้า จีน	0.111	0.132	0.0466	0.1366	0.1466	0.115
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.047	0.167	0.17	0.1166	0.1166	0.123
ตลาดแยกสี โค	0.175	0.103	0.22	0.1316	0.0866	0.143
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.172	0.090	0.0782	0.0816	0.0566	0.096

ตารางที่ 8 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยความพร้อมของทำเล

ปัจจัย	ราคา ค่าเช่า	การ ขนส่ง	ต้นทุน	ความ ต้องการ ลูกค้า	ความ พร้อม ของทำเล	โอกาส ในอนาคต	SUM
ตลาดเช้า	0.208	0.074	0.111	0.241	0.272	0.293	0.033
ตลาดการค้า จีน	0.112	0.173	0.175	0.106	0.115	0.070	0.020
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.173	0.226	0.189	0.142	0.123	0.145	0.027
ตลาดแยกสี โค	0.186	0.278	0.185	0.179	0.143	0.159	0.030
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.114	0.183	0.168	0.136	0.096	0.120	0.022

ตารางที่ 9 แสดงค่าน้ำหนักของทำเลทางเลือกภายใต้
ปัจจัยโอกาสในอนาคต

ปัจจัย	ราคา ค่าเช่า	การ ขนส่ง	ต้นทุน	ความ ต้องการ ลูกค้า	ความ พร้อม ของทำเล	โอกาส ใน อนาคต
ตลาดเช้า	0.208	0.074	0.111	0.241	0.272	0.293
ตลาดการค้า จีน	0.112	0.173	0.175	0.106	0.115	0.070
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.173	0.226	0.189	0.142	0.123	0.145
ตลาดแยกสี โค	0.186	0.278	0.185	0.179	0.143	0.159
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.114	0.183	0.168	0.136	0.096	0.120

เมื่อได้คะแนนจากผู้ตอบแบบสอบถามแล้ว
ผู้วิจัยจะนำคะแนนไปคูณกับค่าน้ำหนักของปัจจัยที่
ได้ผลสรุปมาจากข้างต้น (ตารางที่ 3) แล้วนำมาสรุป
ผลการวิจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม ได้ดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงค่าน้ำหนักของทุกปัจจัย

ปัจจัย	ราคา ค่าเช่า	การ ขนส่ง	ต้นทุน	ความ ต้องการ ลูกค้า	ความ พร้อม ของทำเล	โอกาส ในอนาคต
ตลาดเช้า	0.208	0.074	0.111	0.241	0.272	0.293
ตลาด การค้าจีน	0.112	0.173	0.175	0.106	0.115	0.070
มหาวิทยา ลัยแห่งชาติ ลาว	0.173	0.226	0.189	0.142	0.123	0.145
ตลาดแยกสี โค	0.186	0.278	0.185	0.179	0.143	0.159
บริเวณริม ฝั่งโขง	0.114	0.183	0.168	0.136	0.096	0.120

ตารางที่ 11 สรุปผลการเลือกทำเลทางเลือกที่

ทำเล	1	2	3	4	5	sum
ตลาดเช้า	0.184	0.28	0.200	0.3	0.34	0.241
ตลาดการค้า จีน	0.17	0.132	0.0466	0.076	0.185	0.106
มหาวิทยาลัย แห่งชาติลาว	0.101	0.135	0.17	0.16	0.1506	0.142
ตลาดแยกสี โค	0.25	0.147	0.2	0.117	0.0972	0.179
บริเวณริมฝั่ง โขง	0.304	0.116	0.0832	0.039	0.0532	0.136

เหมาะสมที่สุด คือ ตลาดเช้าเป็นทำเลทางเลือกที่มีค่าคะแนนน้ำหนักรมากที่สุด

4.2 ผลวิเคราะห์ด้านการเงิน

จากผลการเลือกทำเลทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด คือ ตลาดเช้าเป็นทำเลทางเลือกที่มีค่าคะแนนน้ำหนักรมากที่สุด โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process :AHP) แล้วนั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้านการเงินในทำเลทางเลือก คือ ตลาดเช้า ดังนี้

ตารางที่ 12 ค่าใช้จ่ายการตกแต่งภายในศูนย์บริการ

หมายเหตุ : ราคาอุปกรณ์สำนักงานและราคาก่อสร้าง ประเมินโดยวิศวกร ของ บริษัท KSCI CONSTRUCTION

รายการ	ราคา(บาท)
ราคาเช่า	40,000 บาท
ราคาซื้อ	3,580,000 บาท
อุปกรณ์สำนักงาน	250,000 บาท
ราคาก่อสร้าง	300,000 บาท
รวม	ราคาเช่า 590,000 บาท ราคาซื้อ 4,130,000 บาท

ตารางที่ 13 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

รายการ	ต่อเดือน	ต่อปี
ค่าแรงงาน 5 คน	24,000บาท	288,000บาท
ค่าน้ำ,ค่าไฟ	5,000บาท	60,000บาท
ค่าโทรศัพท์,อินเทอร์เน็ต	2,000บาท	48,000บาท
ค่าใช้จ่ายในสำนักงาน	10,000บาท	120,000บาท
ค่าโฆษณา	3,000บาท	36,000บาท
ค่าใช้จ่ายกิจกรรมทางการตลาด	-	10,000บาท
รวม		562,000.00 บาท

ตารางที่ 14 ตารางเปรียบเทียบ เกณฑ์การตัดสินใจด้านการลงทุน

การ ลงทุน	PB	NPV	PI	IRR	สรุปผล วิเคราะห์ การ ลงทุน
กรณีที่ 1 : เช่า	4 เดือน 18 วัน	8,904,465.29 บาท	8.73	260 %	ยอมรับ การ ลงทุน
กรณีที่ 2 ซื้อขาด	1ปี 4 เดือน 21 วัน	5,926,465.29 บาท	2.44	67 %	ยอมรับ การ ลงทุน

5.สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยวิเคราะห์ การเลือกทำเลที่ตั้ง ศูนย์บริการลูกค้าของบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process :AHP) ซึ่ง จากผลการเลือกทำเลทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด คือ ตลาดเช้าเป็นทำเลทางเลือกที่มีค่าคะแนนน้ำหนักรมากที่สุด และหลังจากการเปรียบเทียบ เกณฑ์การตัดสินใจด้านการลงทุน ซึ่งทั้ง 2 กรณีนั้น ได้ผลการคำนวณค่า NPV มากกว่า 0 ทั้ง 2 กรณี สอดคล้องกับ อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (IRR) ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าอัตราขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือ 15% ทั้ง 2 กรณี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้ง 2 กรณีมีความเหมาะสมที่จะลงทุน โดยกรณีที่ได้ผลคำนวณดีที่สุดคือ กรณีที่ 1 การเช่าอาคาร โดยมีค่า NPV = 8,904,465.29 บาท ดัชนีการทำการกำไร PI = 8.73 และ ค่า IRR = 260 % และมีระยะคืนทุนที่ 4 เดือน 18 วัน และ กรณีที่ 2 ซื้อขาดอาคาร โดยมีค่า NPV = 5,926,465.29 บาท ดัชนีการทำการกำไร PI = 2.44 และ ค่า IRR = 67 % มีระยะคืนทุนที่ 1 ปี 4 เดือน 21 วัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยได้เข้ารับการศึกษาวิจัยโดยผ่านการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว บริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม 2557 ถึงวันที่ 26 ธันวาคม 2557 ส่งผลทำให้ผู้วิจัย ได้รับรู้ถึงประสบการณ์ทั้งใน ด้านการทำงาน ด้านแนวคิด ทักษะต่างๆ และ ด้านการดำรงชีวิตในต่างแดน ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่าเป็นอย่างยิ่ง สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ จะสำเร็จมิได้เลยหากไม่ได้รับการอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายท่าน ดังนี้

อาจารย์ วิญญู ปรอยกระโทก ผู้ให้คำปรึกษาและให้แนวทางการทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

คุณไกรสร นอนคำสิง (ประธานบริษัท เคแอล โลจิสติกส์ จำกัด) คุณอนุสอน ขุนธะวง (ผู้จัดการฝ่าย การขนส่งสินค้า)รวมไปถึงบุคลากรท่านอื่นๆ ที่มีได้กล่าวชื่อไว้ในที่นี้

7. เอกสารอ้างอิง

เกษมศักดิ์ มิตรเกษม. (2536). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐาปนา ฉีนไพศาล . (2543). การเงินธุรกิจ (ฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: บริษัท ซีระฟิล์ม และไซเท็กซ์ จำกัด.

จุฑามาศ อินทร์แก้ว. (2556) .การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งสาขาแห่งใหม่ .บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ปนัดดา เอ็นตระกูล. (2546) ศึกษาเรื่องการพัฒนา ระบบช่วยตัดสินใจเลือกนิคมอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยรัตน์ แต่เจริญ. (2555) .ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ .มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ

การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม
A Development and Efficiency Validation of CAI for Data Structure and Algorithms

สุทธิลักษณ์ ชุนประวัต¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
46 ถ.เจริญสุขุมวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600
*ผู้ติดต่อ choonprawat@hotmail.com , 086-6601766

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ตามหลักสูตรปริญญาตรี (4 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัย เทคโนโลยีสยาม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา โครงสร้างข้อมูลและ อัลกอริทึม ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหา 6 บท วัตถุประสงค์ 41 ข้อ ใบเนื้อหา 119 หน้า สื่อการสอน (บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน) 121 สไลด์ แบบทดสอบท้ายบทเรียน 43 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 50 ข้อ และนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม จำนวน 30 คน เมื่อกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการเรียนการสอนในแต่ละบทเรียนแล้ว จึงทำการทดสอบ ด้วยแบบทดสอบท้าย บทเรียนและเมื่อจบทุกบทเรียนแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการ ทดสอบมาวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.32/80.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

คำหลัก: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน,โครงสร้างข้อมูล

Abstract

The purposes of this experimental research were to Development and Efficiency Validation of CAI for Data Structure and Algorithms. The Computer- Assisted Instruction (CAI) for Data Structure and Algorithms composed of 6 lessons, 41 objectives, 119 information sheets and 121 slides. Sample were 30 students in Technology Computer of Siam technology College Samples were tested after each lesson and achievement test used when all lessons had been completed. The result of this research found that the Computer- Assisted Instruction had the effectiveness of 81.32/80.80, which was higher than the standard criteria 80/80.

Keywords: CAI, Data structure,

1. บทนำ

การจัดการศึกษาในปัจจุบันมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องให้มีความทันสมัยหรือทันต่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเห็นว่ามีการนำมาใช้ในงานเกือบทุกด้าน โดยเฉพาะหน่วยงานทางการศึกษา ทั้งภาครัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และเอกชนของประเทศ ในปัจจุบันจะเห็นว่าวิชาคอมพิวเตอร์ มีการพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งในระดับมัธยมศึกษา อาชีวศึกษา ตลอดจนระดับอุดมศึกษากันกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีทางการศึกษาในปัจจุบันมีการพัฒนาการไปอย่างรวดเร็ว ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษามากขึ้น นักการศึกษาของไทยในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ทั้งนี้เพราะว่าโดยธรรมชาติคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการจดจำ และค้นหาได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงเป็นระบบที่เข้ามา มีบทบาทอย่างรวดเร็ว และช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในอนาคตอันใกล้นี้ราคาคอมพิวเตอร์นั้นวันยังมีราคาถูกลง จึงเหมาะที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบการเรียนการสอนเพื่อให้ครูได้สร้างสรรค์กระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้เรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการเกี่ยวกับข้อความภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการมีปฏิสัมพันธ์ ผสมผสานกันอย่างกลมกลืนและเป็นระบบ เพื่อนำเสนอเนื้อหาความรู้และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีแบบแผนตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ทำให้การนำเสนอองค์ความรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองผู้เรียนได้ดี โดยเน้นความแตกต่างของผู้เรียนเป็นหลัก ส่งผลให้การเรียนการสอนเป็นเรื่องที่สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (มนต์ชัย, 2544:3)

ดังนั้นการเรียนการสอนในวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม จึงมีความจำเป็นที่ต้องสร้างพื้นฐานที่ดีให้กับผู้เรียน เมื่อพิจารณาด้านเนื้อหาพบว่าเนื้อหา มีจำนวนมากและยากต่อการทำความเข้าใจในเวลาจำกัด และไม่สามารถสอนให้นักศึกษาทุกคนเข้าใจได้

ในเวลาดังกล่าว ทางด้านผู้เรียนจะมีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันวัดได้จากการสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนในวิชาพื้นฐานและวิชาเฉพาะสาขา ๆ ทำให้การรับรู้เนื้อหาของผู้เรียนแต่ละคนก็ไม่เท่ากัน และสิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาทั้งหมดนั้น จำเป็นต้องใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลเพราะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจและตามโอกาสที่เอื้ออำนวยให้แก่ผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่าง ซึ่งจะช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตร โดยใช้คำกริยาที่บ่งบอกถึงลักษณะของพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ เช่น อธิบาย คำนวณ แล้วทำการประเมินความสำคัญ XIO ตามระดับความรู้ 3 ระดับ คือ พื้นความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T) ได้จำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 41 ข้อ

3.2 การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ผลการประเมินคุณภาพของ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการสอนมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.47 ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.51 ด้านแบบทดสอบ (หลังเรียน) มีค่าเฉลี่ย 4.27 ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.27 ด้านสื่อการสอนมีค่าเฉลี่ย 4.56 และค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 5 ด้าน เท่ากับ 4.41 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการทดสอบ
2. ดำเนินการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และทำแบบทดสอบท้ายบทในแต่ละหัวเรื่องเพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน
3. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) เมื่อดำเนินการสอนครบทุกหัวเรื่องแล้ว ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

4. ผลการวิจัย



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนการทำแบบฝึกหัด และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E_1)	43	34.97	81.32
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	50	40.40	80.80

จากตารางที่ 4-1 คะแนนของการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ย 34.97 คะแนน จากคะแนนเต็ม 43 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้ และกลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ย 40.40 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบ	N	\bar{X}	t
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	30	29.73	12.00
คะแนนทดสอบหลังเรียน	30	40.40	

จากตารางที่ 4-2 พบว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนโดยใช้สถิติที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน

5. อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบแบบก่อนเรียน และหลังเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม โดยตั้งสมมติฐานในการวิจัยว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม พบว่าคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E1) ตามตารางที่ 4-3 มีค่า 81.32 และคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2) มีค่า 80.80 ซึ่งสูงกว่าค่าประสิทธิภาพ 80 ที่ตั้งไว้โดยพิจารณาจากค่าร้อยละที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 80 ต่อคะแนนเต็ม ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นได้ว่าค่า E1 จะมากกว่า E2 ซึ่งเกิดจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนของนักศึกษานั้นมีทำแบบทดสอบ หลังจากเรียนจบในแต่ละบททำให้นักศึกษาสามารถจดจำเนื้อหาที่เพิ่งเรียนผ่านมาได้เป็นอย่างดีจึงทำให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2) ที่มีการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนครบทุกบทเรียนแล้วซึ่งมีเนื้อหาครบทุกบทเรียนค่อนข้างมากและมีช่วงเวลาก่อนการทดสอบค่อนข้างนานเป็นไปได้ที่การจดจำเนื้อหาของนักเรียนอาจลดลงบ้าง ทำให้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าแบบทดสอบท้ายบทเรียน

5.2 ด้านคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนตามตารางที่ 4-3 จะเห็นว่าผลการทำแบบทดสอบ

ท้ายบทเรียนจะมีระดับคะแนนสูง และมีบางบทที่นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 80 คือบทที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 76.92 และบทที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย 77.78 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในบทที่ 2 และบทที่ 5 นั้นเนื้อหาค่อนข้างยาก และมีการคำนวณด้วย จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าบทอื่น ๆ

5.3 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนเรียน (pre-test) มีค่าเฉลี่ย 29.73 หลังเรียน (Post-test) ค่าเฉลี่ย 40.40 ซึ่งสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาโครงสร้างข้อมูลอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ในวิชาโครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมยังมีเนื้อหาในส่วนของโครงสร้างข้อมูลแบบลิงคิสที่ยังไม่มีสื่อการสอนควรจะมีผู้ที่ศึกษา และจัดทำเพิ่มขึ้นเพื่อให้เนื้อหาครบถ้วนตามหลักสูตร และในบทที่ 2 และ 5 ที่นักศึกษาทำคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ยน้อยนั้นควรปรับปรุงเนื้อหาและการนำเสนอเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น

6.2 ในการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้มั่นใจว่าผลการวิจัยในการใช้เครื่องมือต่างๆ มีผลต่อกลุ่มตัวอย่างจริงหรือไม่ ควรมีกกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ใช้เครื่องมือในการทดสอบและกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติแล้วนำผลทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกันจะทำให้ทราบและมั่นใจได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพต่อกลุ่มตัวอย่างมากน้อยเพียงไร

6.3 ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวัดความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (อาจารย์ผู้สอน) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาในการประเมินผลเครื่องมือในการวิจัย และให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

8. บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฤษมันต์**วัฒนาณรงค์.****** เทคโนโลยีเทคนิค**

ศึกษา.**กรุงเทพมหานคร*:ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2536.

กาญจนา เกียรติประวัติ. **วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์พัฒนาพานิช, 2524.

กานดา พูนลาภทวี. **การวัดและประเมินผล**

การศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2528.

ชลียา ลิ้มปิยากร. **เทคโนโลยีการศึกษา.**

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏธนบุรี, 2540.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ นิคม ทาแดง และสมเชาว์ เนตรประเสริฐ. **เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา**

,กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2540.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**

หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

บุญแก้ว ควรหาเวช. **นวัตกรรมการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่

6.กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ประดับ เรืองมาลัย. **หลักการสอนและการเตรียม**

ประสบการณ์ภาคปฏิบัติ.

กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2542.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธิกุล.

ยุทธวิธีการเรียน การสอนวิชาเทคนิค.

กรุงเทพมหานคร

:โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.

มนต์ชัย เทียนทอง. **การออกแบบและพัฒนาคอร์ส**

แวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน.กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2543.

รัตนา จริงจิตร. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุด**

การสอนทฤษฎี วิชาโครงการ.

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี

คอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ, 2549.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.

พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพมหานคร:สุวีริยาสาส์น, 2538.

การปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้าโดยการประยุกต์ใช้ ABC Analysis กรณีศึกษาบริษัท ABC

The improvement of storage area in warehouse by used to ABC analysis

A case study ABC company

ณัฐดนัย ทรงรัตน์¹, และ สุภาวดี สายสนิท^{1,*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่ง คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจรัลพงษานุวารณ 122/41 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400

*logis.cpc.nungning@gmail.com, 02-692-2360-4 ต่อ 591

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้า ของบริษัทกรณีศึกษา บริษัท ABC โดยการจัดสรรพื้นที่การจัดวางสินค้าให้เหมาะสม เพื่อปรับปรุงการจัดเก็บและลดระยะเวลาในการหยิบสินค้าจากการศึกษาการดำเนินงานพบปัญหา คือ การจัดวางสินค้าแต่ละประเภทมีการจัดวางที่ไม่แน่นอนและมีการปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ สินค้าแต่ละประเภทถูกจัดเก็บปะปนกัน รวมทั้งไม่มีการจัดเก็บสินค้าตามความเคลื่อนไหวของสินค้าส่งผลให้ ผู้วิจัยจึงนำหลักการระบบการจัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า (Product Type) มาใช้เพื่อแบ่งกลุ่มสินค้าตามประเภทและตามกลุ่มลูกค้าโดยมีการนำทฤษฎี ABC Analysis มาใช้ในการแบ่งกลุ่มสินค้าตามการเคลื่อนไหวให้กับสินค้าแต่ละรายการรวมทั้งกำหนดสีของเส้นแบ่งเขตการจัดเก็บ ให้กับสินค้าแต่ละประเภทเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาสินค้าหรือหยิบสินค้า ผู้วิจัยมีการวัดผลของการปรับปรุงการจัดเก็บเป็นระยะเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง โดยกำหนดตัวอย่างในการหยิบในการหยิบสินค้าที่ใช้ใบ Picking List จากลูกค้า

ผลการศึกษาพบว่าในการหยิบสินค้าโดยใช้ใบ Picking List จากลูกค้า มีระยะเวลาในการหยิบสินค้าลดลง 6.67 นาที คิดเป็น 35.83 เปอร์เซ็นต์ และสามารถค้นหาสินค้าได้รวดเร็วขึ้นอีกด้วย

คำหลัก: ABC Analysis, คลังสินค้า, การจัดเก็บตามประเภทสินค้า

Abstract

The purpose of this study for the improve product storage of case study company ABC company by allocating area to the right place for improve of the storage and reduce the time to product pick up. The study of the operation problem is the placement of each product category with a layout that is unstable and is adjusted according to situation. Each product item is stored mixed and including without of the product storage by the movement of product cause the research brought the system to store the type of product (Product Type) used to group products by type of product and the theoretical ABC Analysis is used to divide the product by moving out to each item included. And determining the color of the line storage. For each product category to make it easier to find items. The study provides a measure of improvement store for a period before and after the update. The examples in the hand in picking the leaves Picking List of customers.

The results showed that staffs Picking Product picking List of customers for a period of decline took 6.67 minutes. Or 35.83 percent and can find products faster, too.

Keywords: ABC Analysis / Warehouse / Product Type.

1. บทนำ

ในปัจจุบันคลังสินค้าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญเป็นอย่างมากในระบบโลจิสติกส์ดังนั้นกิจกรรมหลักๆที่สำคัญของคลังสินค้าคือการใช้พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและเคลื่อนย้ายสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน โดยหัวใจหลักของคลังสินค้าเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบสินค้า การรับสินค้า การเก็บสินค้า หยิบสินค้า และจัดส่งสินค้า ทุกกิจกรรมของคลังสินค้านั้นมีความจำเป็นที่จะต้องใช้พื้นที่ภายในคลังสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดและใช้เวลาในการทำงานให้รวดเร็วที่สุดเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพกรณีศึกษาบริษัท ABC เป็นคลังสินค้าให้เช่า โดยจะทำการจัดเก็บสินค้าจากลูกค้าหลายบริษัทที่มีการจัดเก็บสินค้ากับบริษัทกรณีศึกษา ABC และเนื่องจากเป็นคลังที่มีพื้นที่จำกัดทำให้รูปแบบการจัดเก็บของแต่ละลูกค้าแตกต่างกันโดยผู้วิจัยทำการเลือกลูกค้าหนึ่งบริษัทที่พบปัญหาในการจัดเก็บสินค้าสำหรับปัญหาที่พบในการทำงานของลูกค้ารายนี้จะเป็นส่วนของการหยิบหรือการค้นหาสินค้าเนื่องจากพื้นที่มีจำกัดทำให้การจัดเก็บสินค้านั้นต้องแบ่งเป็นชั้น 1 กับ ชั้น 2 และอีกหนึ่งปัญหาที่พบคือการจัดเก็บสินค้าโดยไร้รูปแบบหรือช่องเก็บสินค้าไหนที่มีพื้นที่จัดเก็บได้ก็จะทำการจัดเก็บโดยสินค้าที่จัดเก็บจะไม่ถูกจัดไว้กับสินค้าพวกเดียวกันหรือประเภทเดียวกันอีกทั้งสินค้ายังถูกเก็บไว้ที่ชั้น 1 กับ ชั้น 2 ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการค้นหาสินค้านานเกินความจำเป็นจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นควรจะมีการหาแนวทางใช้แก้ปัญหาโดยการนำทฤษฎี ABC Analysis เพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดเก็บให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดระยะเวลาในการหยิบหรือค้นหาสินค้าให้ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอีกทั้งสินค้าจัดเก็บเป็นหมวดหมู่ง่ายต่อการค้นหา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1). เพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดเก็บสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 2). เพื่อลดระยะเวลาในการหยิบหรือค้นหาสินค้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในคลังสินค้าโดยการนำเอาทฤษฎี ABC Analysis มาใช้งานภายในคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ABC โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1) วิธีการวิจัย
- 2) การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
- 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) การวัดผลการวิจัย

3.1 วิธีการวิจัย

วิธีการศึกษาที่ใช้คือหลังจากที่มีการทำงานภายในบริษัททำให้พบปัญหาในการทำงานคือพบขั้นตอนที่ไม่เปิดประโยชน์ในการทำงานและพบกระบวนการทำงานที่ควรจะมีการปรับปรุงเนื่องจากยังไม่ข้อเสียในการทำงานทำให้งานที่ทำมีความล่าช้าจึงไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานและมีศึกษาถึงวิธีแก้ไขปัญหาที่ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลอื่นๆเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า

- ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย บทความ เอกสาร หนังสือ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

- เก็บข้อมูลกระบวนการปฏิบัติงานภายในบริษัท ABC

- รวบรวมและศึกษาข้อมูลทั้งหมดที่นำมาใช้ในการศึกษา

- กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหา

- วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบ

ประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง รูปแบบการจัดวางสินค้าแบบเดิมกับการจัดวางสินค้าตามทฤษฎี ABC Analysis ตลอดจนระยะเวลาในการทำงานที่ลดลง

- สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ
- เขียนรายงานและจัดทำรูปเล่มรายงาน

3.2 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูล que เก็บรวบรวมจากเอกสารต่างๆของบริษัท ตลอดจนวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ได้แก่

1. เอกสารต่างๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน
2. เอกสารข้อมูลของสินค้าทั้งหมด

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษากระบวนการปฏิบัติงานภายในคลังสินค้า

1. กระบวนการทำงานและวิธีปฏิบัติงานภายในคลังสินค้า
2. ลักษณะและรูปแบบการจัดเก็บสินค้า
3. การสัมภาษณ์และสอบถามจากบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงเป็นรายบุคคล (Individual Interview) เพื่อให้ทราบถึงวิธีการปฏิบัติงานและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทำการสัมภาษณ์
 - คุณวิชชัย อ่อนขำ ตำแหน่ง Operation
 - พนักงานปฏิบัติการภายในคลังสินค้า

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดเก็บสินค้าตามทฤษฎี ABC Analysis โดยมีการจัดแบ่งสินค้าตามกลุ่มดังนี้ A เป็นสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวออกจากคลังสินค้าเร็วสุดถึง 100-40%

B เป็นสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวออกจากคลังสินค้าปานกลาง 10%-30%

C เป็นสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวออกจากคลังสินค้าช้าสุด 1-0%

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยนำเอาข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิมาวิเคราะห์และเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขโดยใช้หลักการ ABC Analysis ภายในคลังสินค้าไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนรายการสินค้าแต่ละประเภท

ลำดับที่	ลูกค้า	ความถี่	พื้นที่โซนการจัดเก็บ
1	TRUE MOVE CO LTD	35	ฟ้า
2	AIS /- ALCATEL-LUCENT	4	แดง
3	DTAC TRINET CO., LTD.	22	เหลือง
4	TRUE MOVE NAPHALAI PLACE	26	เขียว
5	LOXLEY WIRELESS CO.,LTD	72	น้ำตาล
6	TRUEUNIVERSAL CONVERGENCE CO	107	ม่วง

	AIS /- ALCATEL-LUCENT
	TRUE MOVE NAPHALAI PLACE
	DTAC TRINET CO., LTD.
	TRUE MOVE CO LTD
	LOXLEY WIRELESS CO.,LTD
	TRUE UNVERSAL CONVERGENCE CO

รูปที่ 1 สีพื้นที่โซนการจัดเก็บ

ดำเนินการปรับปรุงการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า โดยการนำทฤษฎี ABC Analysis มาแบ่งกลุ่มสินค้าแต่ละประเภทตามการเคลื่อนไหวในการจ่ายสินค้าออก และทำการปรับปรุงแผนผังการจัดเก็บสินค้าใหม่ เพื่อลดระยะเวลาและระยะทางการหยิบสินค้า โดยผู้วิจัยได้แบ่งสินค้าในการจัดเก็บออกเป็น 3 กลุ่ม คือ A B และ C

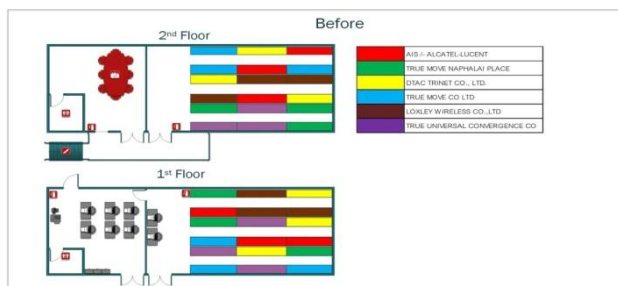
ตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มตามทฤษฎี ABC Analysis

ลำดับที่	ลูกค้า	ค่าเฉลี่ย	กลุ่ม
1	TRUE UNIVERSAL CONVERGENCE CO	40.2	A
2	LOXLEY WIRELESS CO.,LTD	27.1	B
3	TRUE MOVE CO LTD	13.1	B
4	TRUE MOVE NAPHALAI PLACE	9.8	C
5	DTAC TRINET CO., LTD.	8.2	C
6	AIS /- ALCATEL-LUCENT	1.6	C

กลุ่ม A ได้แก่ TRUE UNIVERSAL CONVERGENCE CO

กลุ่ม B ได้แก่ LOXLEY WIRELESS CO.,LTD/ TRUE MOVE CO LTD

กลุ่ม C ได้แก่ TRUE MOVE NAPHALAI PLACE / DTAC TRINET CO., LTD. / AIS /- ALCATEL-LUCENT



รูปที่ 2 แสดงแผนผังการจัดเก็บสินค้าก่อนการปรับปรุง

จะเป็นการจัดเก็บสินค้าก่อนมีการปรับปรุงซึ่งจะเห็นได้ว่าจะมีสินค้าถูกจัดวางแบบกระจัดกระจายไม่มีการจัดแบ่งตามกลุ่มหรือตามประเภทของสินค้ามีการจัดเก็บสินค้าทั้งชั้นบนและชั้นล่างอย่างไม่มีความเป็นระเบียบ

ตารางที่ 3 การแบ่งกลุ่มตามทฤษฎี

ลูกค้า	รายการสินค้า	จำนวนที่สั่ง	พนักงานหยิบ
AIS /- ALCATEL-LUCENT	7705 SAR-8 FAN MODULE (TH)	14	พนักงานคนที่ 1
DTAC TRINET CO., LTD.	IOM - 7450 ESS-6/7/12 IOM-20G	18	พนักงานคนที่ 2
TRUE MOVE CO LTD	4XSTM64 XFP PORT	16	พนักงานคนที่ 3

ตารางที่ 4 การแบ่งกลุ่มตามทฤษฎี

เลขที่ใบ Picking List	ชื่อพนักงาน	เวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า (นาที)
1	พนักงานคนที่ 1	17
2	พนักงานคนที่ 2	19
3	พนักงานคนที่ 3	20

หลังจากที่มีการนำใบ Picking List ให้พนักงานหยิบสินค้าก่อนการปรับปรุงใช้ระยะเวลาในการหยิบหรือค้นหาสินค้านี้

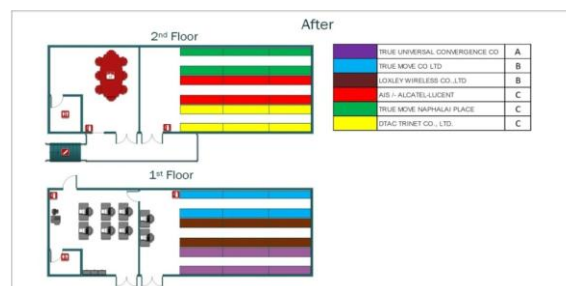
พนักงานคนที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการหยิบสินค้า 17 นาที

พนักงานคนที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการหยิบสินค้า 19 นาที

พนักงานคนที่ 3 ใช้ระยะเวลาในการหยิบสินค้า 20 นาที

4.1 ผลการวิจัย

ใช้ข้อมูลของสินค้าที่ได้จากการวิเคราะห์ออกแบบแผนผังการจัดเก็บสินค้าตามกลุ่มลูกค้าและตามทฤษฎี ABC Analysis หลักจากที่ได้มีการแบ่งโซนสินค้าเรียบร้อย ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบแผนผังการจัดเก็บสินค้าแบบใหม่โดยผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะการจัดวางสินค้าตามความถี่ของสินค้า มีการจัดแบ่งออกเป็นกลุ่มลูกค้าอย่างชัดเจน เพื่อให้พนักงานทราบถึงสินค้าที่ต้องไปหยิบ และออกแบบการจัดเก็บสินค้าตามทฤษฎี ABC Analysis เพื่อให้สามารถใช้ระยะเวลาในการหาสินค้าได้น้อยลง รวมทั้งเพื่อความ เป็นระเบียบในการจัดเก็บสินค้า



รูปที่ 3 ภาพแสดงแผนผังการจัดเก็บสินค้าหลังการปรับปรุง

ชั้น 1 กลุ่ม A ได้แก่ TRUE UNIVERSAL
CONVERGENCE CO

กลุ่ม B ได้แก่ LOXLEY WIRELESSCO.,LTD
/ TRUE MOVE CO LTD

ชั้น 2 กลุ่ม C ได้แก่ TRUE MOVE NAPHALAI
PLACE/DTAC TRINET CO.,LTD./AIS /- ALCATEL-
LUCENT

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า
ระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

เลขที่ใบ Picking List	ชื่อ พนักงาน	เวลาหลัง ปรับปรุง (นาที)	เวลาก่อน ปรับปรุง (นาที)	เวลาที่ ลดลง (นาที)
1	พนักงาน คนที่ 1	17	10	7
2	พนักงาน คนที่ 2	19	14	5
3	พนักงาน คนที่ 3	20	12	8

สรุปได้ว่าเวลาในการหยิบสินค้าระหว่างก่อน
การปรับปรุงและหลังปรับปรุงคลังสินค้าโดยใบ
Picking List จากลูกค้า พนักงานคนที่ 1 ใช้เวลา
ลดลง 7 นาที พนักงานคนที่ 2 ใช้เวลาลดลง 5 นาที
และ พนักงานคนที่ 3 ใช้เวลาลดลง 8 นาที โดย
ระยะเวลาในการหยิบสินค้าลดลงเฉลี่ย 6.67 นาที
หรือระยะเวลาลดลง 35.83%

5 สรุปผลการวิจัย

จากคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่ได้
ทำงานเข้าไปเรียนรู้การทำงานทำให้เห็นถึงปัญหาคือ
การจัดเก็บสินค้าไม่เป็นระเบียบ สินค้าบางประเภท
ปะปนกับสินค้าชนิดอื่น ไม่มีการแบ่งการจัดเก็บสินค้า
เป็นประเภท ทำให้หาสินค้าได้ยากต้องใช้เวลานานใน
การหาสินค้า

ซึ่งการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว
จำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างเป็นระบบมีการจัดเก็บ
ข้อมูลและความรู้ต่างๆ เพื่อนำมาศึกษา โดยการศึกษา
ทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับคลังสินค้า เครื่องมือใน
การวิเคราะห์ทฤษฎีและกลยุทธ์ต่างๆ รวมทั้งกิจกรรม
ที่มีส่วนช่วยในการดำเนินงานภายในคลังสินค้าจาก
ปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการแก้ปัญหา โดยแนวทาง
ในการแก้ไขปัญหาต่างๆคือ เริ่มจากการวิเคราะห์

ปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า ซึ่งปัญหาคือ ใช้
ระยะเวลาในการหาสินค้านาน โดยมีสาเหตุมาจากการ
จัดเก็บสินค้าไม่เป็นระเบียบ ใช้วิธีแก้ปัญหาโดย
การนำระบบการจัดเก็บสินค้าตามความเคลื่อนไหว
ของสินค้ามาใช้ ซึ่งจะแบ่งออกเป็นห้ากลุ่ม ขั้นตอน
ต่อไปเป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎี ABC Analysis ใน
การแบ่งกลุ่มสินค้าตามความเคลื่อนไหวออกจากคลัง
ซึ่งจะแบ่งสินค้าแต่ละประเภทออกเป็นกลุ่ม A B และ
C เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานผลการศึกษาข้างต้น
พบว่าการออกแบบแผนผังการจัดเก็บสินค้าใหม่ โดย
การนำหลักการจัดเก็บสินค้าตามความเคลื่อนไหว
และการเปลี่ยนรูปแบบการจัดเรียงสินค้าแบบใหม่มา
ใช้ ทำให้สามารถจัดเก็บสินค้าได้เป็นระเบียบมาก
ยิ่งขึ้น อีกทั้งยังแบ่งประเภทของสินค้าได้อย่างชัดเจน

จากผลการศึกษาหลังจากที่ได้นำมาทฤษฎี
เข้าไปใช้ภายในคลังสินค้า ทำให้การหยิบหลังการ
ปรับปรุงคลังสินค้าโดยใบ Picking List จากลูกค้า
พนักงานคนที่ 1 ใช้เวลา ลดลง 7 นาที พนักงานคนที่
2 ใช้เวลาลดลง 5 นาที และ พนักงานคนที่ 3 ใช้เวลา
ลดลง 8 นาที โดยระยะเวลาในการหยิบสินค้าลดลง
เฉลี่ย 6.67 นาที หรือระยะเวลาลดลง 35.83%
เนื่องจากการจัดเก็บใหม่ตามกลุ่มลูกค้า เพื่อให้การ
จัดเก็บสินค้าเป็นระเบียบ และสามารถหาสินค้าได้ง่าย
ขึ้น จึงมีการย้ายโซนการจัดเก็บใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม
การจัดโซนใหม่ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการหยิบ
ได้ เพราะทำให้การค้นหาสินค้าง่ายขึ้น การปฏิบัติงาน
ของพนักงานง่ายขึ้น จึงทำให้ระยะเวลาในการหยิบ
น้อยลง

จากการสอบถามหัวหน้าคลังสินค้าและ
พนักงานในเรื่องของระยะเวลาในการทำงานนั้นเป็น
สิ่งสำคัญ การที่ระยะเวลาในการทำงานลดลงได้เพียง
เล็กน้อยหรือมากก็ตามก็สามารถเพิ่มความพึงพอใจ
ให้กับลูกค้าได้ และพนักงานสามารถยอมรับได้เพราะ
ทำให้พนักงานสามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดย
ได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก
ท่านคณะอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุภาวดี สายสนธิ
ซึ่งกรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา

รวมถึงการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการดำเนินการศึกษาจนงานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีโลจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่งทุกท่าน ผู้ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการศึกษา ตลอดจนขอขอบพระคุณข้อมูลจากคุณธวัชชัย อ่อนคำ คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อการจัดทำการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ที่อบรมสั่งสอนมาให้เป็นคนรักการเรียน รักความก้าวหน้า และให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งพี่และเพื่อนๆทุกคน

ท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

ณัติที่ ว่องกิจ เจริญ .(2554). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บวัตถุดิบในคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัทไอเอสเอส ฟาซิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด. สารนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย การจัดการและนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เมธินี ศรีกาญจน์.(2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า กรณีศึกษา บริษัทศรีไทยซูเปอร์แวร์ จำกัด (มหาชน) สาขาสุขสวัสดิ์ วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศุภกิจ เตชปัญญาสาร.(2553). การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของกิจกรรมภายในคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ สารนิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธนิต โสรัตน์. (2552). คู่มือการจัดการคลังสินค้าและกระจายสินค้า พิมพ์โดย บริษัท ประชุมทอง พรินต์ติ้ง จำกัด

James, A.T. and Jerry, D.S., 1998 “The Warehouse Management Handbook”, second edition, Tompkins press, pp. 823-848

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิตโดยใช้สายพานลำเลียง
กรณีศึกษา ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป

The efficiency improving of moving goods in the production line by using conveyer belt A case study of transform fruit producer

ปรัชญา ภาณุศรีแสง¹, และ รัชญา พรหมหิตาทร^{1,*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์และการจัดการระบบขนส่ง คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์พานารณ 122/41 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงดินแดง เขตดินแดง
กรุงเทพฯ 10400

*rathaya-p@hotmail.com, 02-692-2360-4 ต่อ 591

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิต โดยการใช้สายพานลำเลียง กรณีศึกษา ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป เริ่มต้นจากการวิเคราะห์พื้นที่ภายในสายการผลิตผลไม้แปรรูปและเส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างผลิตไปยังลานพักสินค้าก่อนการบรรจุหีบห่อ เพื่อใช้เป็นตำแหน่งการวางสายพานลำเลียงและเส้นทางในการเคลื่อนที่ของสินค้าพร้อมกับระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยให้ความสำคัญในการปรับปรุงและกำจัดขั้นตอนการทำงานที่เป็นคอขวด ต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างมากในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิต เนื่องจากเส้นทางการเคลื่อนย้ายวกวนอ้อมไปมา ทำให้มีระยะทางในการเคลื่อนย้ายค่อนข้างมากและรูปแบบการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ไม่มีความต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีสินค้าวางรอไว้ในสายการผลิตเป็นจำนวนมาก ผู้ศึกษานำทฤษฎี 7 Waste ในส่วนของ Motion และ Waiting เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าและแก้ไขปัญหา เพื่อเปลี่ยนวิธีการเคลื่อนย้ายสินค้าจากการใช้รถ Hand Lift มาใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียงแทน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากเดิม 160 เมตร เป็น 154.5 เมตร สามารถลดระยะทางลงได้ 5.5 เมตร ลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากเดิม 660 นาทีต่อ 1 วัน เป็น 264 นาทีต่อ 1 วัน สามารถลดระยะเวลาลงได้ 378 นาทีต่อ 1 วัน ทำให้ไม่มีสินค้าที่ต้องนำไปวางรอไว้บริเวณสายการผลิต และลดความเสี่ยงเกี่ยวกับสินค้าเสื่อมสภาพจากการรอคอย และสามารถนำพื้นที่ว่างไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ในการผลิตต่อไป

คำหลัก: ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป, การวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่า 7 Waste , สายพานลูกกลิ้งลำเลียง,

Abstract

The researcher conducted the efficiency improving of moving goods in the production line by using conveyer belt a case study of transform fruit producer. The research starting from area analysis in transform fruit processing and routing of moving goods between on process

to storage area after packing for the position used of the conveyor belt and the path of movement of goods with the distance of the movement by the focus on improving and work process eliminate is the bottleneck Use the period a lot of time of moving goods from the production line. Because of the paths of moving to meander cause a lot of moving path and type of moving goods don't have continues. This meant the production line waiting in line a lot. The researcher used to 7 waste theories in motion and waiting for guideline of the waste analysis and problem solve. To change the method used to move goods from the Hand Lift the conveyor belt rollers instead. The results show that it can reduce the distance to move the product from 160 meters to 154.5 meters, it can reduce the distance up to 5.5 m reduces the time needed to move the product from 660 minutes to 1 day to 264 minutes for 1 day. Can shorten up to 378 minutes per day, one has to be taken to put it into the production line. And reduce the risk of obsolescence of waiting. Space and can lead to other benefits. In the next production

Keywords: The fruit processing, 7 Waste analysis, roller conveyor belt.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารในปัจจุบันมีการแข่งขันกันมากขึ้น ทำให้บริษัทต้องมีการปรับตัวและเสริมความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่ง สิ่งที่บริษัทต้องให้ความสำคัญ นอกเหนือจากตัวสินค้าที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าได้แล้วนั้น จะต้องให้ความสำคัญต่อคุณภาพของสินค้า ทั้งด้านความสะอาดและความปลอดภัย เนื่องจากเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค บริษัทจึงจำเป็นต้องเสียต้นทุนเพื่อรักษาระดับคุณภาพของสินค้า ในกรณีที่สินค้าไม่ตรงตามคุณภาพที่กำหนด ซึ่งระยะเวลาใน

กระบวนการผลิตที่มากขึ้นจะมีผลต่อคุณภาพของสินค้า บริษัทจึงควรปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตให้มีความคล่องตัว ต่อเนื่อง และใช้ระยะเวลาให้น้อยที่สุด

ในปัจจุบันบริษัทอยู่ในภาวะที่กำลังพัฒนากระบวนการผลิต ให้มีความทันสมัยเพื่อรองรับกับสภาพธุรกิจที่มีความเติบโตขึ้น ทำให้ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถลดความสูญเสียเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งในกระบวนการผลิตของบริษัทยังพบกระบวนการทำงานที่ก่อให้เกิดความสูญเสียเปล่าอยู่

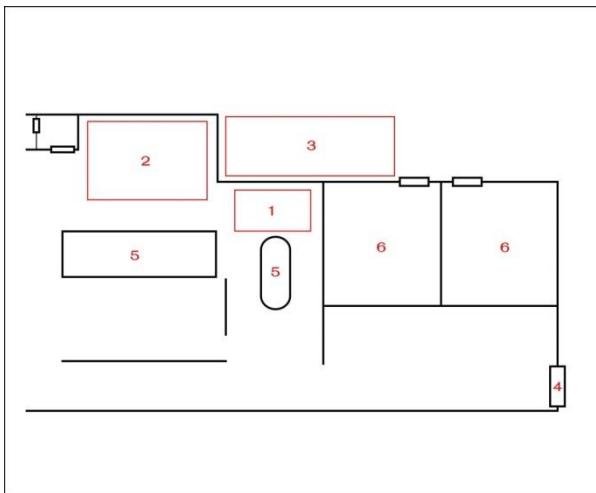
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากสายการผลิตไปยังลานพักสินค้า
2. เพื่อลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากสายการผลิตไปยังลานพักสินค้า
3. เพื่อลดพื้นที่สำหรับวางสินค้ารอการเคลื่อนย้ายภายในสายการผลิตให้น้อยลง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิตโดยการใช้สายพานลำเลียง กรณีศึกษา ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 1) ศึกษาสภาพพื้นที่ภายในสายการผลิต ตำแหน่งการวางเครื่องจักร และเส้นทางในการเคลื่อนที่ของสินค้า ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แผนผังภายในสายการผลิต

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นส่วนประกอบภายในสายการผลิตตามหมายเลขต่าง ๆ ดังนี้
หมายเลข 1 คือ พื้นที่ที่ใช้ในการบรรจุสินค้าก่อนเคลื่อนย้าย

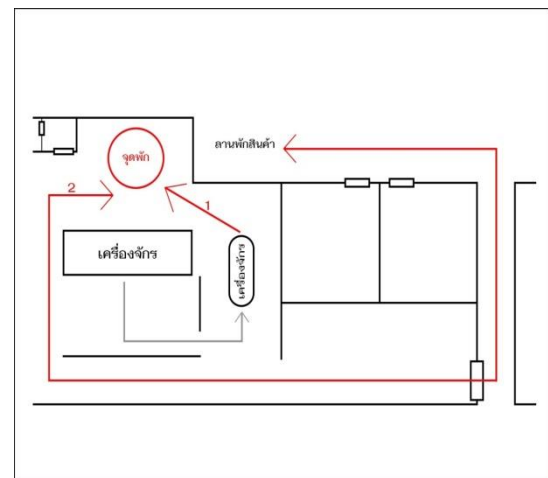
หมายเลข 2 คือ พื้นที่วางสินค้ารอการเคลื่อนย้ายออกจากสายการผลิต

หมายเลข 3 คือ ลานพักสินค้าก่อนนำไปบรรจุหีบห่อหรือเข้าคลังสินค้า

หมายเลข 4 คือ ประตูทางเข้า - ออก

หมายเลข 5 คือ เครื่องจักร

หมายเลข 6 คือ ห้องเก็บอุปกรณ์



ภาพที่ 2 เส้นทางเคลื่อนย้ายสินค้า

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงเส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้า โดยเริ่มจากจุดเครื่องจักรที่มีการบรรจุใส่ตะกร้าไปรอพัก ณ จุดพักสินค้ารอนำออกจากสายการผลิต จากนั้นจึงนำสินค้าขึ้นเรียงบนรถ Hand Lift แล้วใช้พนักงานลากของออกไปยังลานพักสินค้าด้านนอก ซึ่งแต่ละจุดจะมีระยะทางดังต่อไปนี้ เส้นที่ 1 เครื่องจักรไปยังจุดพัก มีระยะทาง 6 เมตร เส้นที่ 2 จุดพักไปยังลานพักสินค้า มีระยะทาง 74 เมตร

- 2) บันทึกรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การปฏิบัติงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิต

ตารางที่ 1 ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิต

ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิต	
1. ปริมาณสินค้าที่เคลื่อนย้ายได้ใน 1 รอบ	15 ตะกร้า (300 กิโลกรัม)
2. ความสามารถในการผลิตสินค้าใน 1 วัน	26,400 กิโลกรัม
3. จำนวนรอบในการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิตใน 1 วัน	88 รอบ
4. ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าใน 1 รอบ (ไป-กลับ)	7 นาที 30 วินาที
5. ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งหมดใน 1 วัน	660 นาที (11 ชั่วโมง)

3) ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าในปัจจุบัน



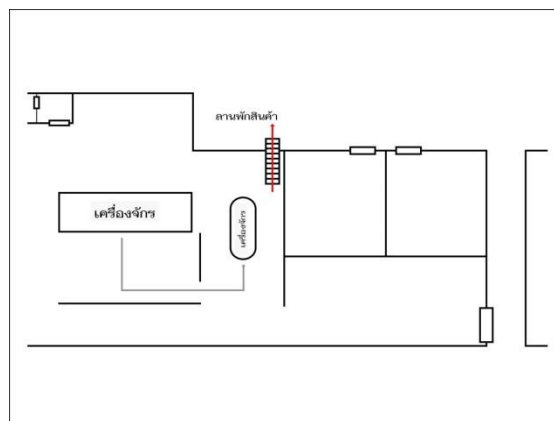
ภาพที่ 3 การเคลื่อนย้ายสินค้าโดยใช้รถ Hand Lift

จากภาพที่ 3 แสดงวิธีการเคลื่อนย้าย โดยใช้รถ Hand Lift ลากออกจากสายการผลิต โดยการนำสินค้าที่บรรจุลงในตะกร้าแล้วเรียงขึ้นบนรถ Hand Lift จำนวน 15 ตะกร้า หรือ 300 กิโลกรัม ต่อ 1 รอบ แต่ละรอบใช้พนักงานในการเคลื่อนย้ายสินค้า จำนวน 2 คน

4. ผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิตโดยการใช้สายพานลำเลียงกรณีศึกษา ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป

1. ปรับเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้าให้เป็นเส้นตรงไปยังลานพักสินค้าภายนอกสายการผลิตเลย โดยการทำทางเข้าออกของสินค้าขึ้นอีกทาง ให้ทางออกมีขนาดเพียงพอให้สินค้าออกมาได้ จากจุดบริเวณบรรจุสินค้าลงในตะกร้ากับลานพักสินค้าภายนอก



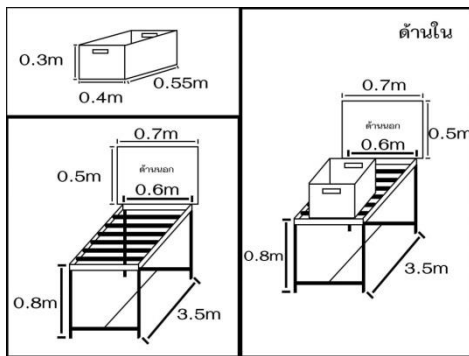
ภาพที่ 4 เส้นทางการเคลื่อนย้ายสินค้าแบบใหม่

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นเส้นทางที่สร้างขึ้นใหม่ โดยจะมีความเป็นเส้นตรงจากเครื่องจักรออกไปยังลานพักสินค้าเลย ทำให้เส้นทางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้ามีระยะทางและระยะเวลาที่สั้นลง โดยระยะทางจากเครื่องจักร จนถึง ลานพักสินค้าด้านนอกจะเหลือเพียง 5.5 เมตร

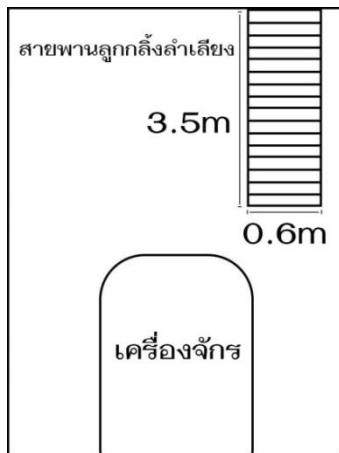
2. เปลี่ยนวิธีการเคลื่อนย้ายสินค้าจากการใช้รถ Hand Lift มาใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียงแทน เนื่องจากบริเวณที่จะทำช่องทางนำสินค้าออกนั้นอยู่ติดกับสายการผลิตอาหาร ทำให้

ไม่ควรทำทางออกที่มีขนาดใหญ่มากเกินไปเพิ่มขึ้นอีก 1 ช่องทาง เพราะจะทำให้ฝุ่นหรือแมลงมีโอกาสเข้ามาภายในสายการผลิตได้ จึงทำทางให้มีขนาดให้เท่ากับสินค้าที่จะนำออกมา ทำให้ไม่สามารถใช้รถ Hand Lift นำออกมาได้ อีกทั้งการใช้สายพานจะเกิดความต่อเนื่องในการเคลื่อนย้ายสินค้ามากกว่าการใช้รถ Hand Lift ในการเคลื่อนย้าย โดยจะต้องใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียง 2 สาย โดยมีข้อมูลดังนี้

1. สายพานลูกกลิ้งลำเลียง เส้นที่อยู่ภายในสายการผลิต

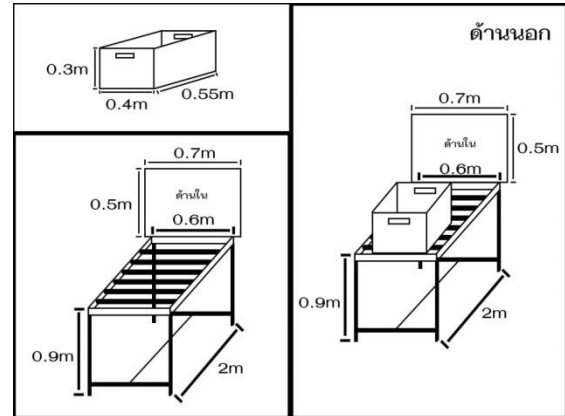


ภาพที่ 5 ข้อมูลสายพานลูกกลิ้งลำเลียง เส้นที่อยู่ภายในสายการผลิต



ภาพที่ 6 ตำแหน่งที่วางสายพานลูกกลิ้งลำเลียง เส้นที่อยู่ภายในสายการผลิต

2. สายพานลูกกลิ้งลำเลียง เส้นที่อยู่ภายนอกสายการผลิต



ภาพที่ 7 ข้อมูลสายพานลูกกลิ้งลำเลียง เส้นที่อยู่ภายนอกสายการผลิต

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิตโดยการใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียง

ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากสายการผลิตโดยการใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียง	
1. ความสามารถในการผลิตสินค้าใน 1 วัน	26,400 กิโลกรัม
2. ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าจำนวน 15 ตะกร้า (300กิโลกรัม)	3 นาที
3. ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งหมดใน 1 วัน	264 นาที (4 ชั่วโมง 24 นาที)



ภาพที่ 8 สายพานลูกกลิ้งลำเลียง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลการเคลื่อนย้าย
สินค้าทั้ง 2 แบบ

ข้อมูล	ก่อนติดตั้ง สายพาน ลำเลียง ลูกกลิ้ง	หลังติดตั้ง สายพาน ลำเลียง ลูกกลิ้ง
1. ระยะทางที่ใช้ใน การเคลื่อนย้ายสินค้า	160 เมตร	5.5 เมตร
2. ระยะเวลาในการ เคลื่อนย้ายสินค้า จำนวน 15 ตะกร้า (300กิโลกรัม)	7 นาที 30 วินาที	3 นาที
3. ระยะเวลาในการ เคลื่อนย้ายสินค้า ทั้งหมดใน 1 วัน	660 นาที (11 ชั่วโมง)	264 นาที (4 ชั่วโมง 24 นาที)

4. พื้นที่ที่เสียไป สำหรับการวางสินค้า รอการเคลื่อนย้าย ภายในสายการผลิต	24 ตาราง เมตร	ไม่มี
--	------------------	-------

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในสายการผลิตโดยการใช้สายพานลำเลียง กรณีศึกษา ผู้ผลิตผลไม้แปรรูป ผู้ศึกษานำทฤษฎี 7 Waste ในส่วนของ Motion และ Waiting เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ความสูญเสียและแก้ไขปัญหา เพื่อเปลี่ยนวิธีการเคลื่อนย้ายสินค้าจากการใช้รถ Hand Lift มาใช้สายพานลูกกลิ้งลำเลียงแทน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากเดิม 160 เมตร เป็น 154.5 เมตร สามารถลดระยะทางลงได้ 5.5 เมตร ลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากเดิม 660 นาทีต่อ 1 วัน เป็น 264 นาทีต่อ 1 วัน สามารถลดระยะเวลาลงได้ 378 นาทีต่อ 1 วัน ทำให้ไม่มีสินค้าที่ต้องนำไปวางรอไว้บริเวณสายการผลิต และลดความเสี่ยงเกี่ยวกับสินค้าเสื่อมสภาพจากการรอคอย และสามารถนำพื้นที่ว่างไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ในการผลิตต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยได้เข้ารับการศึกษาวิจัยโดยผ่านการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทผู้ผลิตผลไม้แปรรูป ซึ่งเป็นกรณีศึกษา ทำให้มีโอกาสได้เรียนรู้ประสบการณ์จริง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาให้กับบริษัทกรณีศึกษา ปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ จะสำเร็จมิได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลและเสียสละเวลาในการให้

คำแนะนำ และให้แนวทางการทำงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ กมลพัฒนะ. (2544). การปรับปรุงผังโรงงานการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ (การจัดการทางวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรพจน์ จรสโรจน์กุล. (2542). การปรับปรุงเส้นทางการขนถ่ายวัสดุในคลังสินค้าและการจัดส่งสินค้าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (การจัดการทางวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรพล มาอุทธรณ์. (2547). การปรับปรุงผังโรงงานของโรงงานประกอบวัสดุเหล็กเพื่อที่จะลดเวลาในการผลิต ลดค่าจ้างคนงาน และลดการขนย้ายวัสดุภายในโรงงาน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (การจัดการทางวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปนัดดา อับดุลลา และคณะ. (2554). การปรับปรุงวิธีการทำงานในสายการผลิต กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์โฟม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.

การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยแนวคิดแบบลีน
กรณีศึกษา : บริษัท อิตาซี อินดัสเตรียล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
 สมฤทัย รอดศรี* ชวนานิศ ศรีตะปัญญะ ทัศนัย วัดทัพ
 ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม วิทยาเขต ปราจีนบุรี
 อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี รหัสไปรษณีย์ 25230
 E-mail: nutay_topfy@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK) 1.5 KW TFO-FK 4P 200V และนำเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบ

ผู้ศึกษาดำเนินการศึกษาค้นคว้าการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK) 1.5 KW TFO-FK 4P 200V โดยใช้เครื่องมือในการศึกษา หลักการลีน เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ทฤษฎีการวิเคราะห์ปัญหาในกลุ่ม 7 QC Tool และทฤษฎีในการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เข้ามาใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

ผลการศึกษาโดยการสัมภาษณ์หัวหน้าฝ่ายผลิต และการวิเคราะห์แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า พบปัญหาในขั้นตอนการอบสี โดยมีสาเหตุมาจากปริมาณสินค้าระหว่างการผลิตสูงมาก โดยที่อุณหภูมิในตู้อบไม่สามารถเพิ่มให้สูงขึ้นได้ โดยมีแนวทางการแก้ไขเพิ่มรอบการเดินสายพานให้ช้าลงเพื่อให้ชิ้นงานอยู่ในตู้อบนานขึ้น และการวิเคราะห์หาพื้นที่สัมผัสความร้อนให้มากที่สุด มีสาเหตุมาจากพนักงานใช้มือพนสีทำให้น้ำหนักการลงสีไม่เท่ากันซึ่งมีแนวทางแก้ไข ใช้ระบบการพ่นสีที่เป็นแบบระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการพ่นสีแทนพนักงานและสีไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร โดยมีสาเหตุมาจากขาดความรู้ในเรื่องของเสีย แนวทางแก้ไขทางบริษัทควรศึกษาชนิดของสีให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ลดวิธีการทำงานที่ซ้ำซ้อน โดยมีสาเหตุมาจากไม่มีแบบแผนในการกำหนดการดำเนินงาน แนวทางแก้ไขจัดทำแบบแผนในการปฏิบัติงานให้มีมาตรฐานเดียวกัน

ส่วนในกรณีของปัญหาเกิดงานระหว่างทำ (Work In Process) ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์มาก โดยมีสาเหตุมาจากตู้อบไม่ได้มาตรฐานที่จะทำให้อุณหภูมิที่หลังออกมาจากตู้อบ โดยมีแนวทางแก้ไขโดยการขยายตู้อบออกมาเพื่อให้ระยะเวลาเพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิหรือสิ่งซ้อพาเลซความร้อนเพื่อมาวางชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบหรือติดตั้งพัดลมเพื่อเป่าชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบ สาเหตุพนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน มีแนวทางแก้ไขควรมีการอบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการปฏิบัติงานให้แก่พนักงานหรือสร้างแบบแผนปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐาน การขนส่งวัตถุดิบมีความล่าช้า แนวทางแก้ไขศึกษาประวัติของผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายๆ ผู้จัดส่งวัตถุดิบก่อนจะทำการสั่งซื้อสาเหตุวิธีการทำงานซ้ำซ้อน แนวทางการแก้ไขจัดทำแบบแผนในการปฏิบัติงานให้มีมาตรฐานเดียวกัน

คำสำคัญ: มอเตอร์ไฟฟ้า

Abstract

This study and analyze the process of motor production FK 1.5 KW TFO-FK 4P 200V and presents the ways to increase efficiency in the assembly process. The researcher study the production step motor FK 1.5 KW TFO-FK 4P 200V. Using the tools in the study of principles of lean tools used in the analysis. Value Stream Mapping theory problem analysis in the 7 QC Tool and theories in order to increase the efficiency of production. Come into use in this study.

The study by the interview's head of production. And analysis of the plan of value stream. Problems in the process baked color. The cause of the production is very high. The temperature in

the oven cannot add up. The solutions to the walking belt to slow down to the target are in the oven for a longer time. Analysis of contact area and heat as much as possible, is caused by the employees use spray paint uneven weight which is the solution. Using the system color spray is a spray tan automation came into use in the staff and color quality as it should. Also caused by lack of knowledge in the waste. The solution we should study the kinds of colors to suit the product. Reduce the working method that redundant. The cause no pattern in scheduled operations. Solutions to developing pattern in practice to have the same standard. In case of problem of work in process (Work In Process) in the process of attaching stickers. The cause is not standard oven to make the paint dry immediately after coming out of the oven. The solutions by expanding the oven out for a period of time sufficient to make the paint dry or order an palace to put work piece after heat out of the oven, or install a fan to blow after getting out of the oven. Causes of employee skills in practice. The solution should be trained to knowledge to increase skills in the performance to employees or create pattern working as standard. Transportation of raw materials have delays. Solutions to study history of the shipping raw materials various The delivery of raw materials before making a purchase. The working method and redundant. Solutions to developing pattern in practice to have the same standard.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาพรวมภาวะการผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของเดือนมิถุนายน มีการปรับตัวลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนโดยเป็นการลดลงของทั้งอุตสาหกรรมไฟฟ้า และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากความต้องการในตลาดหลักชะลอตัวลงโดยเฉพาะจีน สหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป



ภาพที่ 1 แสดงดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จากความสำคัญในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้สถานการณ์ประกอบการต้องมีการปรับตัว และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น ผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว โดยนำหลักการแนวคิดแบบสิ้น เครื่องมือในการวิเคราะห์งาน แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า และหลักการบริหารการผลิต เพื่อวิเคราะห์งานและนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK)1.5 KW TFO-FK 4P 200 V

1.2.2 เพื่อนำเสนอแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK) 1.5KW TFO-FK 4P 200V

1.3 ขอบเขตในการศึกษา

ศึกษาแนวทางกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนถึงกระบวนการสุดท้ายของการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK)1.5 KW TFO-FK 4P 200V โดยใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม 2558

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ทราบถึงสาเหตุของการเกิดเวลาในการรอคอยในกระบวนการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK) 1.5 KW TFO-FK 4P 200V

1.4.2 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตมอเตอร์รุ่น (FK) 1.5 KW TFO-FK 4P 200V

2. แนวความคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประกอบดังนี้

เวลาในการผลิต (Cycle Time) หมายถึง เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงาน โดยพนักงานหนึ่งคนอาจจะรับผิดชอบงานเพียงงานเดียว หรือหลายงานก็ได้ ซึ่งจะเริ่มนับตั้งแต่ จุดเริ่มต้นของงานนั้นจนถึงเวลาที่กลับมาตั้งแต่นั่นเพื่อจะเริ่มการผลิตในรอบต่อไป (เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ซึ่งในกรณีศึกษาใช้เป็นการผลิตที่ 1 ชิ้นต่อนาที)

กระบวนการไหลอย่างต่อเนื่อง หรือ Continuous Flow เป็นขั้นตอนถัดจากการควบคุมสภาพการทำงาน (Work Site Control) ซึ่งเป็นการทำให้งานสามารถไหลได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นกระบวนการไปจนถึงกระบวนการสุดท้ายโดยไม่มีหยุดการผลิต

การผลิตแบบลีน (Lean Production) คือ “การใช้หลักการชุดหนึ่งในการระบุและกำจัดความสูญเปล่า เพื่อส่งมอบสินค้าที่ลูกค้าต้องการ และทันเวลา” หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่ง ลีน คือ ประสิทธิภาพในการผลิต ที่ถือว่าความสูญเปล่า เป็นตัวทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตยาวนานขึ้น และควรมีการนำเทคนิคต่างๆ มาใช้ในการกำจัดความสูญเปล่าเหล่านั้นออกไป



ภาพที่ 2 แสดงหัวข้อหลักในการดำเนินงานตามกิจกรรมแนวคิดแบบลีน

แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (VSM) เป็นเครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Strategy) ด้วยการแสดงลำดับขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ ที่มุ่งส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้า โดยแนวคิด สายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Thinking) จะทำให้สามารถเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) จากมุมมองลูกค้าโดยมุ่งแนวทางปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศ ตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทานซึ่งทำให้สามารถระบุกิจกรรมไคเซ็นที่จำเป็นสำหรับการขจัดความสูญเปล่า ดังนั้น VSM จึงเป็น แนวทางที่ใช้จำแนกกิจกรรมที่สร้างคุณค่าเพิ่มและกิจกรรมที่เกิดความสูญเปล่าโดยนำข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์สถานะปัจจุบัน (Current State) ที่ถูกแสดงด้วยเอกสารสำหรับกำหนดสถานะในอนาคต (Future State) หลังจากการปรับปรุง

3. วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระบวนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้ารุ่น (FK)1.5KW TFO-FK 4P 200V ในบริษัทตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการศึกษาการทำงานเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของบริษัทในเบื้องต้น

โดยทำการศึกษาประวัติความเป็นมา โครงสร้างองค์กร รูปแบบ การบริหารจัดการ ศึกษาประเภทผลิตภัณฑ์และบริการศึกษาประเภทของกิจการของบริษัทอิตาชิ อินดัสเตรียล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

3.2 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ เกี่ยวกับการลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นของ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและผู้ศึกษาได้ทำการ ศึกษาทฤษฎีลีน (Lean) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้นของปัญหา เครื่องมือที่ใช้คือ แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า VSM (Value Stream Mapping)

3.3 เลือกผลิตภัณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์และทำการศึกษาระดับขั้นตอนกระบวนการในการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้ารุ่น (FK) 1.5KW TFO-FK 4P 200V

ผู้ศึกษาได้ศึกษากระบวนการทำงานในส่วนของสายการประกอบที่ 1 และได้รวบรวมข้อมูลการผลิตย้อนหลัง 3 เดือน ได้แก่ เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม มียอดการผลิต 2,520 ตัว 2,340 ตัว และ 2,210 ตัวตามลำดับ

3.4 ขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุหลักที่ทำให้ไม่เพิ่มมูลค่าในกระบวนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้ารุ่น (FK) 1.5KW TFO-FK 4P 200V

โดยใช้แผนภูมิแกงปลาหรือแผนภูมิเหตุและผล โดยพิจารณาจาก ปริมาณงานระหว่างทำ เวลาในการรอคอยในกระบวนการผลิต

3.5 หลังจากที่เราทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา

ผู้ศึกษาได้กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาโดยเน้นไปที่วิธีการกำจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า (FK) 1.5KW TFO-FK 4P

3.6 นำเสนอสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับบริษัท ฮิตาชิ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

4. ผลการดำเนินงาน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตสายการประกอบที่ 1 ในเบื้องต้นสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจากกรณีศึกษามาเป็นแนวทางในการลดเวลาในกระบวนการผลิตมอเตอร์ได้ตามขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลทั่วไป

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบริษัท โดยบริษัท ฮิตาชิ ได้ถือกำเนิดขึ้นในปี พ.ศ. 2453 เมื่อนายนาโมเออิโอะไดระ ได้เปิดกิจการร้านซ่อมมอเตอร์ไฟฟ้า

นายนาโม เออิ ได้เล็งเห็นถึงความต้องการผลิตภัณฑ์มอเตอร์เพื่อใช้ภายในประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น

4.1.2 โครงสร้างองค์กรและรูปแบบ การบริหารจัดการภายในองค์กร บริษัทฮิตาชิ อินดัสเตรียล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด หรือเรียกว่า HITT ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2532 โดยดำเนินการผลิต มอเตอร์ไฟฟ้า, วอร์เท็กซ์ โบเวอร์ และ mold case circuit breakers, magnetic switches ผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ นำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

4.1.3 ผลิตภัณฑ์/ บริการ ประเภทของกิจการ ผลิตภัณฑ์ประเภท MOTOR มีอยู่ 4 รุ่น คือ

1) มอเตอร์ 1 เฟส Single – Phase Motors



2) มอเตอร์ 3 เฟสมอเตอร์ Three Phase Motor



3) Vortex Blower



4) มอเตอร์เกียร์ Grease-Imbricated Gear Motors

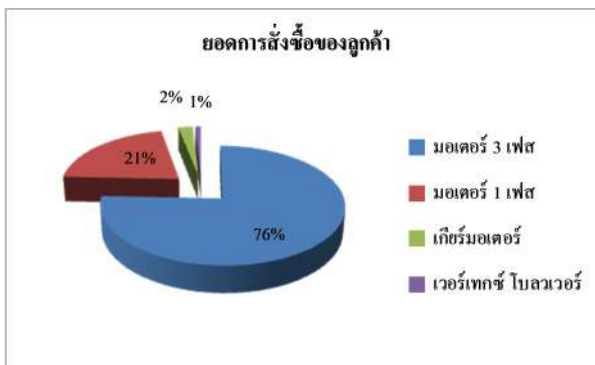


4.1.3 ประเภทของกิจการ / อุตสาหกรรม ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์มอเตอร์ไฟฟ้า เวอร์เทกซ์โบลเวอร์ พิวส์ฟรีเบรกเกอร์ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ Magnetic switches เอิร์ทลิก รีเลย์ Mold case circuit breakers

4.1.4 การศึกษาขั้นตอนกระบวนการมอเตอร์
 ขั้นตอนที่ 1 เตรียมชิ้นงาน (Part) ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการประกอบมอเตอร์ ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการเช็ควงจรไฟฟ้า (Commercial) ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการทำสี (Painting) ขั้นตอนที่ 5 กระบวนการอบสีด้วยความร้อน (Infrared) ขั้นตอนที่ 6 กระบวนการติดแผ่นป้าย (Name Plate) ขั้นตอนที่ 7 กระบวนการเตรียมกล่อง/ลังไม้เพื่อนำมาบรรจุ ขั้นตอนที่ 8 กระบวนการบรรจุ (Packing)

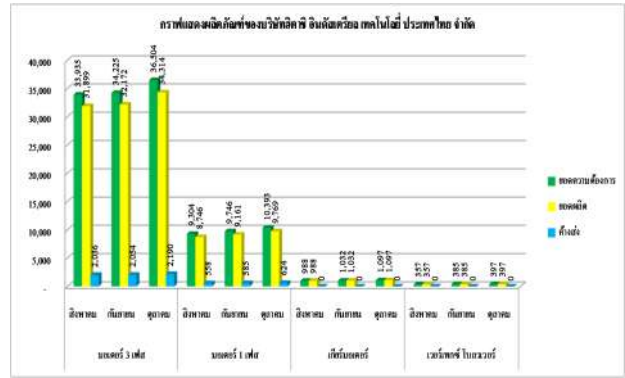
4.2 การเลือกผลิตภัณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์และศึกษาขั้นตอนกระบวนการในการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า

บริษัท อิตาซี อินดัสเตรียล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด มีผลิตภัณฑ์ที่ผลิต 4 ประเภท ได้แก่ มอเตอร์ 3 เฟส, มอเตอร์ 1 เฟส, เกียร์มอเตอร์ และ เวอร์เทกซ์โบลเวอร์ ซึ่งแต่ละประเภทยังมีการสั่งซื้อของลูกค้าดังภาพที่ 2



ภาพที่ 3 แสดงค่าร้อยละของยอดการสั่งซื้อ

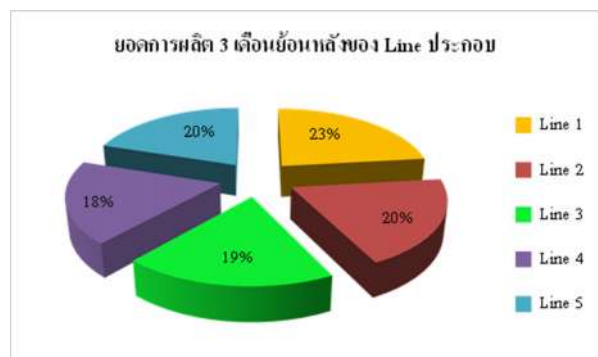
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือนของยอดการสั่งซื้อของลูกค้าแยกตามผลิตภัณฑ์ 4 ประเภท คือ มอเตอร์ 3 เฟสมียอดการสั่งซื้อเท่ากับ 76%, มอเตอร์ 1 เฟสมียอดการสั่งซื้อเท่ากับ 21%, เกียร์มอเตอร์มียอดการสั่งซื้อเท่ากับ 2% และ เวอร์เทกซ์โบลเวอร์มียอดการสั่งซื้อเท่ากับ 1%



ภาพที่ 4 แสดงยอดการผลิตมอเตอร์ 3 เดือนย้อนหลัง

จากการเก็บข้อมูล 3 เดือนย้อนหลังแสดงตามภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์และพบว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มมอเตอร์ 3 เฟสทางบริษัทสามารถผลิตได้น้อยกว่าความต้องการของลูกค้าโดยมียอดการสั่งซื้อในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 33,935 ตัว มียอดการผลิตเท่ากับ 31,899 ตัว มียอดค้างส่งเท่ากับ 2,036 ตัว ในเดือนกันยายนเท่ากับ 34,225 ตัว มียอดการผลิตเท่ากับ 32,172 ตัว มียอดค้างส่งเท่ากับ 2,054 ตัว และในเดือนตุลาคมเท่ากับ 36,504 ตัว มียอดการผลิตเท่ากับ 34,314 ตัว มียอดค้างส่งเท่ากับ 2,190 ดังนั้นทางผู้ศึกษาจึงเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์มอเตอร์ 3 เฟส มาดำเนินการศึกษา

ในกลุ่มผลิตภัณฑ์มอเตอร์ 3 เฟส มีจำนวนรุ่นในการผลิตทั้งหมด 166 รุ่น โดยแยกตาม Line การประกอบทั้งหมด 5 Line การประกอบ มียอดรวมการผลิตย้อนหลัง 3 เดือน ได้แก่เดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม โดยแยกตามสายการประกอบ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงยอดการผลิต 3 เดือนย้อนหลังแยกตามสายการประกอบ 1-5

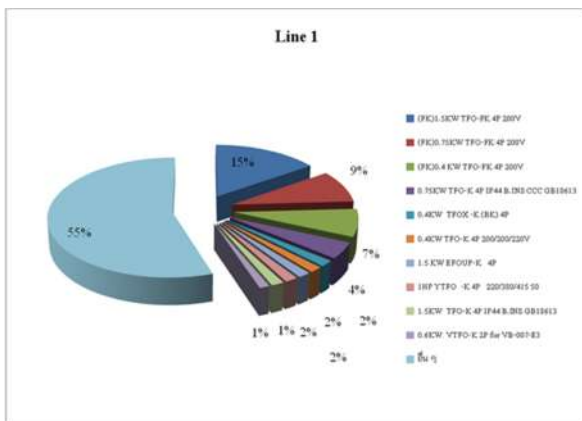
ผู้ศึกษาดำเนินการเลือกสายการประกอบ ที่ 1 สำหรับในการศึกษาในครั้งนี้ เพราะว่ามียอดการผลิตรวม

ในแต่ละเดือนสูงที่สุด 23% รองลงมาคือสายการประกอบที่ 2 และสายการประกอบที่ 5 มียอดการผลิตรวม 20% และสายการประกอบที่ 3 มียอดการผลิต 19% สายการประกอบที่ 4 มียอดการผลิต 18% ตามลำดับ

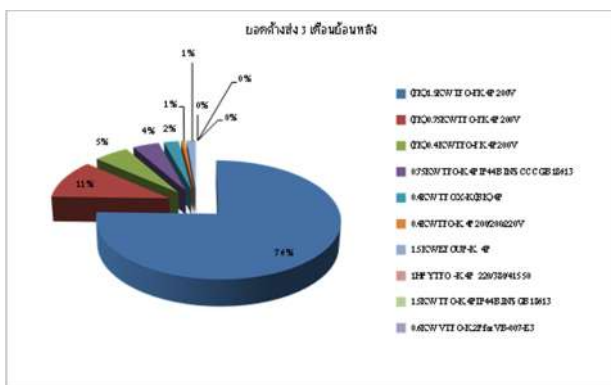
เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ในสายการประกอบที่ 1 พบว่า มียอดรวมการผลิตในเดือนตุลาคม 16,479 ตัว เดือนกันยายน 14,526 ตัว เดือนสิงหาคม 13,299 ตัว ยอดรวมเท่ากับ 44,304 ตัว ดังภาพที่ 6

รหัสนี้	MODEL	จำนวน	กันยายน	สิงหาคม	ตุลาคม
1	FK01.5KW TFO-FK 4P 200V	2520	2340	2210	7070
2	FK02.75KW TFO-FK 4P 200V	1413	1440	1420	4273
3	FK03.4KW TFO-FK 4P 200V	1234	1200	1212	3646
4	0.75KW TFO-K 4P IP44 BINS COC GB18613	700	700	670	2070
5	0.4KW TFOX-K (BK) 4P	270	270	264	804
6	0.4KW TFO-K 4P 200/200/220V	210	240	236	686
7	1.5KW EFOUP-K 4P	246	240	234	720
8	HP VTFO-K 4P 220/230/415/50	210	200	180	590
9	1.5KW TFO-K 4P IP44 BINS GB18613	245	200	184	629
10	0.4KW VTFO-K 2P for VB-007-E3	180	180	174	534
11	อื่นๆ	8093	7516	6313	21922
	รวม	16479	14526	13299	44304

ภาพที่ 6 แสดงยอดการประกอบสายการประกอบที่ 1



ภาพที่ 7 แสดงค่าร้อยละของยอดการผลิต Line 1

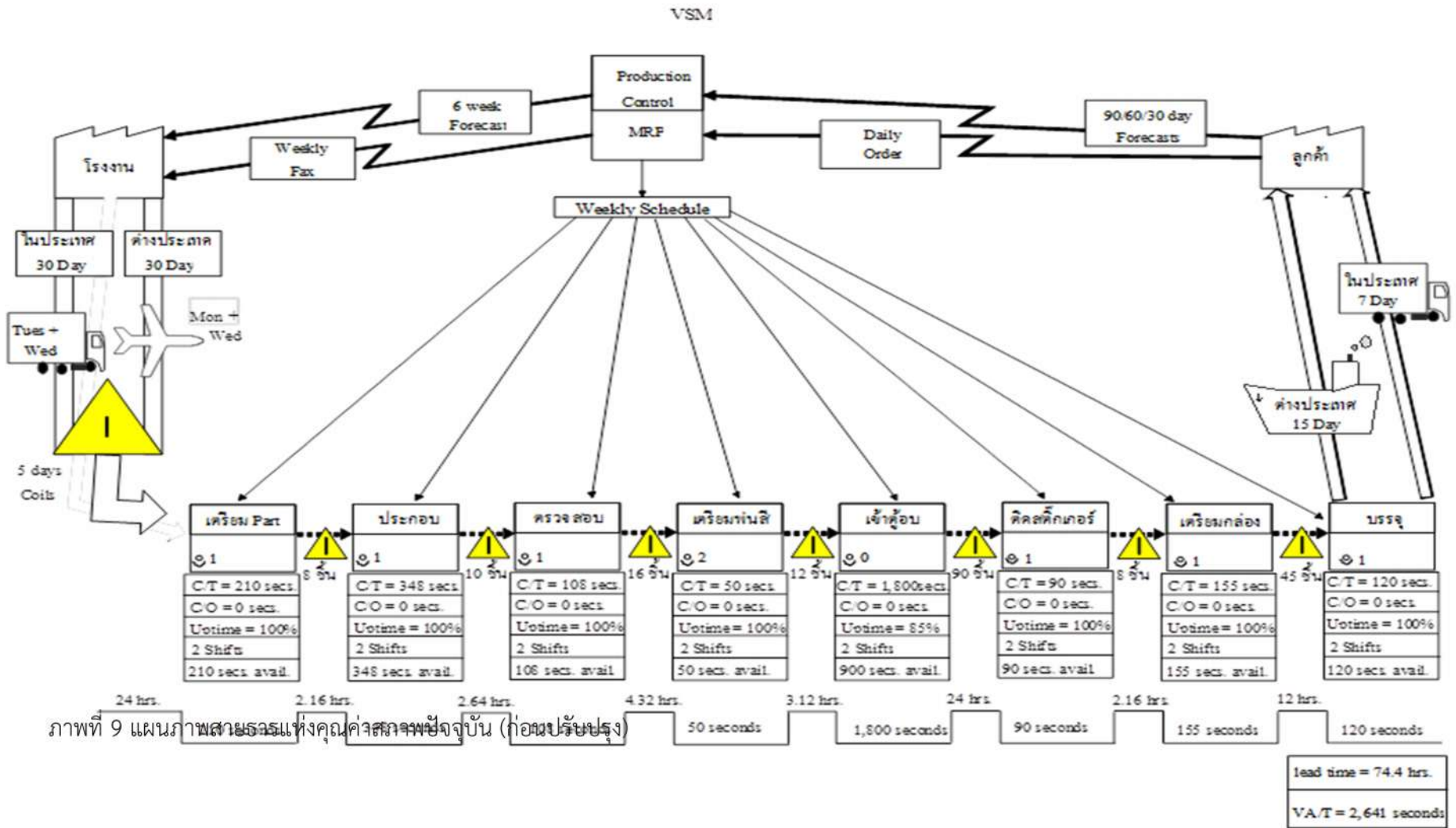


ภาพที่ 8 แสดงค่าร้อยละของยอดค้างส่ง 3 เดือนย้อนหลัง

จากภาพที่ 8 ผู้ศึกษาได้พิจารณาเลือกมอเตอร์ที่จะนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากยอดค้างส่ง 3 เดือนย้อนหลังมากที่สุด คือรุ่น(FK)1.5KW TFO-FK 4P 200V ที่มียอดค้างส่งสูงสุดเท่ากับร้อยละ 76 และจากภาพที่ 7 เป็นรุ่นที่มียอดการผลิตเท่ากับร้อยละ 15% จากยอดผลิตรวมอยู่ที่ 7,070 ตัว เดือนตุลาคม 2,520 ตัว เดือนกันยายน 2,340 ตัว และเดือนสิงหาคม 2,210 ตัว ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเลือกมอเตอร์รุ่น (FK)1.5KW TFO-FK 4P 200V มาศึกษา เพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดการรอคอยในกระบวนการผลิตซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบสินค้า

ขั้นตอนในกระบวนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้ารุ่น (FK) 1.5KW TFO-FK 4P 200V นั้นเหมือนขั้นตอนในกระบวนการประกอบมอเตอร์

4.3 วิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าโดยแผนภาพ VSM (Value Stream Mapping)



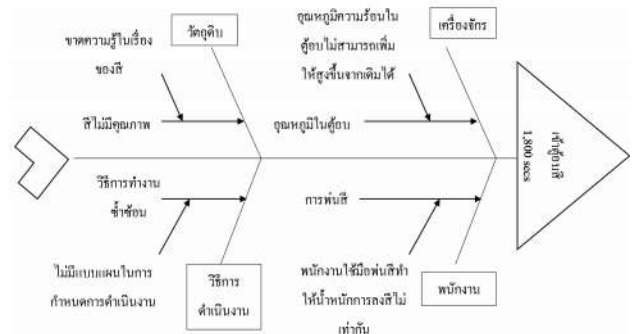
ภาพที่ 9 แผนภาพสายธารแห่งคุณค่าสภาวะปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง)

จากภาพที่ 9 แผนภาพ VSM ผู้ศึกษาได้ทำการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตพบว่าในขั้นตอนเข้าตู้อบสี มีระยะเวลามากถึง 900 วินาที ทำให้เกิด WIP ในขั้นตอนของการติดสติ๊กเกอร์อยู่ที่ 90 ชิ้น โดยใช้ระยะเวลานานถึง 24 ชั่วโมง ดังนั้นทางผู้ศึกษาจึงนำขั้นตอนที่เกิดเวลาในการรอคอยมากที่สุดนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่ เพื่อนำมาสร้างแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram Or Cause Effect Diagram)

4.4 วิเคราะห์ขั้นตอนในกระบวนการการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าโดยแผนภูมิ ก้างปลา (Fishbone Diagram or Cause Effect Diagram)

การสร้างแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram Or Cause Effect Diagram) ซึ่งสามารถวิเคราะห์แผนผังก้างปลาออกได้เป็น 2 กรณีดังต่อไปนี้

4.4.1 การวิเคราะห์แผนผังก้างปลาจากกรณีของปัญหาของขั้นตอนการเข้าตู้อบสี



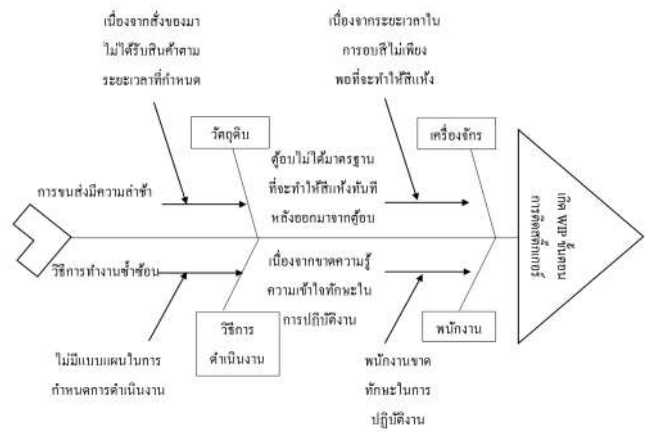
ภาพที่ 10 แสดงการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาของสาเหตุกรณีขั้นตอนการเข้าตู้อบสี

จากภาพที่ 10 ผู้ศึกษาได้พิจารณาแล้วสรุปผลดังตารางที่ 1 เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการอบสี

ตารางที่ 1 แสดงแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาขั้นตอนการเข้าตู้อบสี

ประเภท	สาเหตุ	คำอธิบาย	แนวทางการแก้ไข
เครื่องจักร	อุณหภูมิในตู้อบ	อุณหภูมิความร้อนในตู้อบไม่สามารถเพิ่มให้สูงขึ้นจากเดิมได้	เพิ่มรอบการเดินสายพานให้ช้าลงเพื่อให้ชิ้นงานอยู่ในตู้อบนานขึ้น
พนักงาน	การพันสี	พนักงานใช้มือพันสีทำให้น้ำหนักการลงสีไม่เท่ากัน	ใช้ระบบการพันสีที่เป็นแบบระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการพันสีแทนพนักงาน
วัตถุดิบ	สีไม่มีคุณภาพ	ขาดความรู้ในเรื่องของสี	ทางบริษัทควรศึกษาชนิดของสีให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์
วิธีการดำเนินงาน	วิธีการทำงานซ้ำซ้อน	ไม่มีแบบแผนในการกำหนดการดำเนินงาน	จัดทำแบบแผนในการปฏิบัติงานให้มีมาตรฐานเดียวกัน

4.4.2 การวิเคราะห์แผนผังก้างปลาจากกรณีของปัญหาการเกิด WIP ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์



ภาพที่ 11 แสดงการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาของสาเหตุกรณีของปัญหาการเกิด WIP ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์

ตารางที่ 2 แสดงแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากการวิเคราะห์แผนผังก้างปลากรณีของปัญหาจากการเกิด WIP ในขั้นตอนการติดสติ๊กเกอร์

ประเภท	สาเหตุ	คำอธิบาย	แนวทางการแก้ไข
เครื่องจักร	ตู้อบไม่ได้มาตรฐานที่จะทำให้สีแห้งทันทีหลังออกมาจากตู้อบ	ระยะเวลาในการอบสีไม่เพียงพอที่จะทำให้สีแห้ง	- ขยายตู้อบออกมาเพื่อให้ระยะเวลาเพียงพอที่จะทำให้สีแห้ง - สั่งซื้อพาเลทความร้อนเพื่อมาวางชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบ - คิดตั้งพัคลมเพื่อเป่าชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบ
พนักงาน	พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจทักษะในการปฏิบัติงาน	- ควรมีการอบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการปฏิบัติงานให้แก่พนักงาน - สร้างแบบแผนปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐาน
วัตถุดิบ	การขนส่งมีความล่าช้า	เนื่องจากสั่งของมาไม่ได้รับสินค้าตามระยะเวลาที่กำหนด	ศึกษาประวัติของ Suppliers หลายๆ Suppliers ก่อนจะทำการสั่งซื้อ
วิธีการดำเนินงาน	วิธีการทำงานซ้ำซ้อน	ไม่มีแบบแผนในการกำหนดการดำเนินงาน	จัดทำแบบแผนในการปฏิบัติงานให้มีมาตรฐานเดียวกัน

5. สรุปผลการศึกษา

จากการดำเนินการศึกษาแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่า ขณะที่ตู้อบทำงานจะเกิดเวลาในการรอคอย 24 ชั่วโมง ทำให้เกิดงานระหว่างทำ (Work In Process: WIP) ในขั้นตอนนี้ เนื่องจากระยะเวลาในการอบสีไม่เพียงพอที่จะทำให้สีแห้ง ตู้อบไม่ได้มาตรฐานที่จะทำให้สีแห้งได้ทันทีที่ออกมาจากตู้อบ พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับทางบริษัท ฮิตาชิ อินดัส เตรีแยล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ได้ดังนี้ 1) ขยายตู้อบออกมาเพื่อให้ระยะเวลาเพียงพอที่จะทำให้สีแห้ง 2) สั่งซื้อพาเลทความร้อนเพื่อมาวางชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบ 3) คิดตั้งพัคลมเพื่อเป่าชิ้นงานหลังออกมาจากตู้อบ 4) ควรมีการอบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการปฏิบัติงานให้แก่พนักงาน 4) สร้างแบบแผนปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานจึงจะทำให้ลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] James P. Womack, Daniel T. Jones (ผู้เขียน), วิทยา สุหฤตารัง, ดร. ยุกา กลอนกลาง. แนวคิดแบบลีน. สำนักพิมพ์ อีไอ สแควร์ พับลิชชิ่ง จำกัด. หน้า 15-209 กรุงเทพฯ : อี.ไอ.สแควร์.
- [2] รศ.ดร.มังกร โรจน์ประภากร, 2550, ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TOYOTA Production System) ฉบับเข้าใจง่าย. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] ซานโตส, ฮาเวียร์. 2551. ปรับปรุงการผลิต ด้วยแนวคิดแบบลีน (Improving Production with Lean Thinking). กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.
- [4] นิพนธ์ บัวแก้ว. 2547. รู้จัก...ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing system). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [5] คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2547. โลจิสติกส์เพื่อการผลิตและการจัดการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด นัฐพรการพิมพ์.
- [6] พิเชษฐ พุ่มเกษร และกัศจรัส บุญประสิทธิ์. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ด้วยแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง, การประชุมวิชาการข่างานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2552.

การจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานภายในองค์กรโดยประยุกต์ใช้ PIVOT TABLE

Data Management of Organization by PIVOT TABLE

ณรงค์กร พิทักษ์เจริญวงศ์, นพณัช พวงมาลี *, และนพพล น้อยแก้ว

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

1061 ซอย อีสราภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600.

*p_puangmalee@hotmail.com, 082-494-8111

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานภายในองค์กรโดยประยุกต์ใช้ PIVOT TABLE เนื่องจากในแต่ละวัน มีข้อมูลจำนวนมากและต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการสรุปข้อมูล, การออกรายงานให้กับฝ่ายต่างๆ เป็นจำนวนมาก อีกทั้งประสบปัญหาขาดแคลนผู้ชำนาญการหรือไม่มีเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ทำให้ไม่สามารถจัดการข้อมูลให้กับฝ่ายต่างๆ ในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฟังก์ชัน PIVOT TABLE เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูล รวมถึงการสรุปข้อมูล การเรียงข้อมูลอัตโนมัติ การนับจำนวน และหาค่าเฉลี่ย ฯลฯ อีกทั้งยังสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้อัตโนมัติ ซึ่งจากการดำเนินการจัดการข้อมูลด้วย PIVOT TABLE และการประเมินผลจากผู้ใช้งานจริง พบว่า ร้อยละ 74 ให้ความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของ PIVOT มากที่สุดและอีกร้อยละ 91 ให้เหตุผลในความเที่ยงตรงของข้อมูลที่สรุปตรงกับฐานข้อมูล ดังนั้น PIVOT TABLE สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานภายในองค์กรได้.

คำหลัก: PIVOT TABLE / การบริหารงานองค์กรด้วย PIVOT TABLE / การจัดการข้อมูลองค์กร

Abstract

This research for data management of organization by PIVOT TABLE. Everyday have more reports data and lost a worker. When don't has IT. The Organization can't management for business in this case. The PIVOT TABLE has talent is auto sort data calculate and average. The results of the evaluation showed that 74% effective summary. And The accuracy of the information 91%. So, The PIVOT is a possibility to the tools of the Organization Management.

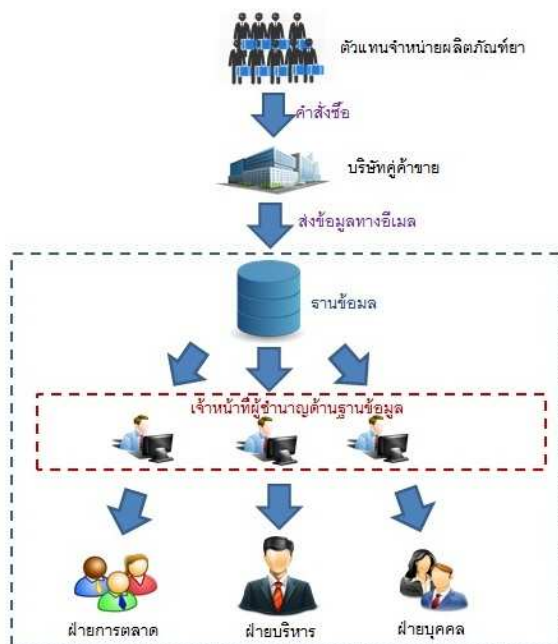
Keywords: PIVOT TABLE / The Organization Management by PIVOT / Summary Sales Report by PIVOT TABLE

1. บทนำ

ในโลกปัจจุบันการบริหารงานต่างๆต้องอาศัยเทคโนโลยีและข้อมูลที่จำเป็นมากมาย เพื่อช่วยในการพัฒนาองค์กรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดดังนั้นข้อมูลจึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก

บริษัท เอ.เมเนารีนี จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิต – นำเข้า ผลิตภัณฑ์ยาและเครื่องสำอางเพื่อจัดจำหน่ายภายในประเทศ ยกตัวอย่าง เช่น DERMATIX GEL , GLYDERM และอื่นๆ อีกมากมาย มีตัวแทนจำหน่ายทั้งในกรุงเทพฯ ปริมณฑล และต่างจังหวัด ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในการจัดการและบริหารองค์กรด้านการขายและข้อมูลที่สำคัญต่างๆ จากพนักงานจากฝ่ายต่างๆ เพื่อมาวิเคราะห์ ข้อมูลรายงานส่วนใหญ่มักจะมาจากฝ่ายต่างๆ เช่น ข้อมูลการขาย ยอดขาย ข้อมูลเหล่านี้มีจำนวนมากที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล

โดยการจัดเก็บข้อมูลของบริษัทจะเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งการจัดการจะต้องให้ผู้ชำนาญด้านฐานข้อมูลเข้ามาดำเนินการ (แสดงดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 โครงสร้างกระบวนการได้มาของข้อมูล

ในบางครั้งประสบปัญหาขาดผู้ชำนาญการในการรายงานข้อมูลให้กับองค์กรหรือฝ่ายบริหาร ปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นกับทุกๆ บริษัท จากปัญหาดังกล่าว

จึงเห็นความเป็นไปได้ที่ PIVOT TABLE นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสรุปยอดขายผลิตภัณฑ์ยาแต่ละเดือน รายงานปฏิบัติงานของพนักงานขาย รวมไปถึงสรุปยอดขายในแต่ละภูมิภาค ผู้วิจัยจึงได้เลือก PIVOT เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาโดยเลือกใช้ฟังก์ชัน PIVOT TABLE ในโปรแกรม MSOffice2010 เพื่อการจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานภายในองค์กร

2. ความหมายและฟังก์ชัน PIVOT TABLE

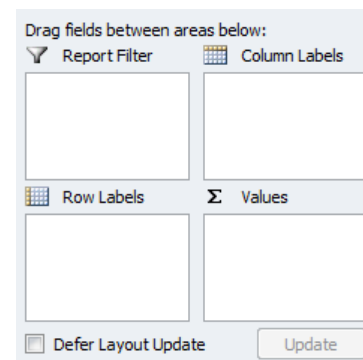
PIVOT TABLE เป็นเครื่องมือบน Excel ที่นำข้อมูลที่อยู่ในลักษณะตารางฐานข้อมูล มาคำนวณผลลัพธ์และแสดงผลในรูปแบบที่ต้องการได้ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

Report Filter = ทำหน้าที่คัดกรองข้อมูลบน Pivot ให้แสดงเฉพาะข้อมูลที่อยู่บรรทัดเดียวกับ Item ใน Field List ที่กำหนด

Column Label = เป็นการเอาข้อมูลในรูปแบบประเภท/หัวข้อ/กลุ่ม มาไว้ที่หัวตาราง Pivot (ด้านบน) เพื่อให้เกิดการจัดกลุ่มแบบคอลัมน์

Row Label = เป็นการเอาข้อมูลในรูปแบบประเภท/หัวข้อ/กลุ่ม มาไว้ที่ด้านซ้ายของตาราง Pivot (ด้านบน) เพื่อให้เกิดการจัดกลุ่มแบบแถว

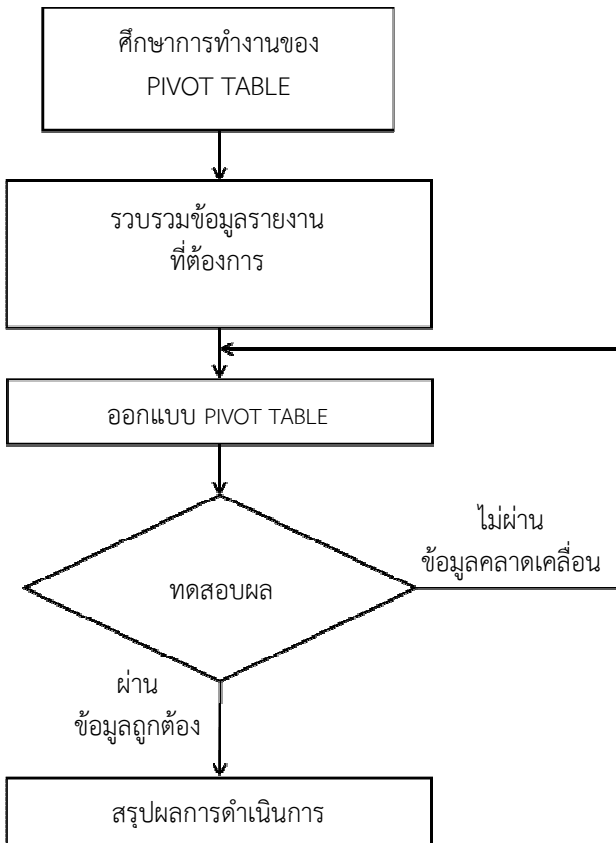
Values = เป็นการคำนวณสรุปค่าทางสถิติ ทำได้หลายรูปแบบ เช่น SUM, Count, Average, Max, Min (แสดงดังรูปที่2)



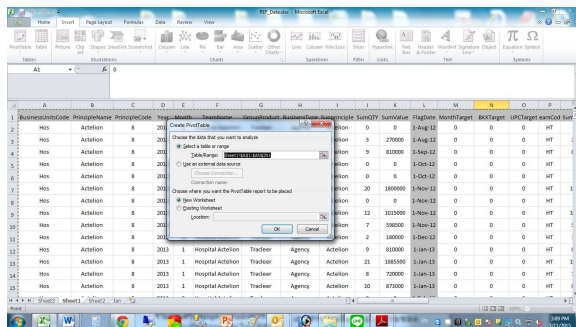
รูปที่ 2 ฟังก์ชัน PIVOT TABLE

3. ขั้นตอนและการดำเนินการวิจัย

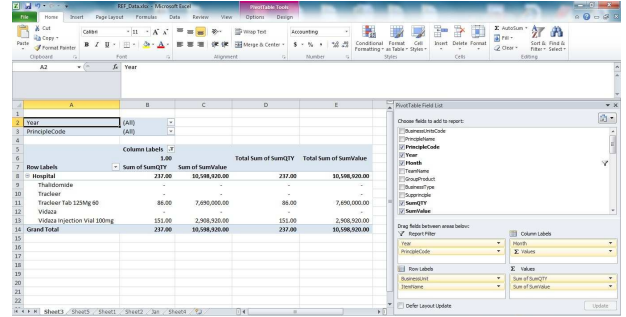
3.1 ศึกษาการทำงานและออกแบบ PIVOT TABLE จาก MS Excel 2010 (แสดงดังรูปที่3) โดยเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลที่เก็บไว้ จากนั้นเลือกข้อมูลคอลัมน์และแถวตามที่ต้องการทราบผลลัพธ์ ทดสอบความถูกต้องของข้อมูลตรวจสอบผลลัพธ์ (แสดงดังภาพ5)



รูปที่ 3 Flowchart ขั้นตอนการดำเนินการ



รูปที่ 4 ฐานข้อมูล



รูปที่ 5 ผลลัพธ์ที่ได้จาก PIVOT

3.2 ประเมินผลจากแบบสอบถามจากผู้ใช้งานจริงจำนวนทั้งหมด 35 คน (แสดงดังรูปที่ 6) โดยประเมินผลจาก 4 หัวข้อหลักคือ ประสิทธิภาพในการสรุปข้อมูล ความเที่ยงตรงของข้อมูล ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล และรูปแบบในการแสดงผลข้อมูล



รูปที่ 6 ประเมินผลจากผู้ใช้งานจริง

4. ผลการวิจัย

ผลจากการใช้ PIVOT TABLE ทำให้สรุปข้อมูลได้รวดเร็ว จัดการข้อมูลและมีประสิทธิภาพในการแสดงผลสูงจัดการได้ง่าย (แสดงดังรูปที่7)

Year	PrincipleCode	Sum of SumValue	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	Grand Total
Hospital		10,598,920.00	8,146,029.00	11,786,940.00	17,400,259.00	4,502,017.50	52,434,165.50	
Revidm								
Revidm 10mg Capsule 10mg 21			851,268.00	708,750.00	945,000.00	1,025,030.00	3,530,048.00	
Revidm 15mg Capsule 15mg 21				393,750.00			393,750.00	
Revidm 25mg Capsule 25mg 21			944,011.00		1,418,489.00		933,187.50	3,295,687.50
Revidm 5mg Capsule 5mg 21							(200,690.00)	
Thalidomide								
Thalidomide Celgene Capsule 50mg 28			1,610,840.00	779,240.00	4,749,360.00	1,568,490.00	8,707,930.00	
Tradeer								
Tradeer Tab 125mg 60		7,690,000.00		7,507,000.00		3,993,500.00		19,190,500.00
Vidaza								
Vidaza Injection Vial 100mg		2,908,920.00	4,739,910.00	2,398,200.00	6,293,910.00	1,176,000.00		17,516,940.00
Grand Total		10,598,920.00	8,146,029.00	11,786,940.00	17,400,259.00	4,502,017.50	52,434,165.50	

รูปที่7 ผลลัพธ์ที่ได้จาก PIVOT TABLE

การประเมินแบบสอบถาม จากจำนวนทั้งหมด35 คนเก็บข้อมูล ณ วันที่ 10 ก.พ. 58ประเมินผลได้ดังนี้

- ประสิทธิภาพของ PIVOT TABLE ในการสรุปข้อมูลคิดเป็นร้อยละ74
- ความเที่ยงตรงของข้อมูลที่สรุปคิดเป็นร้อยละ 91
- ความปลอดภัยในการเข้าถึงฐานข้อมูลหลักคิดเป็นร้อยละ 63
- รูปแบบในการแสดงผลข้อมูลที่เข้าใจง่ายคิดเป็นร้อยละ92

หลังจากใช้งานแล้วพบว่าสามารถจัดการข้อมูลให้กับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น(แสดงดังตารางที่1)

ตารางที่1 ตารางสรุปผลแบบสอบถาม

หัวข้อในการประเมิน	ร้อยละ
ประสิทธิภาพในการสรุปข้อมูล	74
ความเที่ยงตรงของข้อมูล	91
ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล	63
รูปแบบในการแสดงผลข้อมูล	92

5. สรุปผลการดำเนินการ

สรุปผลการประเมินแบบสอบถามพบว่า PIVOT TABLE มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงถึงร้อยละ74 และมีความเที่ยงตรงในการสรุปข้อมูลได้ตรงกับฐานข้อมูลถึงร้อยละ 91

ส่วนเรื่องความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของ PIVOT TABLE ร้อยละ 63 โดยให้เหตุผลว่าผู้ใช้งานยังขาดความรู้และความเข้าใจในการทำงานของ PIVOT TABLE

ข้อเสนอแนะอาจต้องจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของ PIVOT TABLE รวมไปถึงความปลอดภัยในการใช้งานกับ PIVOT TABLE ในการเข้าถึงฐานข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน

ดังนั้น PIVOT TABLE สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูลเพื่อการบริหารงานในองค์กรได้

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่อง การรายงานข้อมูลให้กับองค์กรด้วย PIVOT TABLE นี้สำเร็จได้เพราะได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์หลายท่าน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ นพณัช พวงมาลี อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และแนะนำหัวข้อที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง และให้คำปรึกษาในการวางแผนในการเรียนตลอดหลักสูตรนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ นพพล น้อยแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำในเรื่องการเรียบเรียงเนื้อหาข้อมูล รวมไปถึงการบรรยายที่มาของเหตุที่มาของปัญหาในครั้งนี้ และให้คำปรึกษาในการวางแผนการดำเนินการเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อัจฉรา ผ่องพิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำเสนอแนะ ซึ่งสิ่งที่ได้เรียนกับอาจารย์เป็นแรงบันดาลใจโดยตรงที่ทำให้ผู้ศึกษาตัดสินใจเลือกหัวข้อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเรื่องนี้ ตลอดจนการให้คำแนะนำในการค้นคว้า เพิ่มเติม และการช่วยตรวจตราแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ได้งานที่มีความสมบูรณ์

7. เอกสารอ้างอิง

บทความวิชาการ

- [1] ปรีดาภรณ์ ยืนฐานะกุล. (2550). การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้Microsoft Excel (Data Analysis using Microsoft Excel). วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 10, กรกฎาคม 2550,หน้า 1-2
- [2] พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์, ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. (2552). การใช้โปรแกรม เอ็กเซล โซลเวอร์เพื่อปรับปรุงการจัดรถขนส่งสินค้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 9, พฤศจิกายน 2552, หน้า 1

รายงานวิจัย

- [1] พิชาติ ยาพันธ์. (2554 , 3).รายงานวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการปริมาณความต้องการวัตถุดิบ และทรัพยากรในกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรม

Microsoft Excel. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาการจัดการวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

[2] พัฒนพงศ์ สุวรรณชาติ และ สุภาภรณ์ คงสวัสดิ์.
(2550,1). การประยุกต์ใช้ Excel กับงานบัญชี
(Application of Microsoft Excel in Accounting).
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

เว็บไซต์

[1] จินดา ไตรเวช.(2550),แหล่ง
ที่มา ,http://pe.swu.ac.th/upload/km/km_04-04-2555_file1356.pdf,
เข้าดูเมื่อวันที่ 10/01/2558.

หนังสือ

[1] รองศาสตราจารย์ พินันท์ คงคาเพชร. (2553). การวิเคราะห์สถิติเพื่อการวิจัยและประเมินผลด้วย
โปรแกรมเอ็กเซล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น

[2] พินันท์ คงคาเพชร. (2554). การวิเคราะห์สถิติเพื่อการวิจัยและประเมินผลด้วยโปรแกรมเอ็กเซล =
Statistical. Analysis for Research and Evaluation with Excel Program. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แด
เน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น, 2554.

การศึกษาและออกแบบ Service Valve สารทำความเย็นต้นแบบในงานซ่อมบำรุง เครื่องปรับอากาศ

Study and Design Service Valve master refrigerant in air conditioning maintenance.

ณรงค์ศักดิ์ ฉาวเล็ก ,สรรัชย์ วีรหงส์, ปาริฉัตร สนกรุด และเศรษฐวิทย์แสงทิพย์

สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*0parichat0@gmail.com, 084-4544690, 034-433152

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบหัวชาร์จสารทำความเย็นต้นแบบในงานซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างหัวชาร์จสารทำความเย็นที่ช่วยเรื่องความปลอดภัยในงานซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศของบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยและลดการเกิดอุบัติเหตุในการถอดสายเกจในงานซ่อมบำรุงและวัดสารทำความเย็น วัสดุที่ใช้ทำชิ้นงานประกอบด้วยหัวต่อวาล์วใส่ครวาล์วที่ใช้เปิดและปิดแรงดันจากสารทำความเย็นโดยใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อการใช้งานสามารถเชื่อมต่อชิ้นงานได้ง่ายและไม่เป็นสนิมเช่นทองแดงและทองเหลืองเป็นส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่มีอยู่ตามท้องตลาด และทำการออกแบบชิ้นงานโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ G-STAR CAD โดยเรียกอุปกรณ์ชิ้นนี้ว่า “วาล์วบริการต้นแบบ” ผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยการนำไปใช้ในงานซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศภายใน บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย (จำกัด) สรุปได้ว่า วาล์วบริการต้นแบบที่ได้สร้างขึ้นมานั้น สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็วและไม่เกิดอันตรายจากสารทำความเย็นและสามารถลดการสูญเสียของสารทำความเย็นในขณะถอดสายวัดออกจากระบบทำความเย็นได้

คำหลัก: สารทำความเย็น ,เครื่องปรับอากาศ,วาล์วบริการต้นแบบ

Abstract

This research is the study and design of a prototype charging refrigerant in air conditioning maintenance to the charging of refrigerant that the safety and maintenance of air conditioning and the Aeronautical Radio of Thailand. accidents to disconnect the package in the maintenance and measure the refrigerant. Materials used include manufacturing valves per cylinder head valves are also used to open and close the pressure of the refrigerant, using materials that are strong and durable to use and easy to connect the pieces and do not rust. such as copper and brass components and devices available on the market. And product designs using G-STAR CAD drawings by calling device that. "Valve underlying service" performance test by applying to the maintenance of air-conditioners. Ref. Radio of Thailand (Public) concluded that a master valve that created it. The ability to work quickly and without danger of refrigerant and can reduce the loss of refrigerant while removing disconnect the coolingsystem.

Keywords: Refrigerant ,Air Conditioning, Master Service Valve

1. บทนำ

ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศนับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ จะเห็นได้ว่าเครื่องปรับอากาศเป็นที่นิยมกันเกือบทุกครัวเรือนไม่เว้นแม้แต่โรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนห้างสรรพสินค้า ออฟฟิศหรือสำนักงาน ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศมีผลมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเห็นได้จากภาพถ่ายการหดหายไปของภูเขาน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การผันแปรของอากาศที่สัมผัสได้ในชีวิตประจำวัน การใช้เครื่องปรับอากาศเป็นประจำทุกวันโดยไม่การบำรุงรักษานั้นมีผลทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและอาจเกิดการชำรุดเสียหายได้ ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศซึ่ง บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย (จกท) ก็เป็นอีกหนึ่งบริษัทที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ ขนาดต่างๆ และมีความจำเป็นที่จะต้องบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ตามแผนงาน (PM) Preventive Maintenance ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศในแต่ละขนาดก็จะแตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้บริเวณพื้นที่ที่จำกัดไว้ภายในห้องเล็กๆ ของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ อย่างเช่น Package Water Cooled Air (PWC) ซึ่งในการซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศชนิดนี้ต้องทำการวัดสารทำความเย็นอย่างบ่อยครั้ง ทำให้ช่างซ่อมบำรุงได้รับบาดเจ็บจากความเย็นที่ฉีดออกมาจากสายเกจวัดสารทำความเย็นบ่อยครั้งตามไปด้วย การเติมสารทำความเย็นและวัดสารทำความเย็นเนื่องจากพื้นที่อันแคบและสายเกจวัดสารทำความเย็นที่ออกแบบมาเพื่อกดไล่สารจากวาล์วตรงนั้นทำได้ยากและความปลอดภัยน้อยมากเมื่ออยู่ในที่คับแคบ ดังนั้นจึงมีการศึกษาและออกแบบเพื่อสร้างหัวชาร์จสารทำความเย็นที่ช่วยเรื่องความปลอดภัยในงานซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศและเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุในการถอดสายเกจวัดสารทำความเย็น

2. วิธีการเติมสารทำความเย็น

ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่หรือซ่อมระบบสารทำความเย็นนั้นให้ทำการ Vacuum ในระบบเสียก่อน (รูปที่ 1) จากนั้นทำการเติมสารทำความเย็นโดยไล่อากาศภายในสายเกจออก เติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบด้วย Liquid หรือสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวเข้าสู่ท่อ Hi Pressure ในขณะที่ยังไม่ได้ทำการเปิดเครื่องปรับอากาศวิธีการนี้ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศหรือซ่อมเครื่องปรับอากาศที่เพิ่งทำการ Vacuum เสร็จโดยไม่มีสารทำความเย็นอยู่ในระบบเท่านั้นเหตุผลเพราะถ้าเติมเป็น GAS เข้าสู่ระบบจะทำให้ถึงสารทำความเย็นแรงดันภายในถึงลดลงจนไม่สามารถเติมเข้าสู่ระบบได้ จากนั้นทำการเติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบอีกด้วยด้วย Low Pressure โดยใช้สถานะของสารทำความเย็นเป็น GAS ทำการเปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศพร้อมทั้งเติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบ จนแรงดันสารทำความเย็นตรงตามมาตรฐานที่กำหนดของเครื่องปรับอากาศแต่ละชนิด



รูปที่ 1 เครื่อง Vacuum ระบบสารทำความเย็น

การเติมน้ำยาในระบบทำความเย็นนั้นสายสีแดงที่เห็นในภาพคือ Hi Pressure และสายสีน้ำเงินก็คือ Low Pressure โดยจะทำการเติมน้ำยาในด้าน Low Pressure ในระดับแรงดันน้ำยาที่ 60 PSI และ Hi Pressure จะอยู่ที่ประมาณ 220 – 250 PSI



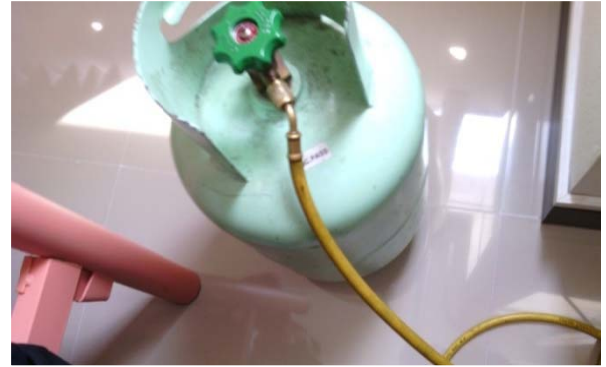
รูปที่ 2 การเติมสารทำความเย็นระบบทำความเย็น

1. ต่อสาย Pressure Gauge เข้าทางด้าน Hi Pressure และ Low Pressure การต่อสาย Pressure Gauge สายสีแดงจะเป็นการต่อเข้ากับ Hi Pressure และสายสีน้ำเงินจะถูกต่อเข้ากับวาล์วไส้ศรของทางด้าน Low Pressure จากนั้นต่อสายเส้นสีเหลืองที่อยู่ตรงกลางของ Pressure Gauge เข้ากับถังสารทำความเย็น R22 (รูปที่ 2)



รูปที่ 3 การต่อสาย Pressure Gauge

2. ทำการเติมสารทำความเย็น R22 ที่เป็นแก๊สเข้าไปในระบบทำความเย็นทางด้าน Low Pressure หรือสายสีน้ำเงินโดยการเปิดวาล์ว Pressure Gauge ในขณะที่ทำการเติมสารทำความเย็น เครื่องปรับอากาศจะต้องทำงานปิดวาล์ว Pressure Gauge เพื่อใช้ระดับแรงดันสารทำความเย็นเป็นระยะ

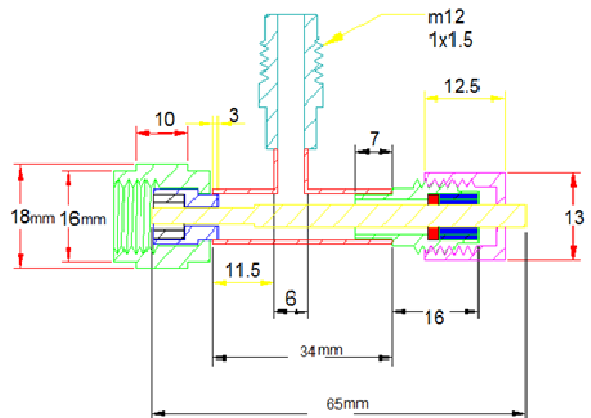


รูปที่ 4 การต่อสาย Pressure Gauge กับสารทำความเย็น R22

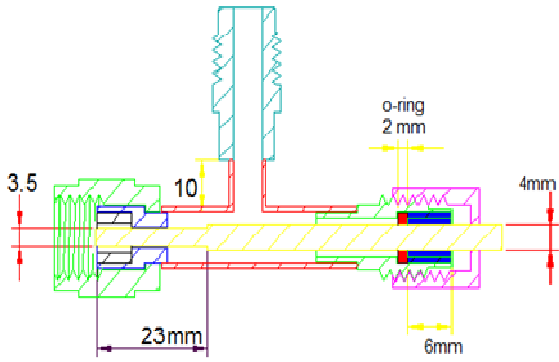
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

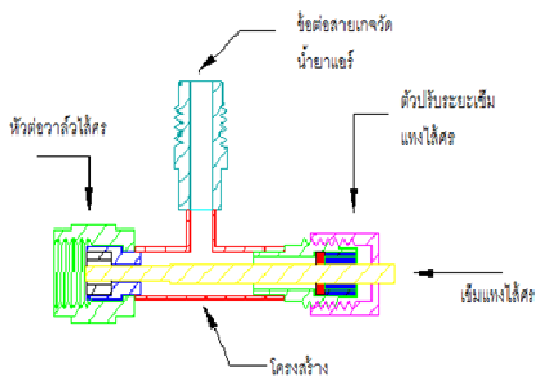
จากการวิจัยได้ทำการศึกษาและทำการเขียนแบบวาล์วบริการต้นแบบ ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของตัววาล์วบริการนั้นอันดับแรกออกแบบให้ตัวชาร์จเจอร์มีอุปกรณ์มาตรฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเชื่อมต่อสายเกจวัดสารทำความเย็น (Pressure Gauge) และวาล์วไส้ศรเสียก่อนจากนั้นเริ่มสร้างกลไกเปิด-ปิดวาล์วไส้ศรโดยใช้หลักการในการกดเปิดวาล์วและยกปิดวาล์วด้วยเกลียว เริ่มออกแบบชิ้นงานโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบ G-STAR CAD (รูปที่ 5,6,7)



รูปที่ 5 แบบชิ้นงานและเส้นกำหนดขนาดชิ้นงานส่วนที่ 1



รูปที่ 6 แบบชิ้นงานและเส้นกำหนดขนาดชิ้นงานส่วนที่ 2



รูปที่ 7 ส่วนประกอบหลักของวาล์วบริการต้นแบบ

3.2 วิธีการใช้งาน

1. หัวต่อวาล์วได้ครจะทำหน้าที่ต่อเข้ากับวาล์วได้คร เหมือนกับหัวต่อของสายเกจวัดสารทำความเย็น
2. ข้อต่อสายเกจวัดสารทำความเย็นทำหน้าที่เชื่อมต่อกับวาล์วบริการกับสายเกจวัดสารทำความเย็น
3. เติมแก๊สได้ครทำหน้าที่เปิดและปิดวาล์วได้คร ของเครื่องปรับอากาศ
4. ตัวปรับระยะเข็มได้ครทำหน้าที่ปรับระยะเข็ม เพื่อที่จะเปิดและปิดวาล์วได้คร ของเครื่องปรับอากาศ

ในการใช้งานจะต้องวาล์วบริการขนาดเล็กตัวนี้เข้ากับสาย Pressure Gauge เสียก่อนแล้วจึงนำมาต่อกับวาล์วได้ครของเครื่องปรับอากาศจากนั้นหมุนตัวปรับระยะเข็มเพื่อให้เข็มได้ครกวาล์วได้ครของเครื่องปรับอากาศการวัดสารทำความเย็นจึงจะสมบูรณ์เมื่อวัดสารทำความเย็นเสร็จแล้วให้ทำการหมุนตัวปรับระยะเข็มได้ครคลายออกเพื่อให้วาล์วได้ครปิด

ก่อนถอดสาย Pressure Gauge เมื่อวาล์วได้ครของเครื่องปรับอากาศถูกปิดแล้วก็จะไม่มีสารทำความเย็นรั่วไหลออกมานั่นเอง



รูปที่ 8 วาล์วบริการต้นแบบ

4. ผลการทดลอง

การทดสอบวาล์วบริการขนาดเล็กนั้นจะทำการทดสอบโดยเปิดเครื่องปรับอากาศและทดลองใช้เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานระหว่างการวัด Pressure Gauge แบบเดิมกับแบบใช้วาล์วบริการ ว่าสามารถที่จะแก้ไขปัญหาในส่วนของ Pressure Gauge ด้าน Hi Pressure ได้หรือไม่

ผลการทดลองการใช้วาล์วบริการร่วมกับสาย Pressure Gauge การต่อใช้งานวาล์วบริการขนาดเล็ก (รูปที่ 13)



รูปที่ 9 การต่อใช้งานวาล์วบริการขนาดเล็ก

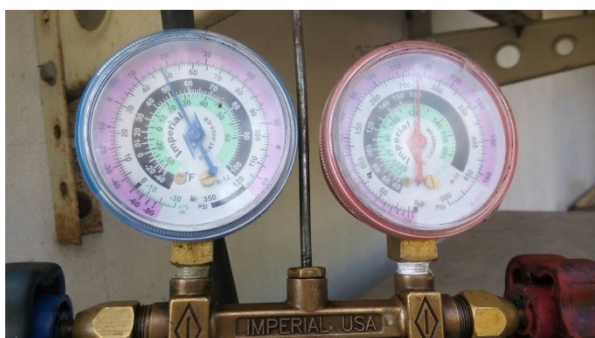
ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวาล์วบริการต้นแบบทั้งหมด 7 ครั้งโดยการถอดวาล์วบริการต้นแบบออกจากวาล์วได้คร (รูปที่ 10) ผลการทดสอบคือสามารถใช้งานได้ดี ทนแรงดันสารทำความ

เย็นโดยไม่มีการรั่วไหลและสามารถเปิดปิดวาล์วไส้ศร เพื่อถอดสายเกจได้อย่างปลอดภัย



รูปที่ 10 การถอดวาล์วบริการต้นแบบ

ดังนั้นวาล์วบริการต้นแบบจึงมีส่วนสำคัญอยู่มาก ทั้งในด้านความปลอดภัยและในด้านการปฏิบัติงานที่ สะดวกขึ้นในการทดสอบการวัดแรงดันสารทำความ เย็น วาล์วบริการที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทนแรงดัน สารทำความเย็นที่ 270 PSI ได้ดีและไม่มี การรั่วไหล ของน้ำสารทำความเย็น (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 แสดง Pressure Gauge ขณะทำการวัด

วาล์วบริการขนาดเล็กสามารถเปิดและปิดวาล์วไส้ศรตามที่ได้กำหนดขอบเขตไว้และสามารถทนแรงดัน สารทำความเย็นประมาณ 300 PSI สามารถถอดสาย เกจวัดสารทำความเย็นได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ต้อง ปิดเครื่องปรับอากาศ

4.1 ต้นทุนในการสร้างวาล์วบริการขนาดเล็ก

วัสดุอุปกรณ์	จำนวน	ราคา(บาท)
วาล์วไส้ศร	2	60
ทองเหลืองเส้น	1	30
หัวต่อสายเกจ	1	80
ท่อทองแดง	1	10
ยางโอริง	1	10
ลูกยางหัวต่อสายเกจ	1	10
ค่าแรง (เหมา)	-	150
รวม		350

ตารางที่ 1 ต้นทุนในการสร้างวาล์วบริการต้นแบบ

5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการทดสอบเรื่องความปลอดภัยในการใช้วาล์ว บริการต้นแบบเมื่อเทียบกับการต่อสายเกจแบบเดิม พบว่า การใช้สายเกจวัดสารทำความเย็นในด้าน Hi Pressure แบบทั่วไปมีการรั่วไหลของสารทำความเย็น เนื่องแรงดันที่สูงจากสารทำความเย็นจึงทำให้เกิด อันตรายจากสารทำความเย็นที่พุ่งออกมา เมื่อต่อ วาล์วบริการต้นแบบเข้าไปวาล์วบริการต้นแบบจะทำ หน้าที่ปิดวงจรสารทำความเย็นทำให้ไม่มีอันตราย เกิดขึ้น จึงทำให้ในการถอดสายเกจแต่ละครั้งจะมีสาร ทำความเย็นไหลออกมาน้อยมากหรือมีเพียงสารทำ ความเย็นที่ค้างสายเกจเท่านั้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์เศรษฐวิทย์ แสงทิพย์ ที่ เป็นที่ปรึกษาบทความนี้และขอขอบพระคุณอาจารย์ ในคณะกรรมการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีที่ให้ คำปรึกษารวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ อย่างยิ่งในการจัดทำบทความนี้ และขอขอบพระคุณ บริษัท วิทยูการบิณแห่งประเทศไทย (จำกัด) และ พนักงานทุกคนที่ให้ข้อมูลต่างๆ ในการทำบทความลุ่ม นี้ จนกระทั่งโครงการสำเร็จไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ - คลังสมองออนไลน์ www.ubmthai.com/
- [2] สุเทพ วิชาเรืองวิทย์, ปณณธร สายสนิท, วินัย จันทรเพ็ง “เครื่องดูดเก็บน้ำยาความเย็นเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 2551
- [3] ปิติณัตต์ ตริวงศ์ “ชุดระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศโดยใช้ดินดูดซับความร้อนวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่7 ฉบับที่1 มกราคม – มิถุนายน 2554
- [4] ปราโมทย์ ภูพานทอง “อุปกรณ์ต้นแบบการแยกเงินจากน้ำยาล้างฟิล์มสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง” รายงานวิชาการ ฉบับที่ กล 4/2545 สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่
- [5] จันทรจิรา วงษ์มิตร, ณ์ภูษพล ป้อมเด็ด, พิทยุตม์ กำแพง “เครื่องต้นแบบซีลปิดปากถุงแบบจับจีบ” ปรินญาณิพนธ์ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 2554

แนวทางการลดการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหน้าแปลนท่อลำเลียงน้ำมัน

Part no.15407-0L050

Guidelines for reducing the waste in the production process of flange parts pipes transporting oil. Part no. 15407-0L050.

วรพล อธิธิรักษ์ อภิวัฒน์ สุวรรณโณ เสาวนีย์ คงสินธุ์และ นพนันต์ เมืองเหนือ*
 สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรีกรุงเทพ 10600
 *Down_31@hotmail.com , 086-265-1935

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับของเสียในกระบวนการผลิต Part no.15407-0L050 ซึ่งเป็น ท่อลำเลียงน้ำมันเพื่อไปหล่อเย็นแกน โทไบน์ของเทอร์โบชาร์จเจอร์นั้น พบว่าก่อนที่จะเป็นสินค้าเพื่อ ส่งให้กับลูกค้ามีชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากโดยทางกลุ่มได้นำปัญหาต่างๆ มาทำการวิเคราะห์ด้วย หลัก 4 M คือ คน เครื่องจักร วัสดุดิบ และ วิธีการ โดยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิต้นไม้โดย กำหนดให้หาสาเหตุ ของหน้าแปลนเป็นรอยขีดข่วนเพราะเป็นของกำหนดของลูกค้าห้ามมีรอยขีดข่วน บริเวณหน้าแปลนทำให้ยอดการผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้และยอดของเสียยังเกินที่แผนกได้กำหนดไว้คือไม่เกิน 500 PPMแต่ของเสียที่ทางกลุ่มได้รวบรวมจากข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือนมีถึง 560 PPM ทำให้ทางกลุ่มได้ทำการทดลองด้วยวิธีต่างๆเพื่อให้ของเสียในกระบวนการผลิตลดลงทางกลุ่มได้สร้างนวัตกรรม เพื่อลดรอยขีดข่วนที่หน้าแปลนโดยไม่ให้หน้าแปลนกระแทกกันในกระบวนการก่อนชุบและหลังชุบประกอบกับผู้วิจัยได้ออกแบบ Jig Inspection เพื่อลดการเสียดสีของหน้าแปลนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

คำสำคัญ การลดของเสีย /ท่อลำเลียงน้ำมัน/อุปกรณ์ซีเครูปร่าง

Abstract

The study about the waste in the production process, which is Part no.15407-0L050 pipeline oil เพื่อไปหล่อเย็นแกน turbocharger. Master the correlations of turbocharger. Found that before the goods to Sent to customers with the target cost a lot by the group brought various problems have been analyzed with the main 4 M is man, machine, raw materials. And the method by the analysis tree by determining to the cause. Flange is a scratch, because it is the customer no scratch. The flange made production didn't follow the target set and the amount of waste also exceed the specified section is no more than a 500 PPM but waste the group collected from retrospective data 3 month had to 560 PPM. The group has experimented with ways to make the waste in the process is reduced, the group created an embrace innovation, culture To reduce the scratch at the flange face flange without bumps in the process before and after plating coating was designed according to the Jig Inspection. In order to reduce the abrasion of the flange to increase efficiency in the production process.

Keywords Defect reduction / pipes transporting oil /Jig Inspection

1. บทนำ

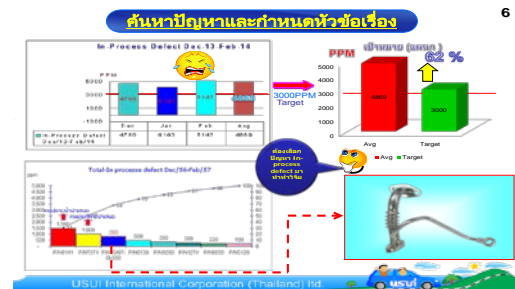
ความสำคัญของอุตสาหกรรมการผลิตนั้น คุณภาพ และต้นทุนของสินค้าเป็นสิ่งสำคัญหัวใจของธุรกิจ หรืออุตสาหกรรม ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินธุรกิจ คือ คุณภาพ และต้นทุน “ของเสีย” เป็นคำที่ให้ความหมายที่ไม่ดีนัก ของเสีย จึงเป็นสิ่งที่ไม่พึงต้องการในหลาย ๆ กิจกรรม ซึ่งในอุตสาหกรรม ประกอบการทั้งหลายนั้นกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ใด ๆ สิ่งที่ได้ออกมาจากผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจริง ๆ และผลิตภัณฑ์ที่ข้างเคียงแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการอยู่ด้วยเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการนั้นเรียกว่า “ของเสีย” ซึ่งของเสียเหล่านั้นส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต รวมถึงขั้นตอนการผลิตซึ่งทำให้เกิดความสูญเสีย ทั้งเวลา และต้นทุนการผลิตที่มากขึ้นตามไปด้วย

การลดจำนวนการผลิตของเสียส่วนหนึ่งมาจากขั้นตอนการตรวจสอบโดยฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ (QA) คือ ผู้ปฏิบัติงาน ที่มีหน้าที่ตรวจสอบ และดูแลกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนเพื่อไม่ให้เกิดการผลิตเกิดความผิดพลาด และเพื่อลดการผลิตที่เสียหายมากเกินไปจนความจำเป็น บันทึกการตรวจสอบ และบันทึกผลงานส่งผู้บริหาร โดยเน้นการทำงาน ไปที่การตรวจสอบ ค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย เพื่อดำเนินการแก้ไขในส่วนนั้น เพื่อเป็นการลดขั้นตอน และลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นแผนกควบคุมคุณภาพ (QA) จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมากเพราะเป็นขั้นตอนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะถูกส่งออกไปยังลูกค้า เราจึงควรให้ความสำคัญการกับตรวจสอบในส่วนนี้ให้มากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดปริมาณของเสียให้น้อยที่สุด

บริษัท อูซูอิ อินเทอร์เน็ตเซ็นแนลคอร์ปอเรชั่น (ไทยแลนด์) เป็นบริษัทที่ผลิตอะไหล่รถยนต์ เพื่อส่งให้กับลูกค้า ภายในในประเทศ และ ลูกค้าต่างประเทศ ซึ่งในกระบวนการผลิตทางบริษัทมักจะพบสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งทางบริษัทได้มีเกณฑ์การยอมรับของบริษัทไว้ที่ไม่เกิน 3,000 PPM ต่อจำนวนการผลิต 1เดือน หรือวิธีการคิดคำนวณของเสียคือ

PPM = ของเสียทั้งหมด/เดือน หาร ยอดการผลิตทั้งหมด คูณด้วย 1000000 ขึ้น

ดังนั้นทางแผนกจึงได้รวบรวมของเสียในกระบวนการผลิตตั้งแต่เดือน ธันวาคม ปี2556 ถึงเดือน มิถุนายน ปี 2557



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนของเสียตั้งแต่เดือน ธันวาคม ปี2556 ถึง เดือน มิถุนายน ปี 2557

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาขั้นตอน และ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนหน้าแปลนท่อลำเลียงน้ำมัน
2. เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหน้าแปลนท่อลำเลียงน้ำมัน
3. เพื่อหาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหน้าแปลนท่อลำเลียงน้ำมัน

3. ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหน้าแปลนท่อลำเลียงน้ำมัน

4 . ทฤษฎีของเสีย

ของเสีย (Waste) มาโนซิริทินโย (2551:1-4) กล่าวไว้ว่าของเสียคือของที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติไม่ครบสมบูรณ์ตามความต้องการของลูกค้าหรือสิ่งของที่มีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามที่ได้กำหนดไว้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาแล้วเป็นของเสียเกิดขึ้นจากหลายๆสาเหตุดังนี้

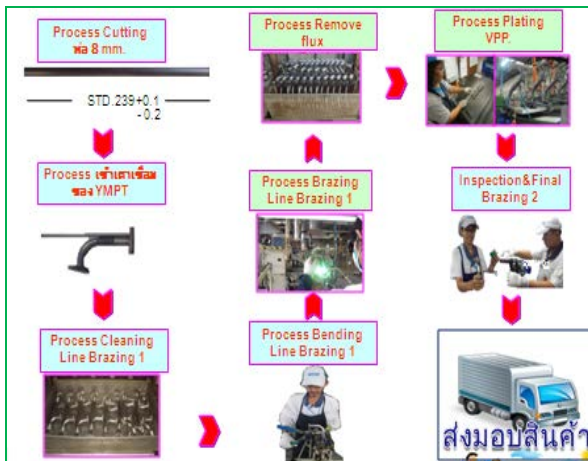
3.1 การเคลื่อนไหวผิดวิธีความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของพนักงานซึ่งเกิดจากการออกแบบวิธีการทำงานและเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมเช่นการก้มตัวมากเกินไป

การบิดตัวเพื่อหีบขึ้นส่วนจากด้านหลังมากเกินไป
การใช้มือเพียงข้างเดียวทำงานได้ะปฏิบัติงานสูงหรือ
ต่ำเกินไปเป็นต้น

3.2 การผลิตเป็นจำนวนมากการผลิต
จำนวนมากเมื่อมีงานสะสมอยู่ในแต่ละกระบวนการ
มากอาจทำให้การตรวจสอบหรือคั่นงานเสีย
กระทำได้ยากและใช้เวลานาน

3.3 การเสียเวลาการรอคอยการรอคอยเกิด
จากการรองานในขั้นตอนต่างๆของการผลิตเช่นการ
เฝ้าดูเครื่องจักรอัตโนมัติทางานการรองาน
เนื่องจากการใช้เวลาทำงานไม่เท่ากันอาจเกิดจาก
ความสามารถของพนักงานไม่เท่ากันการรองาน
เนื่องจากการเตรียมเครื่องจักรเป็นต้น

5.ศึกษากระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมัน Part no.15407-0L050



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมัน Part
no.15407-0L050

5. สาเหตุการเกิดของเสีย

พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียใน
กระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันขั้นตอนการเตรียม
ผิวหน้าแปลนและขั้นตอนการเชื่อมหน้าแปลนเป็น
สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต
จากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการเตรียมผิวมีการ
กระทบกันของหน้าแปลนและกระบวนการเชื่อมหน้า

แปลนหน้าแปลนเสียดสีกับ Jig Inspection
สามารถแยกปัญหาได้ดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนการรับวัตถุดิบจากผู้ผลิต
ชิ้นส่วนไม่ได้มีการตรวจสอบคุณภาพ 100
เปอร์เซ็นต์

5.1.2 ขั้นตอนการเชื่อมชิ้นงานและการ
เตรียมผิวชิ้นงานมีการกระทบกันของหน้าแปลน

5.1.3 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้าแปลนก่อน
ส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้ามีการเสียดสีของหน้าแปลน
กับ Jig Inspection ทำให้หน้าแปลนเป็นรอย



ภาพที่ 3. การผลิตท่อส่งน้ำมัน

5.1 แนวทางแก้ไข

จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรม
การทำงานของพนักงาน ศึกษาลักษณะการเกิดของ
เสีย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากประสบการณ์
ของที่ปรึกษาโรงงานและพนักงานวิธีการลดปริมาณ
ของเสีย ในขั้นตอนการผลิตท่อส่งน้ำมัน Part
no.15407-0L050 มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและ
ทดลองเพื่อช่วยลดของเสีย โดยได้ทำการเปลี่ยน
วัตถุดิบหน้า Slide Jig เชื่อมโดยกสรเปลี่ยนจาก
เหล็ก SKD11 เป็นทองเหลือง

5.1.2 ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและ
ทดลองการลดแรงกระทบหน้าแปลนโดยได้ทำการ
ใช้ตาข่าย พีวีซี (PVC) ในการห่อหน้าแปลนก่อนการ
ชุบผิว

5.1.3 ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและ
ทดลองการเปลี่ยนวัตถุดิบหน้า Slide Jig Check
โดยได้เปลี่ยนวัตถุดิบจากทองเหลืองเป็น เอ็มซี
ไนลอน (MC Nylon)

5.2 วิธีการแก้ไข

ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตท่อส่งน้ำมัน กระบวนการตัดชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ส่วนประกอบโดยได้เปลี่ยนวัตถุดิบเหล็กเป็น ทองเหลือง



ภาพที่ 4. การปรับปรุง Jig ตัดชิ้นงานก่อนการเชื่อม ประกอบ



ภาพที่ 5. การนำแผ่นพลาสติก พีวี ซี มาปรับใช้เป็นตัวห่อหน้าแปลน



ภาพที่ 6. การทดลองการเปลี่ยนวัตถุดิบของเหลือ เป็น เอ็มซีไนลอน

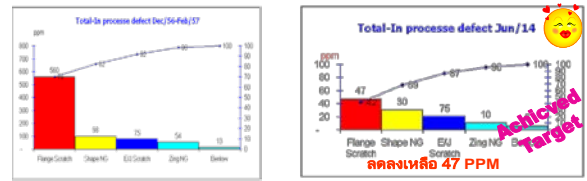
6. สรุปผลงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดและการทดลองด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะได้สร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ให้มาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อลดปัญหาชิ้นงานหน้าแปลน เป็นรอยขีดข่วนรวมถึงได้เก็บข้อมูลเพื่อจะได้จัดทำเป็นมาตรฐานและเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า โดยได้ทำการปรับปรุงทั้งหมด 3 กระบวนการด้วยกันคือ กระบวนการตัดชิ้นงานก่อนเชื่อม กระบวนการเตรียมผิวชิ้นงานก่อนชุบผิวและ กระบวนการเช็ครูปร่างก่อนส่งให้กับโรงงานประกอบรถยนต์โดยสรุปแล้วสามารถลดปัญหาหน้าแปลน เป็นรอยขีดข่วนลดลงเหลือเพียง 47 PPM ในเดือนถัดมาและยังสามารถขยายผลไปยัง Part no. อื่นๆได้อีกด้วย

ผลการแก้ไขปัญหา

26

การแก้ไขปัญหา สาเหตุที่ 5.จนแล้ว Slide Jig Inspection ชุดหน้า Flange



ภาพที่ 7. กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบของเสียก่อนและหลังทำการแก้ไข

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหานี้ได้สำเร็จด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นในการศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลา ขอขอบพระคุณอาจารย์พนรัตน์ เมืองเหนือที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาในการศึกษาคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คุณปริญญา สิ้นภัย ผู้ช่วยผู้จัดการ โรงงาน บริษัทอูซูอิ อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล คอร์เปอร์เรชั่น ไทยแลนด์ ที่อนุญาตให้เก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษารวมทั้งเผยแพร่ผลการศึกษา ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ให้ข้อมูล ความร่วมมืออันเกิดประโยชน์ต่อการจัดทำงานวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2553. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม . หจก.เอช-เอน การพิมพ์

[2] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ . ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน :คิวซีเซอร์เคิล พิมพ์ครั้งที่ 6. บริษัท เทคนิคอล แอปโพรช เคาน์เซล ลิ่ง แอนด์เทรนนิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

[3] มาโนช ริทินโยของเสีย (Waste) 2551: 1-4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา

[4] กิตติศักดิ์ พลอยผลพานิชเจริญ. 2550. หลักการควบคุมคุณภาพ. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

จุดคุ้มทุนในการผลิตขวดน้ำจาก Polyethylene Terephthalate (PET)

A break-even Point of the Production of Water Bottle made from Polyethylene Terephthalate (PET)

อิทธิพล เผือกผ่อง*, ศรันย์ ชลสายทรัพย์, สิริภาณุญ์ เจริญยิ่ง และ ภณวิสิษฐุ์ นารังสรรค์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
*ผู้ติดต่อ: E-mail: bs5421246016@hotmail.com, 089-171-2451

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางธุรกิจในการออกแบบ ผลิต และจำหน่ายขวดน้ำพลาสติก โดยใช้เครื่องฉีดพลาสติกของมหาวิทยาลัยที่มีอยู่แล้ว ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การศึกษาทฤษฎีและกระบวนการในการผลิตขวดน้ำพลาสติกที่ทำจาก Polyethylene Terephthalate (PET) ออกแบบและเขียนแบบแบบหล่อ (Mold) วิเคราะห์ต้นทุน/กำไร/กำลังการผลิต/จุดคุ้มทุนในการผลิต ศึกษาตลาดโดยการสำรวจความคิดเห็นด้วยแบบสอบถาม นักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาจำนวน 100 คน ผลการวิจัย ได้แบบ 3 มิติ ของขวดความหนา 0.18 มม. ความจุ 350 มล. ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยรูปทรงมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.38 คะแนน ด้านความสวยงามมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.88 คะแนน จากการคะแนนการประเมิน 5 ระดับ การวิเคราะห์การผลิตพบว่าต้นทุนที่ใช้ในการผลิตขวดน้ำคือ 4,240 บาท/วัน ตั้งราคาขายไว้ที่ 1.50 บาท/ขวด กำไรที่ได้จากผลิตใน 1 วันเท่ากับ 3,928 บาท การผลิตจะได้กำไรประมาณ 1,025,000 บาท/ปี โดยคุ้มทุนภายในปีแรกเพราะไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องฉีดพลาสติก

คำหลัก: การผลิต, จุดคุ้มทุน, พอลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (PET)

Abstract

This research's objectives are to study the production possibility of plastic bottle made from Polyethylene Terephthalate (PET) using the plastic injection machine which the university has already had. The study includes bottle design, market research, principle of plastic material and production research, mold design, a break-even point determination. The market questionnaire research was conducted querying from the 100 students. The result shows that the model bottle is satisfactory at the average value of 3.38 from 5 point scale. The bottle's aesthetic average score is 2.88 points. In production, the cost is 4,240 Baht/day. The price of each bottle would be set at 2 Baht/bottle. The profit could be 3,928 Baht/day or 1,025,000 Baht/year approximately for 261 workday/year.

Keywords: Production, Break-even Point, Polyethylene Terephthalate (PET)

1. บทนำ

เนื่องจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา มีเครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machine) อยู่แล้ว 1 เครื่อง สำหรับการเรียนการสอน คณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขวดพลาสติกที่ทำจาก Polyethylene Terephthalate (PET) เพื่อจำหน่าย โดยใช้เครื่องดังกล่าว และต้องการที่จะทราบถึงขั้นตอนกระบวนการตั้งแต่ การออกแบบ และ เขียนแบบแบบหล่อ (Mold) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยออกแบบและการเขียนแบบ การเรียนรู้ขั้นตอน กระบวนการ ทฤษฎี อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ศึกษา เรียนรู้เกี่ยวกับพลาสติกชนิดต่าง ๆ ว่าเหมาะสมกับงานประเภทใด ศึกษาขั้นตอนในการฉีดพลาสติก จนกลายมาเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติก ตลอดจนถึงขั้นตอนวิเคราะห์ทางการตลาดเพื่อนำผลิตภัณฑ์พลาสติกออกสู่ตลาด

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ศึกษาเรียนรู้กระบวนการทฤษฎี ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET
- 2) ศึกษาการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET
- 3) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำผลิตภัณฑ์ขวดพลาสติกที่ได้ออกแบบขึ้นมาออกจำหน่าย และสำรวจความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์
- 4) ออกแบบ และ เขียนแบบหล่อ(Mold) ผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET
- 5) สร้างแบบจำลองขวดน้ำพลาสติก เพื่อใช้ในการสำรวจความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์

6) วิเคราะห์การผลิต ต้นทุน กำไร กำลังการผลิต ค่าดำเนินการ ค่าซ่อมบำรุง ความคุ้มค่าในการผลิตผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET

1.2 ขอบเขตการวิจัย

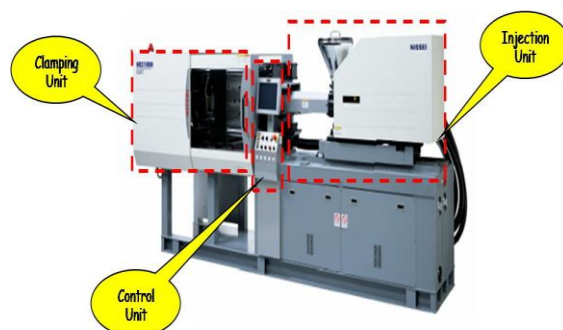
- 1) ไม่สร้างแบบหล่อ (Mold) จริงจากเหล็ก โดยจัดทำเฉพาะแบบรูป (Drawing) และ โมเดลจำลองชิ้นงาน เท่านั้น
- 2) การออกแบบ และสร้างแบบจำลองเฉพาะในส่วนของขวดเท่านั้น ไม่รวมฝา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างหลักของเครื่องฉีดพลาสติก

เครื่องฉีดพลาสติกโดยทั่วไป สามารถแบ่งหน่วยการทำงานหลักๆ ของเครื่องได้ดังต่อไปนี้

- 1) Injection unit (หน่วยการฉีด): ทำหน้าที่ในการทำงานเกี่ยวกับการฉีดทั้งหมด
- 2) Clamping unit (หน่วยปากกาปิดแม่พิมพ์): ทำหน้าที่การติดตั้งและการทำงานเกี่ยวกับการเปิด-ปิดแม่พิมพ์
- 3) Control unit (หน่วยควบคุม): ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องฉีด



รูปที่ 1 โครงสร้างหลักของเครื่อง injection molding machine[1]

2.2 พลาสติกชนิด PET

PET เป็นโพลีเอสเตอร์สังเคราะห์ที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เนื่องจาก PET เป็นพลาสติกที่แก๊สซึมผ่านได้ยากกว่าพลาสติกที่มีราคาถูกซึ่งไม่ทนต่อแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำอัดลม และเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรด เช่น น้ำผลไม้ นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา และทนต่อแรงกระแทกได้ดี ผู้ผลิตจึงนิยมใช้ PET ในการบรรจุน้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำผลไม้ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และ ผลิตเป็นฟิล์มพลาสติก หรือภาชนะบรรจุอาหารสำหรับไมโครเวฟ



รูปที่ 2 ขวดน้ำพลาสติก PET[2]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1) ทำการออกแบบ และ เขียนแบบ Mold ขึ้นมา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในการออกแบบ และ เขียนแบบ

2) ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะนำผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET ออกวางจำหน่ายในตลาด ว่าจะเป็นที่ต้องการหรือไม่ โดยการสอบถามแบบสุ่มให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาจำนวน 100 คน

3) ทำการศึกษา เรียนรู้กระบวนการ ทฤษฎีในการผลิตผลิตภัณฑ์ พลาสติก

4) ทำการศึกษาการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการผลิต

5) ทำการวิเคราะห์หาต้นทุน กำไร กำลังการผลิต ความคุ้มค่า

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การออกแบบ เขียนแบบ และสร้างแบบจำลองได้แบบขวดน้ำพลาสติก ความหนา 0.18 มม. มีปริมาตร 350 มล. ดังแสดงในรูปถัดไป



รูปที่ 3 ขวดน้ำพลาสติก PET ที่ทำการออกแบบขึ้น

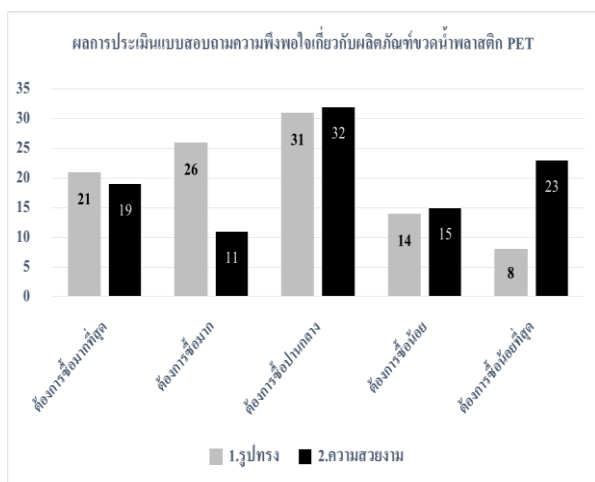
แบบจำลองผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกที่ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ จัดทำขึ้นมาดังแสดงในรูปถัดไป



รูปที่ 4 Model จำลองผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติก PET

ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติก PET

ผลการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยรูปทรงมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.38 คะแนน ด้านความสวยงามมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.88 คะแนน จากการคะแนนการประเมิน 5 ระดับ



รูปที่ 5 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติก PET แบบกราฟแท่ง

วิเคราะห์ต้นทุนกำไร กำล้งการผลิต ความคุ้มทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ขวดน้ำพลาสติกชนิด PET

เม็ดพลาสติก กก. ละ 40 บาท

ผลิตเป็นขวดขนาด 350 มล. ได้

= 68 ขวด/เม็ดพลาสติก 1 กก.

(หักของเสีย 3% แล้ว)

1 วัน ใช้เม็ดพลาสติก 106 กก. คิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบ

= 106 กก. /วัน x 40 บาท/กก.

= 4,240 บาท/วัน

1 ชม. ผลิต ได้ = 906 ใบ

1 วัน ผลิตได้ = 8 ชม. x 900 ใบ = 7,250 ใบ

เมื่อขายใบละ 1.50 บาท

รายได้/วัน

= 1.50 บาท/ใบ x 7,250 ใบ/วัน = 10,875

บาท/วัน

ค่าไฟต่อวัน วันละ 8 ชั่วโมง

ค่าไฟ

= 26.6 kW x 8 hr. /วัน x 7 บาท/หน่วย

= 1,490 บาทต่อวัน

ค่าแรง

4 คน คนละ 300 บาท = 1,200 บาท

เมื่อคิดค่า ซ่อมบำรุงเครื่อง 3% ของราคา

เครื่อง ต่อปี

= 3 %/ปี x 1.50 ล้านบาท = 45,000 บาท/ปี

= 17.25 บาท/วัน

กำไร = รายได้-ค่าไฟ-ค่าแรง-ค่าวัตถุดิบ-ค่าซ่อมบำรุง

= 10,875 - 1,490 - 1,200 - 4,240 - 17.25

= 3,928 บาท/วัน (ไม่รวมค่าดำเนินการ)

กำไร = 3,928 บาท/วัน

วันทำงาน = 261 วัน/ปี

กำไร/ปี = 3,928 บาท/วัน x 261 วัน/ปี

= 1,025,000 บาท/ปี (ไม่รวมค่าดำเนินการ)

กำไรที่ได้จากผลิตใน 1 ปี เท่ากับ 1,025,000 บาท (เครื่องมืออยู่แล้ว ไม่ต้องลงทุนซื้อ)

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

1) ผลการศึกษาตลาดโดยการจัดทำแบบสอบถามความคิดเห็น ความพึงพอใจเกี่ยวกับขวดน้ำพลาสติกที่ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้นโดยการสอบถามความคิดเห็นจากนิสิต นักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาจำนวน 100 คน ผลการศึกษาพบว่า โดยคะแนนเฉลี่ยของผลการประเมินสูงสุด 5 คะแนน ด้านรูปทรงมีคะแนน

เฉลี่ยอยู่ที่ 3.38 คะแนน ด้านความสวยงามมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 2.88 คะแนน

2) ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตต่อวันนั้นคือ 4,240 บาท ตั้งราคาขายไว้ที่ 1.50 บาท กำไรที่ได้จากผลิตใน 1 วันเท่ากับ 3,928 บาท ผลกำไรที่ได้ในการผลิตภายในระยะเวลา 1 ปีนั้นคือ 1,025,000 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการผลิตขวดน้ำพลาสติกชนิด Polyethylene terephthalate (PET) นั้นพบว่าในการดำเนินการขั้นต่อไปเป็นการสั่งทำแบบหล่อ (Mold) สำหรับเครื่องฉีดซึ่งค่าใช้จ่ายอยู่ที่ประมาณ 50,000 บาท

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณทางสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกไทย(Thai Plastic Industries Association) ที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลต่าง ๆ ให้กับทางคณะผู้วิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] <http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=bright-brave&date=01-10-2011&group=3&blog=4>

[2] C.P.M.E.aisbl Rue Théodore de Cuyper 100
1200 Brussels Belgium

URL: <http://www.cpme-pet.org/>

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2542. พลาสติก. พิมพ์ครั้งที่ 15.
กรุงเทพฯ. สัมพันธ์พาณิชย์

เจริญ นาคะสรรงค์. 2542. กระบวนการแปรรูป
พลาสติก. กรุงเทพฯ. นิติธรรม.

ชัชวาล สุรัสวดี. 2536. “เทคนิคงานฉีด PET และ PBT”, วารสารพลาสติก. 9(พฤษภาคม 2536),39-44.

ไพบุลย์ อินนาจิตร. 2528. วิศวกรรมโพลีเมอร์. เล่ม1.
สงขลา:ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

**การปรับปรุงขั้นตอนการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์
ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา**
**The improvement steps in filling process of pasteurized juice
for The Royal Chitlada projects**

ณัฐพล ศรีเอม กุณิสรา กิรติลลิติน สุทธิสา ป๋องยาหยัน และ นพนันต์ เมืองเหนือ*

สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรีกรุงเทพฯ 10600

*Down_31@hotmail.com , 086-265-1935

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการ การบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ในช่วงเดือน กันยายน ถึง พฤศจิกายน 2557 พบว่าปริมาณความสูญเสียน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ในกระบวนการผลิต 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณการผลิตรวมทั้งหมด คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ด้วยแผนภาพก้างปลาเพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ขั้นตอนการบรรจุเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์เนื่องจาก ขั้นตอนการบรรจุ เป็นการบรรจุใช้คนบรรจุ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยลดการสูญเสีย เป็นการติดตั้งเครื่องปัมน้ำผลไม้ขึ้นมาพาสเจอร์ไรส์ใหม่โดยต่อจากถาดรองการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ และนำมาพาสเจอร์ไรส์ใหม่และบรรจุใหม่ ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงกระบวนการพบว่าของของเสียจากเดิม 60 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

การลดการสูญเสีย

บรรจุ

Abstract

The objective of this research is for reducing loses on filling process of pasteurized fruits juice of the Royal Chitlada projects. The research was studying the process of pasteurized fruits juice on the periods between Septembers to November 2014. Then we found that quantity of pasteurized fruits juice was lost on process about 60% when we compared with total quantity .So, researcher analyzed the cause of this problem by bonefish diagram. The result showed that filling process was caused of losing quantity on pasteurized fruits juice. Due to the filling process was filled by manual. Therefore, we designed the machine for reducing quantity loses. We installed pumping machine connected with tray under filling pasteurized fruits juiceand re-pasteurized then filled on packaging. The result showed that losing was decreased from 60% to 50%

Keyword Pasteurized Fruits Juice

Reducing quantity lose

Filling

1. บทนำ

การศึกษาหาอัตราการสูญเสียเพื่อหาแนวทางการแก้ไขในการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรม มีศักยภาพสูงในการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศและเพื่อการส่งออกเนื่องจากประเทศไทยมีพื้นฐานด้านการผลิตทางการเกษตรที่มั่นคงและมั่งคั่งทำให้มีผลผลิตที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปได้อย่างหลากหลายและต่อเนื่อง มีแรงงานที่มีคุณภาพจำนวนมากมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยมีการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้ประกอบการแต่ละประเภทอุตสาหกรรมยังมีความชำนาญในการผลิตและการใช้เทคโนโลยีที่ดีกว่าประเทศคู่แข่งอื่นๆ อีกหลายประเทศในภูมิภาคเดียวกันสามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของผู้ซื้อได้รวดเร็วและสามารถนำวัตถุดิบจากต่างประเทศมาแปรรูปให้เกิดมูลค่าเพิ่ม อุตสาหกรรมอาหารจึงต้องตระหนักถึงการสูญเสียในระหว่างการผลิต เพื่อคงคุณภาพ และต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์

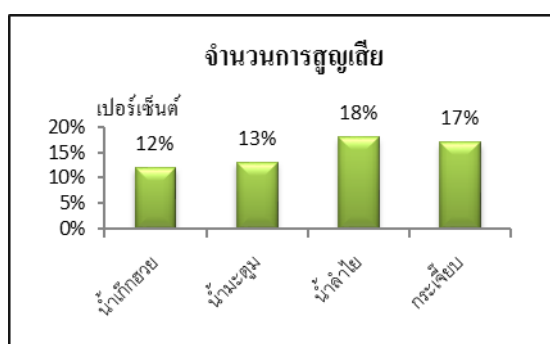
การผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ได้เริ่มผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 เนื่องจากศูนย์รวมนมสวนจิตรลดาได้เลิกใช้เครื่องพาสเจอร์ไรส์เก่าที่ใช้งานมาประมาณ 10 ปีแล้วแต่ยังใช้งานได้ดี จึงได้นำมาใช้ผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ได้แก่ น้ำส้ม น้ำอ้อย น้ำกระเจี๊ยบ และน้ำชিং ออกจำหน่ายให้กับประชาชนดื่ม และส่งเสริมให้เกษตรกรจัดตั้งกลุ่มดำเนินงานในรูปแบบของสหกรณ์การเกษตร ได้ตั้งโรงงานแปรรูปน้ำผลไม้ที่สามารถเก็บรักษาคุณภาพไว้ได้นาน ปี พ.ศ. 2533 โรงน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ได้ก่อสร้างอาคารใหม่เสร็จเรียบร้อย เพราะแต่เดิมการปฏิบัติงานของหน่วยโรงน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์อยู่ในอาคารศูนย์รวมนม ซึ่งไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ทั้งหมด 9 น้ำได้แก่ น้ำกระเจี๊ยบ , น้ำมะนาว , น้ำมะม่วง , น้ำเก็กฮวย , น้ำชিং , น้ำมะตูม , น้ำลำไย , น้ำลิ้นจี่ , น้ำกาแพ ซึ่งสะอาดและรสชาติดี โดยสามารถเก็บได้ 14 วัน ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ซึ่งโรงน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดเล็ก

ประกอบธุรกิจประเภทกึ่งธุรกิจ เนื่องจากเป็นโรงงานขนาดเล็ก ทางโรงงานยังคงใช้การบรรจุแบบใช้แรงงานคนเหมือนเดิม อัตราในการผลิต 1000 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง

จึงเกิดปัญหาการสูญเสียผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ทางโรงงานจึงจำเป็นต้องทราบถึงอัตราการสูญเสียผลิตภัณฑ์เพื่อสามารถนำข้อมูลไปหาสาเหตุต่างๆ ในระหว่างการผลิตเพื่อหาแนวทางการแก้ไขต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
- 2.2 เพื่อทราบถึงอัตราการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
- 2.3 เพื่อหาสาเหตุของการเกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
- 2.4 เพื่อใช้เป็นแนวทางการลดอัตราการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา



ภาพที่ 1. แสดงจำนวนการสูญเสีย น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุได้ ตั้งแต่เดือน กันยายน – พฤศจิกายน 2557

3. ทฤษฎีของเสีย

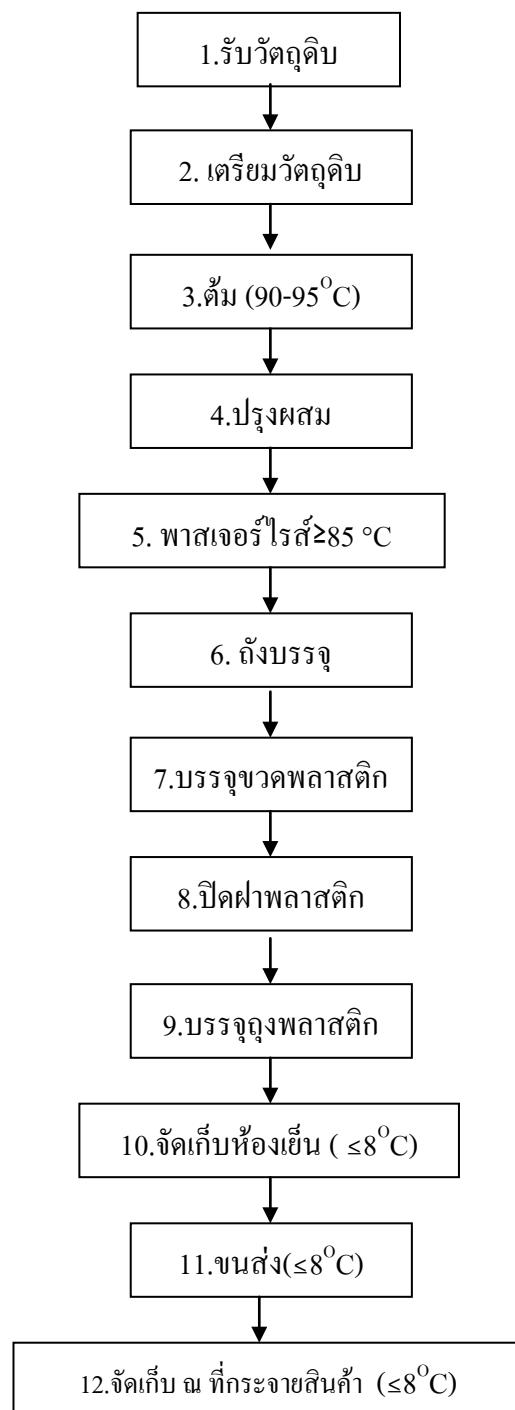
ของเสีย (Waste) มาโนชริทินโย (2551:1-4) กล่าวไว้ว่าของเสียคือของที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติไม่ครบสมบูรณ์ตามความต้องการของลูกค้าหรือสิ่งของที่มีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามที่ได้กำหนดไว้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาแล้วเป็นของเสียเกิดขึ้นจากหลายๆเหตุดังนี้

3.1 การเคลื่อนไหวผิดวิธีความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของพนักงานซึ่งเกิดจากการออกแบบวิธีการทำงานและเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมเช่นการก้มตัวมากเกินไปการบิดตัวเพื่อหยิบชิ้นส่วนจากด้านหลังมากเกินไปการใช้มือเพียงข้างเดียวทำงานได้ะปฏิบัติงานสูงหรือต่ำเกินไป เป็นต้น

3.2 การผลิตเป็นจำนวนมากการผลิตจำนวนมากเมื่อมีงานสะสมอยู่ในแต่ละกระบวนการมากอาจทำให้การตรวจสอบหรือค้นหางานเสียกระทำได้ยากและใช้เวลานาน

3.3 การเสียเวลาการรอคอยการรอคอยเกิดจากการรองานในขั้นตอนต่างๆของการผลิตเช่นการเฝ้าดูเครื่องจักรอัตโนมัติทางการรองานเนื่องจากการใช้เวลาทำงานไม่เท่ากันอาจเกิดจากความสามารถของพนักงานไม่เท่ากันการรองานเนื่องจากการเตรียมเครื่องจักร เป็นต้น

4. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

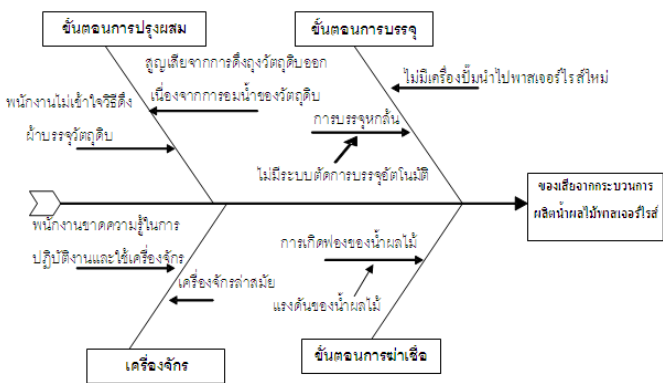


ภาพที่ 2. แสดงแผนภูมิการไหลของกรรมวิธีการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

5. สาเหตุการเกิดของเสีย

พบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ขั้นตอนการบรรจุเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ จากการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการบรรจุ เป็นการบรรจุใช้คนบรรจุ สามารถแยกปัญหาได้ดังนี้

- 5.1.1 ไม่มีเครื่องตัดการบรรจุอัตโนมัติทำให้พนักงานเปลี่ยนขวดใหม่ขึ้นมากรอไม่ทัน
- 5.1.2 ไม่มีเครื่องบีมน้ำนำไปพาสเจอร์ไรส์ใหม่ ทำให้เวลานำน้ำผลไม้ไปพาสเจอร์ไรส์ใหม่หกถังและสูญเสียน้ำผลไม้ไปพาสเจอร์ไรส์
- 5.1.3 เสียเวลาในการทำงานโดยต้องหยุดเครื่องเพื่อตักน้ำผลไม้ไปพาสเจอร์ไรส์ใหม่



ภาพที่ 3. แผนภาพทางปลาวิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์



ภาพที่ 4. การบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

ของที่ปรึกษาโรงงานและพนักงานวิธีการลดปริมาณของเสีย ในขั้นตอนการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยลดการสูญเสีย เป็นเครื่องบีมน้ำผลไม้ขึ้นมาพาสเจอร์ไรส์ใหม่โดยต่อจากถาดรองการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

5.1.2 บีมน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ขนาด 1.50 แรงม้า ใช้สำหรับบีมน้ำขึ้นไปพาสเจอร์ไรส์ใหม่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหารไม่มีสนิมปนเปื้อน

5.2 วิธีการแก้ไข

ปรับปรุงขั้นตอนการบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ทางผู้วิจัยได้ทำการนำเอาถาดรองที่ใช้สำหรับบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ตามภาพที่ 4 นำมาเจาะรูข้าง ขนาด 4 หุน เพื่อต่อท่อสแตนเลสขนาด 4 หุนได้เพื่อนำไปพาสเจอร์ไรส์ใหม่ได้



ภาพที่ 5. ถาดรองที่ใช้สำหรับบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์



ภาพที่ 6. เครื่องบีมน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ขนาด 1.50 แรงม้า

5.1 แนวทางแก้ไข

จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมการทำงานของพนักงาน ศึกษาลักษณะการเกิดของเสีย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากประสบการณ์



ภาพที่ 7. การทดลองการใช้เครื่องปั้มน้ำเพื่อนำน้ำผลไม้มาพาสเจอร์ไรส์ใหม่และนำมาบรรจุใหม่



ภาพที่ 8. แสดงทดลองการใช้เครื่องปั้มน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์



ภาพที่ 9. การบรรจุน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

5.2.1 เมื่อทำการติดตั้งปั้มน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์เพื่อนำไปพาสเจอร์ไรส์เรียบร้อยแล้ว ต้องทำการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ที่เราติดตั้งก่อนเริ่มใช้งานจริงตามวิธีการดังนี้

1. ทำการไล่น้ำสะอาด ใช้เวลาในการไล่น้ำสะอาด 20 นาที
- 2 . ทำการไล่น้ำความเข้มข้น 1 % ใช้เวลาในการไล่น้ำ 20 นาที

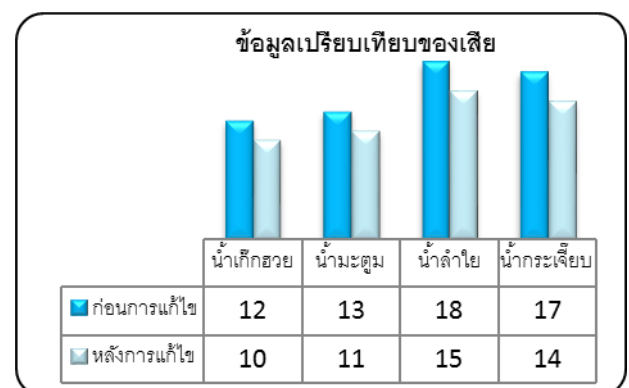
3. ทำการล้างน้ำสะอาดเพื่อไล่น้ำออกให้หมด
4. ทำการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อ 1 % ใช้เวลาในการแช่น้ำยาฆ่าเชื้อ 20 นาที
- 5 . ทำการล้างน้ำสะอาด
- 6 . ทำการรอน้ำร้อน อุณหภูมิ 90-95 °C ใช้เวลาในการรอน้ำร้อน 20 นาที ในแต่ละวันที่ทำการผลิตใช้การรอน้ำร้อนเท่านั้น ทำการ ฆ่าเชื้อทุกขั้นตอนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

6. สรุปผลงานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้การศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ และเก็บข้อมูลสถิติการเกิดของเสียเป็นระยะเวลา 3 เดือน หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อามาหาสาเหตุของการเกิดของเสีย กระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียจะอยู่ในขั้นตอนของการบรรจุทางผู้วิจัยจึงได้หาวิธีที่จะลดของเสียจากขั้นตอนของการบรรจุ ซึ่งจะสามารถลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยลดการสูญเสีย เป็นเครื่องปั้มน้ำผลไม้ขึ้นมาพาสเจอร์ไรส์ใหม่โดยต่อจากถาดรองการบรรจุ น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์

5.1.2 คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการใช้เครื่องปั้มน้ำผลไม้ขึ้นมาพาสเจอร์ไรส์ใหม่โดยต่อจากถาดรองการบรรจุ น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์



ภาพที่ 10. กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบของเสียก่อนและหลังทำการแก้ไข

ผลที่ได้รับจากการปรับปรุง กระบวนการพบว่าของของเสียจากเดิม 60 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์พนันต์ เมืองเหนือ ที่ปรึกษางานวิจัยในครั้งนี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษา คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คุณจริยา นามวงศ์ หัวหน้า โรงน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่อนุญาตให้เก็บรวบรวมข้อมูลในงาน ทำงานวิจัย รวมทั้งเผยแพร่ผลงาน วิจัยตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ให้ข้อมูล ความร่วมมืออันเกิดประโยชน์ต่อการจัดทำงานวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มาโนช ริทินโยของเสีย (Waste) 2551: 1-4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา
- [2] กิตติศักดิ์ พลอยผลพานิชเจริญ. 2550. หลักการควบคุมคุณภาพ. ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล (2543:38) ในการมุ่งเน้นพัฒนารักษาคุณภาพลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต (ดร.สิทธิชัย ฝรั่งทอง) สถาบันที่ปรึกษาและพัฒนาธุรกิจStepPlus
- [4] รศยีน ภู่วรรณ ., สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [5] อติศักดิ์พงษ์พูลผลศักดิ์ (2535: 23) ระเบียบวิธีการทางสถิติ
- [6] นายวรรณภพ กล่อมเกลี้ยง ศูนย์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ บำรุงรักษา สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- [7] ศรีกาญจนา คล้ายเรือง การควบคุมจุลินทรีย์ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า:กรณีศึกษา Case Study of the Feasibility of Distribution Center Site Selection

ธิดารัตน์ จอมเกาะ และธนัชฐนันท์ จันทร์แย้ม
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะวิทยาการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
เลขที่ 1 ม. 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

บทคัดย่อ

จากการศึกษาถึงตำแหน่งที่ตั้งในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม เพื่อเลือกตำแหน่งที่ตั้งแห่งใหม่ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่และสามารถรองรับการขยายตัวของธุรกิจในอนาคตที่เกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มโอกาสในการสร้างความได้เปรียบด้านการแข่งขันทางการตลาดได้เป็นอย่างดี จากวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาด้วย ทฤษฎี Center of Gravity และ ทฤษฎี Load Distance ต่อจากนั้นวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยวิธีเชิงคุณภาพ ทฤษฎี Factor Rating Method ซึ่งวิธีนี้จะเป็นการพิจารณาจากปัจจัย 4 ด้านหลักๆ คือปัจจัยทางด้านต้นทุน ปัจจัยทางด้านโลจิสติกส์ ปัจจัยทางด้านกายภาพ และปัจจัยทางด้านสังคม จากการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆดังกล่าวสามารถสรุปและระบุตำแหน่งที่เหมาะสมได้เป็นตำแหน่งที่ตั้ง ณ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ ซึ่งมีคะแนนปัจจัยที่สูงที่สุด และประหยัดค่าขนส่งสูงสุดจากการเปรียบเทียบด้วยทฤษฎีเชิงปริมาณ

คำหลัก: ศูนย์กระจายสินค้า / เลือกตำแหน่งที่ตั้ง / ทฤษฎีเชิงปริมาณ / ทฤษฎีเชิงคุณภาพ

Abstract

This research study about site selection for new distribution center. The objective is find suitable location that can support extension business in the future. It is lead to increase opportunity for competition. It investigate by using of Center of Gravity and Load distance. However, this study uses Factor Rating Method Theory by qualitative. It considerate from 4 main factors, such as, costing factor, logistical factor, physical factor and social factor. The result has found that suitable location for new distribution center is at T.Nonghan San Sai District Chiang Mai Province, which has the highest score. In addition, when compare with quantitative theory, it be economy transportation cost.

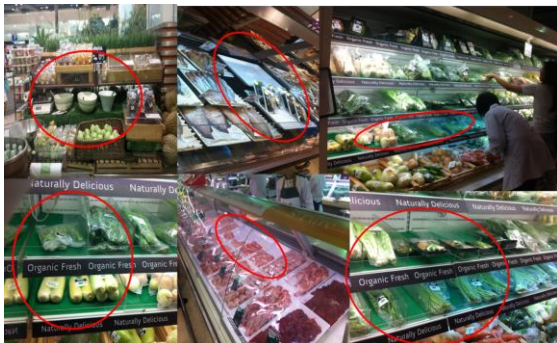
Keywords: Distribution Center / Site Selection / Quantitative Theory / Qualitative Theory.

1. บทนำ

จากการศึกษาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายที่เหมาะสมแห่งใหม่ ซึ่งเป้าหมายหลักขององค์กรสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด รวมถึงกระบวนการบริหารจัดการงานในศูนย์กระจายสินค้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพื่อรองรับความต้องการสินค้าของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้นและรองรับการขยายตัวของสาขาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายด้านการให้บริการที่สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

1.1 ที่มาและความเป็นมา

ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กรศูนย์กระจายสินค้าเป็นศูนย์รวบรวมสินค้า และกระจายสินค้าเข้าสู่สาขาต่างๆในเครือข่ายปัจจุบันนั้น ไม่เพียงพอต่อจำนวนสาขาที่มีการขยายตัวของสาขาที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆในการดำเนินกิจการ เช่นปัญหาหลักๆที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ด้านลบในแง่ของงานด้านบริการ คือ ทำให้การเติมเต็มสินค้าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ทำให้สินค้าที่ให้บริการแก่ผู้บริโภคไม่มีความต่อเนื่อง ทำให้สูญเสียโอกาสในการขายและยังส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของทางบริษัทในด้านลบอีกด้วย



รูปที่ 1 แสดงถึงปัญหาไม่สามารถเติมเต็มสินค้าได้ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้งและจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมเพื่อหาวิธีจัดการที่ดีที่สุดในการลดต้นทุน

2) เพื่อปรับปรุงและออกแบบระบบการขนส่งสินค้าและกระจายสินค้าเพื่อแก้ปัญหาระบบการขนส่ง

3) เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลาและมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ผลประโยชน์ที่องค์กรจะได้รับในระยะสั้นคือช่วยให้บริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของสาขาได้เร็วขึ้นและช่วยให้ผลกระทบต่อลูกค้าน้อยที่สุด

2) ผลประโยชน์ที่องค์กรจะได้รับในระยะกลางคือช่วยให้บริษัทมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มศูนย์กระจายสินค้าและการทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพสามารถทำให้ต้นทุนขององค์กรลดลง

3) ผลประโยชน์ที่องค์กรจะได้รับในระยะยาวคือสามารถเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้กับบริษัทจากความได้เปรียบทางด้านต้นทุนพร้อมทั้งสร้างความเชื่อมั่น ให้แก่ลูกค้าและรักษาความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างลูกค้าที่มาใช้บริการ

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่เพิ่มทั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจและเลือกใหม่เพื่อกำหนดเป็นตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายเพิ่มเติมในอนาคตทั้งนี้เพื่อเป็นการรองรับการขยายตัวของธุรกิจ ซึ่งผู้ศึกษาได้พิจารณาจากแนวโน้มปัญหาจากปัจจุบันของบริษัทที่ได้มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความสามารถศักยภาพด้านการแข่งขัน และเป็นการเพิ่มโอกาสส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากขึ้นในอนาคต

1.5 สถานที่ทำการการศึกษา

สถานที่ทำการศึกษาในครั้งนี้สถานที่ศึกษาข้อมูลที่ บริษัทกรณีศึกษาทำการศึกษาข้อมูลภูมิศาสตร์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ได้จากเว็บไซต์รวมทั้งการสัมภาษณ์ผู้แทนขายที่มีฐานการผลิตพื้นที่ภาคเหนือ และได้ศึกษาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งได้จากการค้นหาในระบบ GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกย่อมาจากคำว่า Global Positioning System โดยสืบค้นจากเว็บไซต์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพร้อมสรุปผลการวิจัยและอภิปราย จนกระทั่งส่งเล่มวิจัยฉบับสมบูรณ์ดังที่กล่าวมาไว้ใช้ระยะเวลาศึกษาทั้งหมดเป็นระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่ เดือน ตุลาคม 2557 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2558

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) Center of Gravity เป็นการพิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งที่มีอยู่ซึ่งสามารถจะมีได้มากกว่า 1 แห่ง แล้ววิเคราะห์ว่าควรจะต้องตั้งคลังสินค้าไว้ที่ใดดี การใช้วิธีการนี้ต้องกำหนดสมมุติฐานขึ้นมาก่อน ดังนี้

ก. แหล่งตลาดอยู่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ข. ทราบถึงปริมาณความต้องการสินค้า

ค. อัตราค่าขนส่งมีลักษณะเป็นเส้นตรง (ผันแปรตามระยะทาง)

2) Load Distance การวัดค่าระยะทางในลักษณะที่เป็นเส้นตรงจะถูกกำหนดเป็นพิกัดแสดงจุดเชื่อมต่อเป็นแผนที่และใช้แผนที่นั้นเพื่อประเมินค่าระยะทางระหว่าง 2 ท่าเรือที่ตั้ง ระยะทางในลักษณะที่เป็นเส้นตรงระหว่าง 2 ท่าเรือที่ตั้งสามารถทำการคำนวณหาได้จากผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่าง 2 ท่าเรือที่ตั้งสามารถเขียนเป็นสูตรการคำนวณได้ดังนี้

$$D_{AB} = |X_A - X_B| + |Y_A - Y_B| \quad (1)$$

3) Factor Rating Method เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถวัดค่าเป็นตัวเลขได้ แต่สามารถจะให้ค่าน้ำหนักเป็นตัวเลขได้ เป็นวิธีการที่ใช้เลือกแหล่งท่าเรือที่ตั้งแหล่งเดียว โดยการพิจารณาถึง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของธุรกิจนั้น และการให้น้ำหนักของแต่ละปัจจัยตามลำดับความสำคัญ

2. วิธีการศึกษา

ระเบียบวิธีการศึกษาในการหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างศูนย์กระจายสินค้าในภูมิภาคนั้นๆ จะทำการวิเคราะห์กลยุทธ์การแข่งขันขององค์กร และศึกษาถึงทิศทางในอนาคตเพื่อกำหนดรูปแบบและสถานที่ตั้งที่เหมาะสมหลังจากนั้นจะทำการศึกษาความเหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าในเขต

ภูมิภาคทั้งทางด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะใช้ทฤษฎี

Center of Gravity และ Load Distance เพื่อเป็นการระบุบริเวณที่เหมาะสมในการตั้งสถานที่ตั้ง หลังจากนั้นจะทำการกำหนดจุดที่เหมาะสมเพื่อวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้ ทฤษฎี Factor Rating Method ในการศึกษาค้นคว้าได้ทำการลำดับระเบียบวิธีในการศึกษาโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ และ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการศึกษาค้นคว้าทำเลที่ตั้งโดยวิธีเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมต่อไป

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลจากเอกสารรายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าแห่งเการวมทั้งข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของพนักงานรวมถึงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งโดยค้นคว้าจาก GPS

2.1.2 ข้อมูลปฐมภูมิ ข้อมูลรายละเอียดยอดคำสั่งซื้อจาก Supplier และ ข้อมูลรายชื่อ Supplier หลักๆ ที่อยู่ตั้งอยู่ในภูมิภาคเหนือของประเทศเป็นการเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่จัดซื้อสินค้าตลาดสดจากบริษัทกรณีศึกษา และ ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของบริษัท Supplier โดยการสอบถามและสัมภาษณ์ตัวแทนแต่ละบริษัทรวมถึงการรวบรวมปัญหาโดยการสำรวจ-สอบถามกับผจก.ฝ่ายประจำที่รับผิดชอบงานด้านการกระจายสินค้าเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการต่างๆของการทำงาน ที่ประสบปัญหา ณ ปัจจุบัน

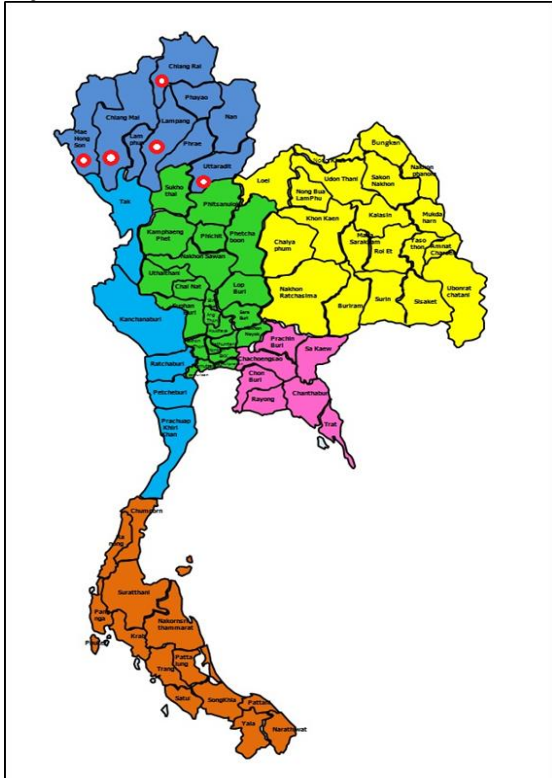
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาความเหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าในเขตภูมิภาคทั้งทางด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะใช้ทฤษฎี Center of Gravity และ ทฤษฎี Load Distance เพื่อคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า หลังจากนั้นจะทำการกำหนดจุดที่เหมาะสมเพื่อวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้ทฤษฎี Factor Rating Method ซึ่งทฤษฎีนี้จะช่วยให้ธุรกิจมีพื้นที่ตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าที่เกิดความเหมาะสมด้านการจัดส่งสินค้าให้ทันต่อความต้องการและประหยัดต้นทุนสูงสุด รวมถึงยังช่วยการตัดสินใจ

เลือกจุดตำแหน่งที่ตั้งที่เกิดความสมดุลและสะดวกต่อการดำเนินธุรกิจ และยังสามารถรองรับการขยายตัวของธุรกิจในอนาคตได้เป็นอย่างดี

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดหลักเกณฑ์ในการคัดเลือก ได้แก่ ยอดการสั่งซื้อที่สูงที่สุดจาก Supplier ที่มีพื้นที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ โดยรวบรวมข้อมูล ยอดสั่งซื้อที่สูงที่สุดของ Supplier 5 อันดับแรก



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งพื้นที่ตั้ง บริษัท Supplier 5 รายแรก ที่มียอดขายสูงสุด ทางโซน ภาคเหนือของประเทศไทย

1) เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่เป็นได้แล้ว ทางผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Center of Gravity และ ทฤษฎี Load Distance เพื่อระบุตำแหน่งที่เหมาะสม ในเบื้องต้น เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมที่สุด

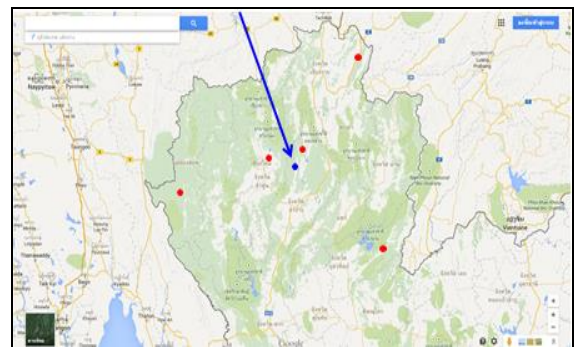
2) เมื่อได้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ โซนภาคเหนือแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้ทฤษฎี Factor Rating Method เป็นการนำเอาปัจจัยแต่ละปัจจัยจากพื้นที่ 2 ตำแหน่ง มาวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมโดยทางผู้ศึกษาได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาและจัดทำแบบสอบถาม

พร้อมสัมภาษณ์บริษัท Supplier 5 รายที่อยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อกำหนดปัจจัยและน้ำหนักที่ใช้ในการประเมินหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยสามารถสรุปปัจจัยต่างๆได้ 4 ด้านหลักๆดังนี้ ปัจจัยด้านต้นทุน ปัจจัยด้านโลจิสติกส์ ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านสังคม

3)สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข เปรียบเทียบความเป็นไปได้ และแนวทางแก้ไขในการลดต้นทุนด้านต่างๆ ของศูนย์กระจายสินค้า รวมไปถึง เพื่อเป็นรองรับ ธุรกิจที่จะขยายตัวได้อย่างต่อเนื่อง และช่วยให้การบริหารจัดการด้านต่างๆ เป็นไปด้วยความคล่องตัวมากยิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป

3.ผลการศึกษา/วิจัย

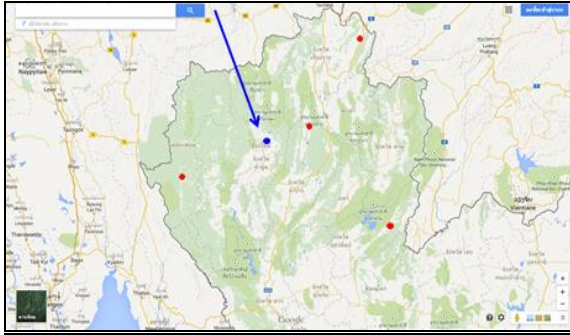
3.1 ผลการศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ด้วยวิธี Center of Gravity เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง เป็นวิธีการที่ใช้เลือกศูนย์กลางของการกระจาย สินค้า ที่สามารถประหยัดต้นทุนค่าขนส่งรวมได้มากที่สุดจากตารางผลการศึกษาดูด้วยวิธี Center of Gravity พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดคือ ตำแหน่ง Longitude = 99.45482 และ Latitude = 18.80300 ซึ่งสามารถระบุตำแหน่งได้ตำแหน่งที่ตั้งเป็น “ตำบลเมืองปาน อำเภอมืองปาน จ.ลำปาง” ของประเทศไทย



รูปที่ 3 แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ ด้วยวิธี Center of Gravity

3.2 ผลการศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ด้วยวิธี Load-distance การวัดค่าระยะทางในลักษณะที่เป็นเส้นตรงจะถูกกำหนดเป็นพิกัดแสดงจุดเชื่อมต่อเป็นแผนที่และใช้แผนที่นั้นเพื่อประเมินค่าระยะห่างระหว่าง

2 ท่าเลที่ตั้ง



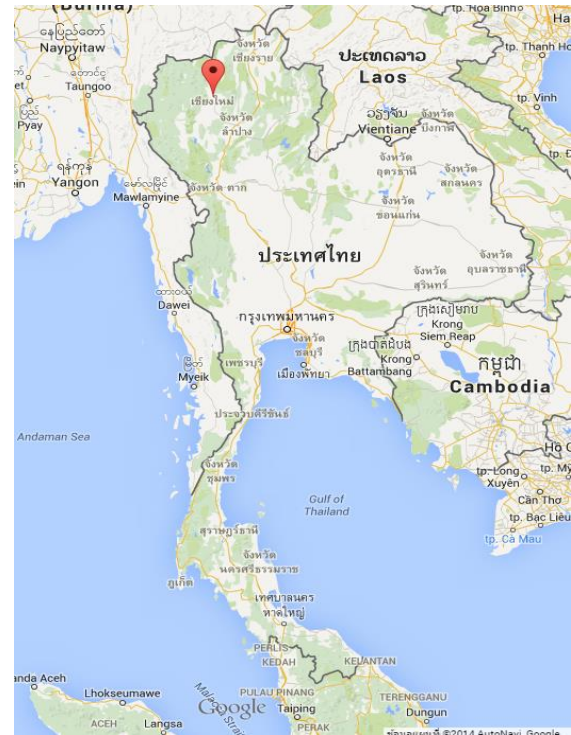
รูปที่ 4 แสดงตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าผลจากการคำนวณ ด้วยวิธี Center of Gravity เป็นพื้นที่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่

3.3 ผลการศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ด้วยวิธี Factor Rating Method วิธีการนี้ใช้เลือกแหล่งทำเลที่ตั้งเพียงแห่งเดียว จาก 2 ทางเลือก โดยการพิจารณาถึง ปัจจัย หลักๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของธุรกิจนั้น และการให้น้ำหนักของแต่ละปัจจัยตามลำดับความสำคัญ ตามเงื่อนไข ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดคือ ตำแหน่งที่ตั้ง ทำเลที่ 2 คือ “ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่” เนื่องจากมีผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่สูงกว่าทำเลที่ 1

4.สรุปผล อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาถึงตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมในเขตภาคเหนือ โดยใช้วิธี Center of Gravity และ วิธี Load Distance ในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งในเบื้องต้นแต่เนื่องจากตำแหน่งที่ระบุด้วยวิธีดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสม จึงได้ทำการพิจารณหาตำแหน่งที่เหมาะสมโดยการนำทฤษฎี Factor Rating Method เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยหลักๆ ที่สำคัญต่อการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและเพื่อให้เกิดความสมดุลและสะดวกต่อการดำเนินธุรกิจ และยังสามารถช่วยรองรับการขยายตัวของธุรกิจในอนาคตได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้ง 2 ทฤษฎีสามารถสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งที่เหมาะสมได้ 1 ตำแหน่ง คือ พื้นที่

“ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ ของประเทศไทย”



รูปที่ 5 แสดงจุดตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าในเขตภาคเหนือที่ ณ จุดพื้นที่ตั้ง ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ ของประเทศไทย

5. อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษา หาทำเลที่ตั้งและเพิ่มจำนวนของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมแห่งใหม่ในภาคเหนือ ของบริษัท เดอะมอลล์ กรุ๊ป จำกัด ซึ่งเป็นบริษัททางสรรพสินค้าในประเทศไทย จากวัตถุประสงค์ของการศึกษารั้งนี้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยการสร้างแบบจำลองตัวแปรขึ้นมาเพื่อหาวิธีจัดการที่ดีที่สุด ในการลดต้นทุน ด้านการขนส่งสินค้า และกระจายสินค้า และเพื่อเกิดความสมดุลกับพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่สุด ทั้งนี้เพื่อแก้ปัญหาระบบการขนส่งของแต่ละจังหวัดในภาคเหนือ เพื่อเพิ่มความสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างรวดเร็วและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

6. ข้อเสนอแนะ

1) ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องรูปแบบการจัดส่งจากศูนย์กระจายสินค้ากลางแห่งเดิมไปยังศูนย์

กระจายแห่งใหม่ในโซนทางภาคเหนือ เพื่อหาข้อสรุปเรื่อง ต้นทุน และระยะทางที่ชัดเจน

2) ในการสร้างศูนย์กระจายสินค้าในเขตภูมิภาคนี้จะทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันกับคู่แข่งได้ เนื่องจากสามารถทำให้ต้นทุนทางด้าน โลจิสติกส์ลดลง และเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเติบโตของบริษัทในด้านการเพิ่มปริมาณสาขาเพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงผู้บริโภคได้มากขึ้นซึ่งสอดคล้องการกลยุทธ์ของบริษัทที่ต้องการขยายส่วนแบ่งทางการตลาดมากยิ่งขึ้น

3) ทำการศึกษาความเป็นไปได้เพิ่มเติมในการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าโดยกำหนดรูปแบบการเรียกเก็บจากSupplierซึ่งจะเป็นรายได้เพิ่มของบริษัท โดยพิจารณารวมถึงต้นทุนทางโลจิสติกส์ทั้งทางด้านการดำเนินการต่างๆในกระบวนการจนถึงขั้นตอนการกระจายสินค้า สู่อำเภอ

4) จากการศึกษาวิจัยกลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายน้ำมันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพคือการนำการจัดการโลจิสติกส์เข้ามาปรับใช้ในการลดต้นทุนการขนส่งโดยวิธี การต่อไปนี้

- การวางแผนเส้นทาง จุดรับส่งสินค้า ต้องเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด สามารถรวมส่งตาม เส้นทางได้
- เลือกวิธีการขนส่งที่ถูกต้อง เช่น รถยนต์รถไฟ ทางน้ำ ทางท่อ
- การรวบรวมสินค้าให้เต็มเที่ยวรถ
- การวางแผนทั้งการส่งและการรับสินค้ากลับ ไม่ปล่อยให้รถว่างทุกการเดินทาง
- จัดการการบรรทุกให้เต็มปริมาตรรถ

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์วิญญู ปรอยกระโทก และคณะอาจารย์ที่ปรึกษาสาขาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชนทุกท่าน ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา งานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัทกรณีสึกษา และศูนย์กระจายสินค้ารวมทั้งตัวแทนจำหน่าย ที่เป็นผู้สนับสนุนให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายภาคพิเศษทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆอย่างตลอดระยะเวลาการศึกษา และเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าในการจัดทำการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยอบรมสั่งสอน และให้การสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกๆ ด้าน ทั้งทางด้านการศึกษา สนับสนุนทางด้านวิชาการ อีกทั้งยังคอยเป็นกำลังใจอันสำคัญให้กับข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ทั้งนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยและขออภัยไว้ ณ ที่นี้ ผู้เขียนมีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดีจากทุกท่านที่ได้กล่าวนามมา และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] จินตนา แซ่ฉั่ว. (2554). การศึกษาหาทำเลที่ตั้งและจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ. กรณีศึกษา : บริษัท ยัมเรสเทอร์รองตส์ อินเตอร์เนชันแนล (ประเทศไทย) จำกัด. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- [2] แคนชัย ปัญญาวิชัย. (2549). การเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับธุรกิจการจัดจำหน่ายคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาบริษัทผู้จัดจำหน่ายคอมพิวเตอร์แห่งหนึ่ง. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา :

http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5_3_9 : dc-computer&catid=5_2 : distribution-and-3pl&Itemid=76. (10 พฤศจิกายน 2557)

- [3] น้ำฝน พุฒิสันติกุล. (2553). การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าของอะไหล่รถยนต์โดยใช้กระบวนการ ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. [ระบบออนไลน์].

แหล่งที่มา :

thesis.grad.chula.ac.th/readfile1.php?fn=ab5287187720.doc. (25 ตุลาคม 2557)

[4]ปรีชา ประเสริฐสกุลไชย. (2553). การศึกษาความเหมาะสมของศูนย์กระจายสินค้าในเขตภูมิภาค. กรุงเทพฯ ภูมิศึกษา : บริษัท ABC. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

[5]ปาลีรัฐ บุญก่อน. (2554). แนวทางการพัฒนาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า ภูมิศึกษา ศูนย์ กระจายสินค้าประเภทเซรามิค. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

http://www.logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2693%3A-

[554&catid=53%3Atransportation&Itemid=76](http://www.logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2693%3A-554&catid=53%3Atransportation&Itemid=76). (2 พฤศจิกายน 2557)

[6]ปรีชา กลิ่นแก่นจันทร์. (2550). การพัฒนาดัชนีชี้วัดในการประเมินประสิทธิภาพของธุรกิจรับขนส่งสินค้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

[http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=610:3pl-](http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=610:3pl-%20kpi&catid=52:distribution-and-3pl&Itemid=76)

[%20kpi&catid=52:distribution-and-3pl&Itemid=76](http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=610:3pl-%20kpi&catid=52:distribution-and-3pl&Itemid=76). (25 พฤศจิกายน 2557)

[7]วรพจน์ จันทร์เรือง. (2549). ศูนย์กระจายสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์ : การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง. วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/8085>. (25 พฤศจิกายน 2557)

[8]วิจิตรสวัสดิ์ สุขสวัสดิ์ ณ อยุธยา. (2548). การเลือกทำเลที่ตั้งโรงปรับปรุงคุณภาพข้าวโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[9]ศุภกานต์ อัครชัยพานิชย์. (2544). การวิเคราะห์ต้นทุนกิจกรรมสำหรับธุรกิจขนส่งด้วยรถบรรทุก.

วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมโยธา). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<http://www.thaithesis.org/detail.php?id=1082544000266>. (26 พฤศจิกายน 2557)

[10]อรพินทร์ จีร์วัสสกุล. (2554). การประยุกต์ใช้ AHP ในการประเมินผลการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่ง, การค้นคว้าอิสระปริญญาโท สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรมมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

การประยุกต์ใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ
Applying Savings Algorithm for Solving Vehicle Routing Problems
กรณีศึกษา บริษัท L

สุภารัตน์ ดาวรุ่งรัมย์ และปริญ วีระพงษ์
 สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะวิทยาการจัดการ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
 เลขที่ 1 ม. 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสาเหตุการเกิดปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าโดยวิธีการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ ที่นำเสนอในด้านต้นทุนรวมและระยะทางรวม โดยเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางวิธีที่นำเสนอกับวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบเดิมของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา บริษัท L Transport จากผลการทดสอบแสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนและระยะทางของการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบเดิมและวิธีแบบใหม่กรณีศึกษาของเดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557 พบว่า วิธีการนำเสนอที่นำเสนอสามารถลดระยะทางรวมได้อย่างชัดเจน จากเดิมระยะทางรวมที่รถวิ่งต่อปีโดยประมาณ 381,679 กิโลเมตรต่อปี ลดลงเหลือ 288,777 กิโลเมตรต่อปี หรือลดลงถึง 92,902 กิโลเมตรระยะทางที่ลดลงดังกล่าวจะสามารถประหยัดเวลาในการเดินรถด้วย แลวิธีการนำเสนอสามารถลดต้นทุนรวมได้ จากเดิม 10,476,488 บาท/ปี เป็น 9,357,469 บาท/ปี หรือลดลง 1,119,019 บาท

คำสำคัญ : การจัดเส้นทางเดินรถ, อัลกอริทึมแบบประหยัด, การลดต้นทุนการขนส่ง

Abstract

This research aims to investigate cargo routing problem through the application of saving algorithms. This study focuses in total cost and total distance. By comparing the results of the proposed method, routes of distribution center case study of L Transport.

The result of this study by compare by cost and distance of route with the traditional methods and case improvement in January to December 2014 found that the proposed method is presented that it can reduce total distance from 381,679 kilometers per year to 288,777 km per year, or decrease 92,902 kilometers. The reductions also save running time in a bus. Moreover it can reduce the total cost of the original 10,476,488 baht per year to 9,357,469 baht per year or less than 1,119,019 Baht.

Keyword: Savings Algorithm, Vehicle Routing, Reducing transportation costs

1. บทนำ

การจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาของบริษัท ในแต่ละวันจะมีลูกค้าจำนวนหนึ่งมากบ้างน้อยบ้าง ต้องการให้เรานำสินค้าไปส่งให้ปัญหาที่สำคัญคือ จะต้องใช้รถขนส่งกี่คันและควรจัดลำดับการขนส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร จากประสบการณ์การทำงานที่ผ่านมาพบว่า บริษัทไม่มีกลยุทธ์หรือวิธีการคำนวณที่ชาญฉลาดในการจัดเส้นทางเดินรถแต่อย่างใด แต่จะใช้วิธีเดิมๆ คือความสามารถเฉพาะตัวและประสบการณ์ของหัวหน้าแผนกขนส่งในการวางแผนการขนส่งซึ่งทำให้บางครั้งวิธีนี้เป็นวิธีที่ผิดพลาดบ้างในบางครั้งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในองค์กรผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหานี้ และคิดที่จะหาแนวทางการแก้ไขให้องค์กรสามารถจัดเส้นทางเดินรถให้ได้ประหยัดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing)

การจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาประจำของบริษัท ในแต่ละวันจะมีลูกค้าจำนวนหนึ่งมากบ้างน้อยบ้างต้องการให้เราสินค้าไปส่งให้ ปัญหาที่สำคัญคือ จะต้องใช้รถขนส่งกี่คันและควรจัดลำดับการส่งสินค้าอย่างไร รถคันไหนควรไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายใดบ้าง และจะจัดลำดับการส่งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายอย่างไร ในทางคณิตศาสตร์แล้วถือว่าเป็นปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยากมาก ๆ การจะวิเคราะห์หาแผนการเดินรถที่ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากคำสั่งซื้อจากลูกค้าและรถส่งสินค้ามีจำนวนจำกัด แทบจะไม่มีโอกาสเลยที่จะจัดเส้นทางเดินรถให้ประหยัดที่สุด อย่างดีที่สุดคงทำได้เพียงการจัดส่งสินค้าถึงลูกค้าตรงเวลา ครบถ้วนตามจำนวนใบสั่งซื้อเท่านั้น จากประสบการณ์การทำงาน พบว่า บริษัทไม่มีกลยุทธ์หรือวิธีการคิดคำนวณที่ชาญฉลาดในการจัดเส้นทางเดินรถแต่อย่างใด แต่จะใช้ความสามารถเฉพาะตัวและประสบการณ์ของหัวหน้าแผนกในการวางแผนการขนส่ง ซึ่งความจริง

แล้วมีวิธีการที่ดีกว่านี้ สามารถนำมาใช้อย่างได้ผลเป็นที่ประจักษ์แล้วทั่วโลก

2.2 แนวคิด Saving Algorithm ของ Clarke and Wright (Clarke and Wright 1964)

พิจารณาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการของลูกค้าหลายแห่ง ยานพาหนะมีความจุหลายขนาด ส่งสินค้าออกจากคลังสินค้าแห่งเดียว ซึ่งได้พัฒนาขั้นตอนให้สามารถเลือกเส้นทางของยานพาหนะที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการแก้ปัญหานี้คือ ทำให้ทราบจำนวนยานพาหนะที่จะใช้ขนส่ง และปริมาณสินค้าที่ขนส่งของยานพาหนะแต่ละคัน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.2.1 เลือกจุดเริ่มต้นที่คลังสินค้า

2.2.2 ค้นหาพิกัด ละติจูด, ลองจิจูด ใน Google Map ของลูกค้าทั้งหมดที่ต้องการส่ง

2.2.3 เรียงลำดับข้อมูลระยะเวลาในการส่งสินค้าแต่ละจุด ลงใน Microsoft Excel เพื่อทำ ตาราง Matrix

2.2.4 เพิ่มข้อมูลระยะเวลาในโหนดสินค้าแต่ละจุดลงไป Service Time

2.2.5 ทำซ้ำจนกว่าจะครบทุกจุด

2.2.6 Copy ข้อมูลใส่ลงใน Note Pad เพื่อเตรียมประมวลผลในโปรแกรม VRP Solver โปรแกรมที่ใช้ประมวลผลการจัด Routing เส้นทางขนส่งสินค้า

2.3 โปรแกรม VRP Solver

(Vehicle Routing Problem; VRP) คือ โปรแกรมออกแบบเส้นทางเดินรถในแต่ละคันให้เหมาะสมที่สุด ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายต่างๆ และความสอดคล้องตามข้อจำกัดต่างๆ ที่มี เช่น ปริมาณความจุ, เวลาในการขนส่งสินค้าลงจากรถ (Time Windows) เส้นทางขนส่งจะเริ่มต้นจากคลังสินค้า (ต้นทาง) ไปสู่กลุ่มลูกค้าที่ทราบจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งในแต่ละราย และทราบปริมาณความต้องการสินค้า (Demand) ที่แน่นอนล่วงหน้าและกลับมาสิ้นสุดเส้นทางที่คลังสินค้าเริ่มต้น โดยมีข้อจำกัดที่ว่าลูกค้าแต่ละรายจะได้รับบริการจากรถขนส่งสินค้าคันเดียวหรือหลายคัน และปริมาณสินค้าที่นำส่งต้องไม่เกินความสามารถใน

การบรรทุกหรือความจุของรถขนส่งคันนั้นๆ รวมทั้งมีเวลาในการวิ่งเพื่อส่งสินค้าหรือไปให้บริการลูกค้าที่จำกัดด้วย

ผลจากการวิจัยพบว่าวิธี Saving Algorithm นั้นสามารถลดจำนวนเที่ยวรถขนส่งที่ใช้ ปริมาณจุดส่งและระยะทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถลดปัญหาได้ร้อยละ 40 และใช้เวลาในการคำนวณที่น้อยกว่า 1 วินาที

3.การรวบรวมข้อมูล

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเดินทาง (Vehicle Routing Problems; VRP) โดยทำการศึกษาข้อมูลแบบทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีเซฟวิงอัลกอริทึม(Applying Savings Algorithm for Solving Vehicle Routing Problems) มาประยุกต์ใช้ในส่วนของการจัดเส้นทางรถเดินทางรวมทั้งปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการจัดเส้นทางรถเดินทางรถขนส่งสินค้า เพื่อให้เกิดการดำเนินงานในกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนให้ต่ำสุดในการจัดเส้นทางแบบเดิมๆของ บริษัท L Transport

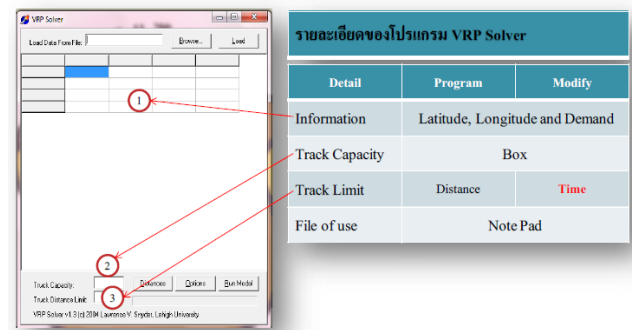
3.2 รวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลด้านการดำเนินงานซึ่งเกี่ยวกับขั้นตอนในการจัดเส้นทางรถเดินทางรถขนส่งสินค้า ของบริษัท L Transport โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากแผนกขนส่งสินค้า ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเส้นทาง Routing แต่ละสายส่ง รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่มีระบบการจัดเส้นทางรถเดินทาง Vehicle Routing Problem; VRP คือ โปรแกรมออกแบบเส้นทางรถเดินทางในแต่ละคันให้เหมาะสมที่สุด ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายต่างๆ และความสอดคล้องตามข้อจำกัดต่างๆ ที่มี เช่น ปริมาณความจุ, เวลาในการขนส่งสินค้าลงจากรถ (Time Windows) เส้นทางรถขนส่งจะเริ่มต้นจากคลังสินค้า (ต้นทาง) ไปสู่กลุ่มลูกค้าที่ทราบจำนวนและตำแหน่งที่ตั้งในแต่ละราย และทราบปริมาณความต้องการ

สินค้า (Demand) ที่แน่นอนล่วงหน้าและกลับมาสิ้นสุดเส้นทางที่คลังสินค้าเริ่มต้น โดยมีข้อจำกัดที่ว่าลูกค้าแต่ละรายจะได้รับบริการจากรถขนส่งสินค้าคันเดียวหรือหลายคันและปริมาณสินค้าที่นำส่งต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกหรือความจุของรถขนส่งคันนั้นๆ รวมทั้งมีเวลาในการวิ่งเพื่อส่งสินค้าหรือไปให้บริการลูกค้าที่จำกัดด้วย



ภาพที่ 1 ตัวอย่างหน้าจอระบบการจัดเส้นทางรถเดินทางรถ Vehicle Routing Problem; VRP

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทำการรวบรวมมาจากแหล่งต่างๆ ข้อมูลทุติยภูมิ(Secondary Data) ที่ได้จาก หนังสือ บทความ งานวิจัย และ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถาม การศึกษาขั้นตอนและกระบวนการจัดส่งสินค้าจากเจ้าหน้าที่ศูนย์กระจายสินค้า บริษัท L Transport เพื่อทำการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการจัดส่งสินค้าในส่วนของบริษัทเดิมที่ใช้ภายในศูนย์กระจายสินค้าและปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นมาเพื่อทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้วยระบบการจัดเส้นทางรถเดินทาง Vehicle Routing Problem; VRP มาใช้

4. ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางรถขนส่งโดยประยุกต์ใช้วิธีการนำเสนอโดยได้สร้างฐานข้อมูลไว้ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลและสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบด้วยโปรแกรมวิซวลเบสิกเพื่อให้พนักงานใช้งานได้ง่ายขึ้นตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมดังรูป

VEHICLE ROUTING PROGRAM						
King Mongkut's University of Technology North Bangkok						
Version 1.0 ©						
Solve	Vehicle Capacity : 100 Unit			Distance Matrix		
Reset	ID	Name	Position	Quantity(Unit)	0	1
Help	0	DC	7324, 100.645232000000		0	28
	1	บขสพว1	14.04954, 100.60742000	37	29	21
	2	บขสพว2	13.9036, 100.53109999	35	31	21
	3	บขสพว3	13.86402, 100.54899000	30	20	29
	4	บขสพว4	13.85471, 100.51379999	25	25	26
	5	โรงข๑1	13.87001, 100.47024999	32	34	20

ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม Vehicle Routing Program

ส่วนระบบการประมวลผลจะใช้ภาษา C++ บนโปรแกรม Visual Studio ทำการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทดสอบข้อมูลและทำการเปรียบเทียบผลที่ได้รับจากการจัดเส้นทางรถแบบใหม่ที่ได้แนะนำเสนอกับผลการจัดเส้นทางรถแบบเดิมเพื่อวัดประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางจากวิธีการที่แนะนำ โดยเปรียบเทียบข้อมูลระยะทางรวม และต้นทุนรวม โดยการใช้ข้อมูลคำสั่งซื้อของลูกค้าจากกรณีศึกษาของเดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบต้นทุนและระยะทางของการจัดเส้นทางด้วยวิธีการแบบเดิมและวิธีแบบใหม่

เดือน พ.ศ. 2557	วิธีการการจัดเส้นทาง แบบเดิม		วิธีการการจัดเส้นทางแบบ ใหม่		ความแตกต่าง	
	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)	ความ แตกต่าง ระยะทาง	ความ แตกต่าง ต้นทุน
มกราคม	32,426	709,838	19,561	569,160	12,865	140,678
กุมภาพันธ์	29,550	879,330	22,950	786,720	6,600	92,610
มีนาคม	34,410	1,018,474	29,078	963,573	5,332	54,901
เมษายน	28,590	878,490	20,070	729,300	8,520	149,190
พฤษภาคม	26,130	610,669	19,065	524,830	7,065	85,839
มิถุนายน	26,400	730,740	21,780	684,510	4,620	46,230
กรกฎาคม	31,890	741,768	26,040	648,954	5,850	92,814
สิงหาคม	30,442	1,286,252	32,023	1,210,550	-1,581	75,702
กันยายน	33,060	792,180	19,680	689,700	13,380	102,480
ตุลาคม	36,394	951,917	28,303	867,566	8,091	84,351
พฤศจิกายน	32,490	900,750	23,970	786,210	8,520	114,540
ธันวาคม	39,897	976,080	26,257	896,396	13,640	79,684
ผลรวม	381,679	10,476,488	288,777	9,357,469	92,902	1,119,019

จากตารางการเปรียบเทียบแสดงถึงประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางที่นำเสนอในด้านต้นทุนรวมและระยะทางรวม โดยเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางวิธีที่แนะนำกับวิธีการจัดเส้นทางเดิมแบบเดิมของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาจากผลการทดสอบพบว่าวิธีการนำเสนอที่นำเสนอสามารถลดระยะทางรวมได้อย่างชัดเจน จากเดิมระยะทางรวมที่รถวิ่งต่อปีโดยประมาณ 381,679 กิโลเมตรต่อปี ลดลงเหลือ 288,777 กิโลเมตรต่อปี หรือลดลงถึง 92,902 กิโลเมตร ระยะทางที่ลดลงดังกล่าวจะสามารถประหยัดเวลาในการเดินทางด้วย แลวิธีการนำเสนอสามารถลดต้นทุนรวมได้จากเดิม 10,476,488 บาท/ปี เป็น 9,357,469 บาท/ปี หรือลดลง 1,119,019 บาท

5. สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา/วิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เสนอวิธีการและระบบช่วยในการตัดสินใจเพื่อใช้ในการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าของกรณีศึกษา บริษัท L Transport โดยพิจารณาเงื่อนไขของการจำกัดเวลาเดินทางบรรทุกทุกขนาดใหญ่ในเขตเมืองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เส้นทางรถที่มีต้นทุนการขนส่งรวมต่ำสุด กรณีศึกษา บริษัท L Transport มีรูปแบบการกระจายสินค้าในพื้นที่ต่างในเขตกรุงเทพฯและต่างจังหวัดด้วยรถประเภทต่างๆไม่ว่าจะเป็น รถสิบล้อ รถหกล้อและรถสี่ล้อ ซึ่งได้มีการนำวิธีเซฟวิงอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางรถของกรณีศึกษา

ผลการศึกษาและทดสอบข้อมูลของกรณีศึกษา พบว่า วิธีการนำเสนอจะสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการจัดการขนส่งรวมได้จากเดิม 10,476,488 บาท/ปี เหลือ 9,357,469 บาท/ปี หรือลดลง 1,119,019 บาท นอกจากนี้การเปรียบเทียบระยะทางรวมพบว่าระยะทางรวมลดลงถึง 92,902 กิโลเมตร/ปี ซึ่งจากระยะทางดังกล่าวสามารถประหยัดเวลาในการเดินทางด้วย

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาและทดสอบข้อมูลของกรณีศึกษาพบว่า วิธีการนำเสนอจะสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการจัดการขนส่งรวมได้จากเดิม 10,476,488 บาท/ปี เหลือ 9,357,469 บาท/ปี หรือลดลง 1,119,019 บาท นอกจากนี้การเปรียบเทียบระยะทางรวมพบว่า ระยะทางรวมลดลงถึง 92,902 กิโลเมตร/ปี ซึ่งจากระยะทางดังกล่าวสามารถประหยัดเวลาในการเดินทางด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น โดยเพิ่มเติมการใช้วิธีการค้นหาคำตอบเฉพาะที่(Local Search) เช่น การสลับตำแหน่ง การสลับสองตำแหน่ง เป็นต้น

5.3.2 พัฒนารูปแบบการจัดการเดินทางที่พิจารณาข้อจำกัดในการบรรทุกในกรณีที่มีการขนส่งสินค้าที่มีความหลากหลายโดยอาจจะเพิ่มตัวแปรมากขึ้น เช่น ค่าน้ำมัน ปริมาตรที่รถบรรทุกได้ หรือค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่อาจจะไม่ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด แต่อาจจะได้ค่าที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับผู้ใช้โปรแกรมต้องการจะหาค่าที่เหมาะสมให้ตัวแปรไหน

6. กิติกรรมประกาศ

วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคล และคณะบุคคลต่างๆที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่งทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัยได้แก่

- อาจารย์สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
- ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกท่านที่ให้คำปรึกษากำลังใจ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอดจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงคมนาคม. กรมการขนส่งทางบก (ม.ป.ป.). คู่มือพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการขนส่งด้วยรถบรรทุก. (ม.ป.ท.).

[2] กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์ อภิชาติ มณีงาม และ อภินันทนา อุดมศักดิ์ดีกุล. (2555). การประยุกต์ใช้เซฟวิงอัลกอริทึมในปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งอิฐบล็อก Applying Saving Algorithm for Solving Concrete Block Vehicle Routing Problems [ออนไลน์]ได้จาก<http://researchgate.net/>

[3] โกศล ดีศีลธรรม. (2552). กลยุทธ์ลดต้นทุนด้วยการขนส่งแบบต่อเนื่อง. โลจิสติกส์ไต่เจสส์. 46(4):49-50.

[4] ชินภัทร อ่อนฉิม. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าภายในเขตกรุงเทพและปริมณฑล กรณีศึกษา บริษัทเซ็นทรัล มาร์เก็ตติ้ง กรุ๊ป. บัณฑิตวิทยาลัย. สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์.

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://eprints.utcc.ac.th/>

[5] กระทรวงคมนาคม. (2552). ข้อมูลการขนส่งสินค้าและผู้โดยสารภายในประเทศ [ออนไลน์]. ได้จาก :http://vigportal.mot.mot.go.th/portal/site/Portal/MOT/stat/total_product_passenger/

[6] กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล. (2546). คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: เคทีพี.

[7] คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. (2553). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

[8] คมกฤษ วลีวงศ์. (2547). ปัญหาการสร้างความร่วมมือในการประกอบการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุก. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[9] ครรชิต มาลัยวงศ์. (2540). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ. ส่งเสริมเทคโนโลยี. 24 (134): 117-124.

[10] คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2551). การจัดการขนส่ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิชั่นพีเพรส.

การลดขั้นตอนการทำงานในกระบวนการวัดค่าความหนาของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ (JIG DIMENSION CHECK)

Reducing steps involved in the process to measure the thickness of a piece
hard disk. (JIG DIMENSION CHECK)

อัจฉราพรรณ ไชยเดช, กอบกุล พ่อคำ, พัศตรา โพธิ์ศรีทอง และดร.นุกูล สารวงค์*
สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอย อีสราภาพ 15 แขวง หิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600.
*kul_srw@hotmail.com , 081-919-2934

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.ศึกษากระบวนการวัดค่าความหนาของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ 2.ออกแบบ JIG DIMENSION CHECK 3.เพื่อลดขั้นตอน ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานวิจัยคือ 1.การศึกษากระบวนการผลิตด้วยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์บุคคลากรในหน่วยงาน 2. การออกแบบ JIG DIMENSION CHECK โดยการวิเคราะห์หลักการการทำงานและกระบวนการทำงานของ JIG DIMENSION 3. ลดขั้นตอนโดยนำ JIG DIMENSION CHECK ไปทดลองใช้จริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า สามารถลดขั้นตอนในการตรวจสอบลงได้จาก 7 ขั้นตอน เหลือ 4 ขั้นตอน ลดลง 3 ขั้นตอน คิดเป็น 43.11% เพิ่มจำนวนชิ้นงานในการตรวจสอบได้ 842 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 342 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 75.78% และลดพนักงานลงได้ 5 คน

คำสำคัญ : JIG DIMENSION CHECK อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจค่าความหนาของชิ้นงาน

Abstract

This research aims to The step of the process to measure the thickness of a piece hard disk (JIG DIMENSION CHECK), which is one of the most important steps to check the thickness of a standard is adopted in this study. Check the thickness of the workpiece, there are several steps that employees sometimes become confused while working. It takes time to check 500 pieces per person per hour. The 7 steps to check the time, despite having studied directly. However After studying the standards directly Process of measuring the thickness of a piece of hard disk. Can reduce the process of checking into the 7 steps to 4 steps down 3 steps Representing 43.11% Increase the number of parts in the investigation, 842 pieces per person per hour. Increase of 342 pieces per person per hour, equivalent to 75.78%. And reduce staff by up to 5 people.

Keywords : JIG DIMENSION CHECK is a device used to determine the thickness of the specimen.

1. บทนำ

ปัจจุบัน ฮาร์ดดิสก์ มิใช่ส่วนประกอบที่มีอยู่เฉพาะในเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ อาทิ เครื่องเล่น MP3 โทรศัพท์มือถือ PDA กล้องถ่ายรูป ต่างก็ใช้ฮาร์ดดิสก์บันทึกข้อมูลแทบทั้งสิ้น ที่ผ่านมามาประเทศไทยจัดว่าเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ที่สำคัญของโลก มีส่วนแบ่งการส่งออกฮาร์ดดิสก์พีในตลาดโลกกว่า 19.9% มีมูลค่าการส่งออก กว่า 483,000 ล้านบาท และสร้างมูลค่าเพิ่มถึง 180,000 ล้านบาท รวมถึงการสร้างงานอีกกว่า 92,000 อัตรา และยังมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยได้ก้าวมาเป็นผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์อันดับ 1 ในตลาดโลก โดยมีส่วนแบ่งการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 40% และสร้างมูลค่าการส่งออกกว่า 966,000 ล้านบาท นอกจากนี้ ประเทศไทยยังเป็นฐาน การผลิตของผู้ผลิตรายใหญ่ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ อาทิเช่น ซีเกท เทคโนโลยี, เวสเทิร์น ดิจิทัล, ฮิตาชิ โกลเบล สโตเรจ

เทคโนโลยีและ พูจิตลี เป็นต้น

ปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีหลายรุ่น แต่ละรุ่นจะมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่จะมีกระบวนการทำงานที่ต่อเนื่อง และมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกรุ่นที่มียอดการผลิตและยอดขายที่สูงที่สุดมาพิจารณาในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งพบว่าประสบปัญหาในการทำงานล่าช้า และโดยส่วนใหญ่จะขาดในเรื่องของการปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงาน ที่ไม่เอื้ออำนวยความสะดวกให้กับพนักงาน และใช้พนักงานในการทำงานหลายอัตรา จึงเป็นที่มาของปัญหา และทางหน่วยงานต้องการลดขั้นตอนในการทำงาน เพื่อใช้เวลาในกระบวนการตรวจสอบค่าความหนาของชิ้นงานให้น้อยลง เพื่อรองรับและตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ดังนั้นทางกลุ่มผู้วิจัยจึงได้เข้าไปปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบวัดค่าความหนาของชิ้นงานฮาร์ดดิสก์ด้วย JIG DIMENSION CHECK ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญอีกกระบวนการหนึ่ง ก่อนที่จะนำชิ้นงานไปสู่กระบวนการถัดไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ECRS โดยนำ C (Combine) คือการรวมการทำงาน งานบางชนิดสามารถรวมกันได้ R (Rearrange) คือลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ 2) ศึกษาเวลามาตรฐานกระบวนการตรวจสอบวัดค่าความหนา 3) ศึกษาการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา ระบบดิจิทัลที่สามารถวัดค่าได้ละเอียดถึง 1 ใน 100 ของวินาที 4) ศึกษากระบวนการไหลของงาน โดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) คือแผนภูมิลักษณะในการบันทึกขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจนขึ้น

ศึกษากระบวนการไหลของงาน

OPERATION CHART		
Chart No:	Summary	
Product / Material / Man	○ ปฏิบัติงาน	0.50
Model : HDD	⇒ เคลื่อนย้ายงาน	0.60
Activity : ตรวจสอบค่าความหนา	D งานล่าช้า	0.58
Method : JIG Dimension	□ ตรวจสอบงาน	1.11
Locatio : แผนกวัดค่าความหนา	▽ เก็บงาน	0.55
Charted By :	Date :	
Approved By :	Date :	
DESCRIPTO	○ ⇒ D □ ▽	
1. พลิกชิ้นงานในถาด 500 ชิ้น	●	
2. หยิบชิ้นงานด้วยมือซ้าย	●	
3. มือซ้ายวางชิ้นงานบน JIG Dimension	●	
4. มือขวาดันชิ้นงานเข้าที่ 1 เข้า JIG Dimension	●	
5. มือขวาดันชิ้นงานเข้าที่ 2 เข้า JIG Dimension	●	
6. มือขวาดันชิ้นงานเข้าที่ 3 เข้า JIG Dimension	●	
7. มือขวาหยิบชิ้นงานผ่านการตรวจสอบด้วย JIG วางใส่ถาด	●	

3. ผลการดำเนินการวิจัย

1) สามารถ Combine การตรวจสอบขาของชิ้นงานรวมกันได้จากเดิม ตรวจสอบขาชิ้นงาน 3 Spec เหลือ 2 Spec ลดลง 1 Spec 2) สามารถ ลดขั้นตอนการตรวจสอบจาก 7 ขั้นตอน เหลือ 4 ขั้นตอน 3) เวลามาตรฐานจากเดิม 3.34 วินาที ลดลงเหลือ 1.69 วินาที 4) เพิ่มยอดการผลิตจาก 479 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง เป็น 842 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง ขั้นตอนหลังการปรับปรุงมีดังนี้ 1) กลับชิ้นงานในถาด 500 ชิ้น 0.50 วินาที 2) หยิบชิ้นงานจากถาดด้วยมือซ้ายพร้อมกับการเข้าที่ 1 และเข้าที่ 3 เข้า JIG พร้อมกัน 0.75 วินาที 3) มือขวาดันชิ้นงานเข้าที่ 2 เข้า JIG และมือซ้ายเตรียมหยิบชิ้นงานในถาดเพื่อรอเช็คต่อไป 0.20 วินาที 4)

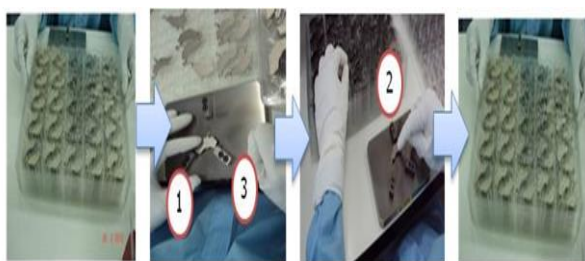
มือขวาหยิบชิ้นงานที่ผ่านการเช็คด้วย JIG วางใส่ถาด 0.45 วินาที

4.สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานการปรับปรุงกระบวนการเช็ค ค่าความหนาของชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ เป็นการดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มยอดการผลิตต่อคนต่อชั่วโมง ลดขั้นตอนการทำงานด้วยการ Combine และ Modify Jig Dimension Check โดยสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้

การปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงาน ลดขั้นตอนการทำงานลง ลดเวลาลงได้จาก 7 ขั้นตอน เหลือ 4 ขั้นตอน ลดลง 3 ขั้นตอน คิดเป็น 43.11% เพิ่มจำนวนชิ้นงานในการตรวจสอบได้ 842 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 342 ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 75.78% และลดพนักงานลงได้ 5 คน

ขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุง



1. กัดชิ้นงานในถาด 500 ชิ้น
2. หยิบชิ้นงานมาเช็คด้วยมือซ้าย พร้อมนับขาที่ 1 และขาที่ 3 เข้า JIG พร้อมกัน
3. มือขวาหยิบชิ้นงานขาที่ 1 เข้า JIG และมือซ้ายเช็คขาที่ 3 งานในถาดเพื่อเช็คตัวต่อไป
4. มือขวาหยิบชิ้นงานที่ผ่าน JIG วางบนถาดใส่งาน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำ และข้อคิดเห็นของท่านอาจารย์ที่ปรึกษาคือ อาจารย์ ดร.นุกูล สารวงค์ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย และขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอน ชี้แนะ แก้ไขปัญหาโครงการวิจัยฉบับนี้และได้ให้ความรู้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณท่านผู้บริหาร และพนักงานฝ่ายผลิต ฝ่ายดำเนินการผลิต ฝ่ายวิศวกรรมการผลิต ของ

บริษัท เอ็น เอช เค (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนตลอดเวลาการศึกษาดำเนินงานอย่างดียเยี่ยม

6. เอกสารอ้างอิง

(1) เกษม พิพัฒน์ปัญญาคุณ. การศึกษาทางสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539

(2) วัชระ มีทอง. การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา,2536

(3) วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. การศึกษางาน (Work Study) วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน,2547

(4) วันชัย ริจิรวนิช. การจับเวลาบันทึกข้อมูลเวลาตามจำนวนวัฏจักร วิศวกรรมอุตสาหการ (เกียรตินิยม) จากคณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(5) มาโนช ริทินโย. การศึกษาทาง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา,2551

(6) ศุภชัย รมยานนท์. การออกแบบอุปกรณ์นาเจาะและจับงานจากคณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2539

(7) ธานี อ่วมอ้อ. การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องContinuous Process Improvement (PCI),

(8) M.Eng.in System Engineering, Asian Institute of Technology จากสถาบัน เทคโนโลยีแห่งเอเชีย, และ Ph.D. in Industrial Engineering, Texas A & M University, U.S.A.,2548

เว็บไซต์

(1) (ออนไลน์) 2553.(สืบค้นวันที่ 15 สิงหาคม 2557) จาก <http://www.tpmconsulting.org/>

คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การศึกษาวิธีการลดขั้นตอนการทำงาน
ในกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ เพื่อเพิ่มกำลัง
การถอดชิ้นส่วนด้วยIE Technique

คู่มือบัณฑิตนิพนธ์จากโครงการวิจัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

แนวทางการศึกษาการเพิ่มผลผลิตโดยการวางแผนโรงงานใหม่ กรณีศึกษา : บริษัท โลอตัส บรอส
ซัมเปเปอร์บ็อก

Approaches to increasing productivity by planning new factory case study :
the Lotus Brossum Paperbox Co.,Ltd.

บัณฑิต ประเสริฐพร *,สรศักดิ์ ต่วนเครือ,กฤษฎา อยู่ถนอม และ เศรษฐวิทย์ แสงทิพย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงทรีอัญญา เขตธนบุรี
กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ:bs5421246036@hotmail.com,086-5225197

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตด้วยการปรับปรุงผังโรงงาน บริษัทโลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด เพื่อลดเวลาการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบให้น้อยลงและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการไหลของวัตถุดิบให้ดียิ่งขึ้น จากการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สภาพผังโรงงานในปัจจุบัน เวลาการทำงาน กระบวนการไหลของวัตถุดิบและการรอคอยวัตถุดิบ จากการศึกษาและเสนอแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานจากระยะทางเดิม 29.72 เมตร เหลือ 16.6 เมตร และลดระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบจากเดิม 4.15 นาที เหลือ 2.46 นาที และประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในเวลา 3 เดือนทำให้ระยะทางและระยะเวลาลดลงและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการไหลสามารถเพิ่มผลผลิตได้

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต,การวางแผนโรงงานใหม่,ลดระยะเวลาในการเคลื่อนที่

Abstract

The purpose of this research is to increase productivity with plant layout improvement , case study : Lotus Brossum Wallpaper Box Co., Ltd (เขียนชื่อภาษาอังกฤษให้ถูกต้องด้วย), to reduce the time for moving raw materials less and enhance the flow of materials to be even better. According to a study by gathering relevant information, At present time, working conditions, plant layout, process flow of raw materials and waiting. The study and guidelines for improving plant layout from the original 29.72 meters to 16.6 meters and shorten the movement of materials from 4.15 minutes to 2.46 minutes and assess the economic value at 3 months, and distance. time reduction and optimization of the process flow.

Keywords: increasing productivity, the new plant, reduce the new plant layout

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เป็นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอื่นๆ มากมาย เนื่องจากสินค้าที่ผลิตจากโรงงานแล้วจะส่งถึงผู้บริโภคย่อมต้องใช้บรรจุภัณฑ์ ทิศทางของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์จะพึ่งพิงกับอุตสาหกรรมภาคการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศและภาคการส่งออก อุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับเศรษฐกิจ โดยกระดาษลูกฟูกได้นิยมนำมาทำเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มสินค้ากันอย่างแพร่หลายบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงทนทาน และยังสามารถช่วยรักษาคุณภาพปกป้องสินค้าโดยเริ่มตั้งแต่การขนส่งไปจนถึงผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ยังบ่งบอกถึงรูปร่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ของกล่องกระดาษลูกฟูกจะมีน้ำหนักเบา จึงได้ถูกนำมาใช้บรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้าอย่างแพร่หลาย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.) เพื่อศึกษาสภาพผังโรงงานในปัจจุบัน
- 2.) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตภายในโรงงานและเพื่อศึกษากระบวนการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต
- 3.) เพื่อเสนอแนวทางการเพิ่มผลผลิตจากการวางผังโรงงานใหม่

1.2 ขอบเขตการวิจัย

เพื่อศึกษากระบวนการไหลของวัตถุดิบในโรงงานของ บริษัท โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบและวางผังโรงงาน (Plant Layout and Design)

การออกแบบผังโรงงาน (Plant Design) หมายถึง การรวมการออกแบบทั้งหมดกิจการเป็น

หน้าที่ค่อนข้างจะกว้าง ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของกิจการตลอดจนถึงการวางแผนทางการเงิน ทำให้ที่ตั้งโรงงานและการวางแผนส่วนสำคัญทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโรงงานการวางผังโรงงาน (Plant Layout) หมายถึง การวางแผนเพื่อจัดวางเครื่องจักรเครื่องมืออุปกรณ์ คนงาน วัตถุดิบ สิ่งอำนวยความสะดวกและสนับสนุนในการผลิตของโรงงานในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจในการบริหารโครงการที่จะทำให้การออกแบบ

2.2 ปัญหาการวางผังโรงงาน

ปัญหาการวางผังโรงงาน แบ่งออกได้ 4 ประเภทดังนี้ คือ

2.2.1 การเปลี่ยนส่วนน้อยของโรงงานส่วนมากจะทำการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในบางส่วนของผังโรงงานเดิม และมักเกิดขึ้นอยู่บ่อย การเปลี่ยนแปลงเล็ก ๆ น้อย ๆ อาจมีเหตุผลอยู่หลายประการ เช่น การปรับปรุงวิธีการทำงาน การตรวจสอบด้วยวิธีใหม่ การพัฒนากระบวนการผลิต

2.2.2 การปรับจัดผังโรงงานเดิมมักเจอปัญหากับเนื้อที่ที่มีจำกัดการจัดอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในแต่ละแผนกโดยพยายามใช้เนื้อที่ว่างให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

2.2.3 การจัดเปลี่ยนตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกของโรงงานในเรื่องของสิ่งอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการผลิตการที่จะจัดให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมนั้นต้องวางผังหลาย ๆ รูปแบบแล้วเลือกเอาวิธีที่ดีที่สุด

2.2.4 สร้างอาคารโรงงานใหม่การวางแผนชุดอาคารโรงงานที่สมบูรณ์ ต้องอาศัย แรงงานมาก และเป็นปัญหามากที่สุด

2.3.การไหลของวัสดุ – หัวใจ สำคัญของการวางผังโรงงาน (Flow of Materials – Heart of Many Layout)

ในการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนย้ายที่ดีที่สุดตลอดจนขั้นตอนสำคัญของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความเข้มการไหล และขนาดของการเคลื่อนย้ายการไหลของวัสดุที่มีประสิทธิภาพนั้น หมายถึง วัสดุที่จะไหลผ่านกระบวนการต้องมีระบบทางตรงไปเป็น ระบบทางอ้อม หรือ กวนไปมาหรือไหลย้อนกลับการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการ โดยเฉพาะเมื่อวัสดุนั้นขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก หรือ มีจำนวนมาก การไหลต้องได้รับการพัฒนา

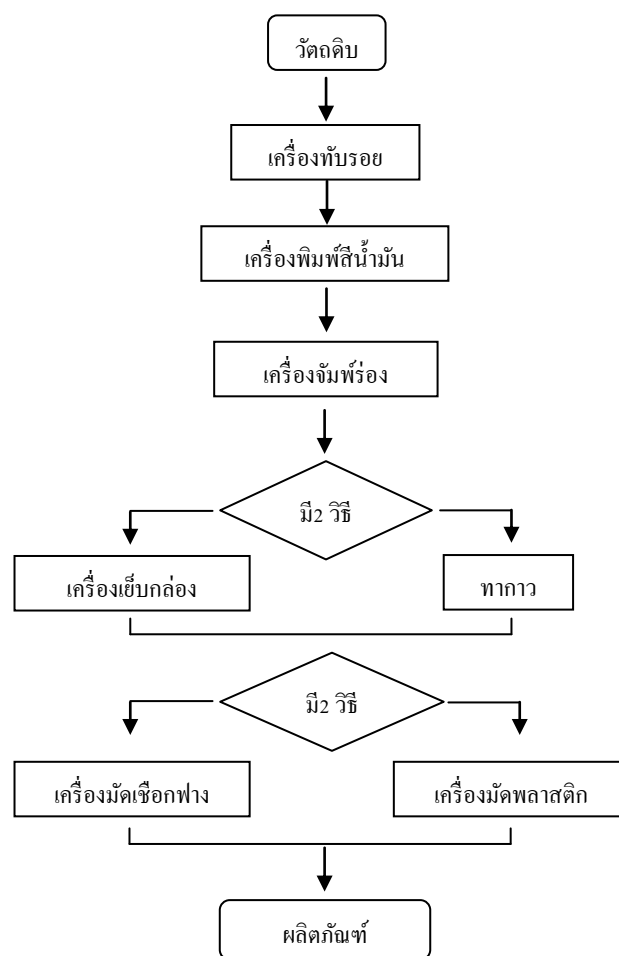
3.วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์การศึกษากระบวนการผลิตทำโดยศึกษากระบวนการผลิตภายในโรงงานและศึกษาข้อมูลต่างๆจากเจ้าของโรงงาน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1.1 เครื่องปั๊มรอย
- 1.2 เครื่องพิมพ์สีน้ำมัน
- 1.3 เครื่องจัมพ์ร่อง
- 1.4 เครื่องเย็บ, ทากาว
- 1.5 เครื่องมัดเชือกฟาง, เครื่องมัดพลาสติก

พลาสติก

Flow Chart แสดงกระบวนการทำงาน



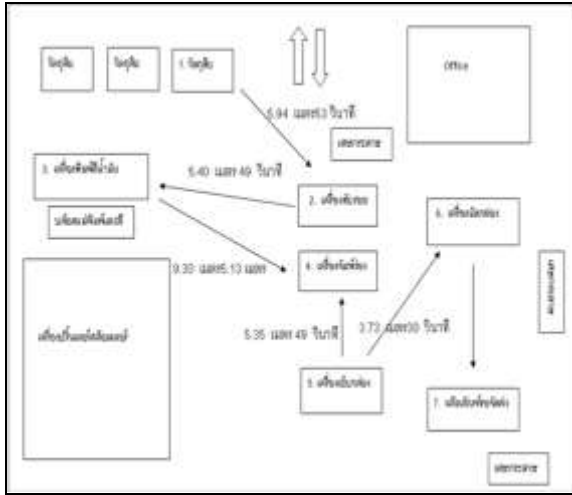
รูปที่ 1

3.2 ศึกษาข้อมูลสภาพก่อนปรับปรุงผังโรงงานและการวิเคราะห์การไหลของงาน

สภาพของโรงงานก่อนปรับปรุงนั้นยังมีการเก็บวัตถุดิบและงานที่กำลังผลิตไม่เป็นระเบียบ และมีการเคลื่อนที่ของงานเป็นระยะทางไกล มีการขนงานสลับไปสลับมาขวางกันอยู่ในโรงงาสาเหตุหลักของการเคลื่อนย้ายงานระยะไกลทำให้เกิดความเสียเวลาในการเคลื่อนย้ายงานทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานในแต่ละกระบวนการและอาจจะส่งผลต่อการผลิตทำให้ผลิตสินค้าไม่ทันส่งมอบให้ลูกค้า

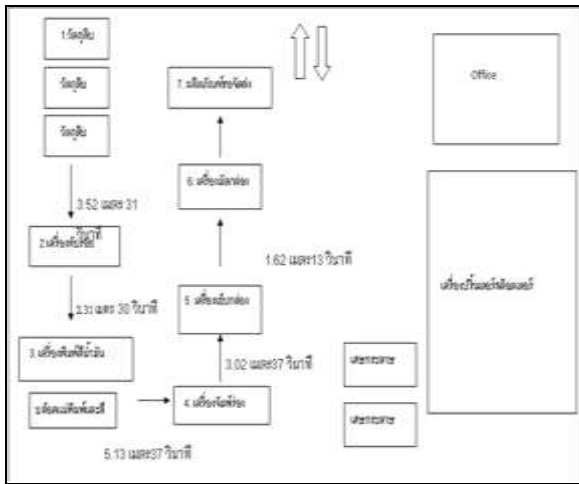
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 .เพื่อศึกษาสภาพโรงงานในปัจจุบัน



รูปที่ 1

4.2 เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มผลผลิตจากกรวางผังโรงงานใหม่



รูปที่ 2

ลำดับที่	เคลื่อนที่จาก	ไปยัง	ระยะทางเดิม	ระยะทางใหม่	เวลาเดิม	เวลาใหม่	เปอร์เซ็นต์ %
1	วัตถุดิบ	เครื่องทับรอย	5.94 เมตร	3.52 เมตร	53 วินาที	31 วินาที	58%
2	เครื่องทับรอย	เครื่องพิมพ์	5.40 เมตร	2.31 เมตร	49 วินาที	30 วินาที	61%
3	เครื่องพิมพ์	เครื่องจัมพ์ร่อง	9.30 เมตร	5.13 เมตร	68 วินาที	37 วินาที	54%
4	เครื่องจัมพ์ร่อง	เครื่องเย็บ	5.35 เมตร	3.02 เมตร	49 วินาที	37 วินาที	75%
5	เครื่องเย็บ	เครื่องมัด	3.73 เมตร	1.62 เมตร	30 วินาที	13 วินาที	43%
	รวม		29.72 เมตร	16.6 เมตร	4.15 นาที	2.46 นาที	59%

ตารางที่ 1

วิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต

แผนผังโรงงานแบบเก่า

จำนวนการผลิตต่อเดือน 95,300 ใบ รายได้ต่อเดือน 1,453,000 บาท กำไร 30% = 435,900 บาท

แผนผังโรงงานแบบใหม่

จำนวนการผลิตต่อเดือน 102,550 ใบ เพิ่มขึ้นจากเดิม 7,280 ใบ รายได้ต่อเดือน 1,479,480 บาท กำไรเพิ่มขึ้นจากเดิม 30% เป็น 32.6 % = 482,310 บาท กำไรที่เพิ่มขึ้น 2.6 % คิดเป็นจำนวนเงิน 38,466 บาทต่อเดือน

*ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายเครื่องจักร รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด 111,650 บาท ใช้เวลา 3 เดือนจึงจะคุ้มทุน
สรุปผล

การทำงานในสภาพเดิมนั้นยังมีเก็บวัตถุดิบ รวมถึงงานระหว่างผลิตไม่เป็นระเบียบและมีการเคลื่อนที่ของงานเป็นระยะทางไกล มีการขนงานสลับไปสลับมาขวางกันอยู่ในโรงงานโดยในหนึ่งวันมีการเคลื่อนย้ายงาน 29.72 เมตรต่อวัน

ผังโรงงานใหม่ที่เสนอแนะมีจุดที่ปรับปรุงหลักคือ ย้ายเครื่องทับรอย และ เครื่องพิมพ์สีน้ำมัน มาแทนที่เครื่องปริ้นเตอร์สล็อตเตอร์และย้ายเครื่องปริ้นเตอร์สล็อตเตอร์ไปอยู่ริมกำแพงจัดให้การไหลของวัตถุดิบเป็นแบบตัว U ทำให้มีการเก็บวัตถุดิบที่อยู่ระหว่างการผลิตเป็นระเบียบมากขึ้นโดยสามารถทำให้เกิดข้อดี ดังนี้

1. ลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ
2. ลดเวลาที่เสียไปจากการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

5.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปวิธีการวิจัย

การทำวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ลดระยะเวลาให้กับโรงงานกรณีศึกษาโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีด้านการออกแบบปรับปรุงผังโรงงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปทำการศึกษาระบบการผลิตของโรงงานได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุ คือสภาพผังโรงงานปัจจุบันยังไม่เหมาะสมดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการไหลของวัสดุในระบบการผลิตพบว่าสภาพการไหลยังไม่เหมาะสมมีความซับซ้อนและวุ่น

ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการแก้ไขสภาพปัญหาการไหลที่ไม่เหมาะสมด้วยการนำหลักการออกแบบผังโรงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงสภาพผังโรงงานและการไหลให้เหมาะสมมากขึ้นโดยที่เน้นในส่วนของการลดระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างกระบวนการผลิตให้สั้นลง ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลโดยละเอียดในส่วนต่างๆที่จำเป็นในการออกแบบปรับปรุงผังโรงงาน เช่น กำลังการผลิต จำนวนเครื่องจักรและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผังโรงงานและสภาพการไหลซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขีดจำกัดต่างๆของโรงงานกรณีศึกษาในการออกแบบปรับปรุงผังโรงงาน จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบผังโรงงานที่นำมาแก้ไขข้อบกพร่องของแบบผังโรงงาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการเพิ่มผลผลิตโดยการวางผังโรงงานใหม่ซึ่งหากมีการทำวิจัยในครั้งต่อไปควรทำงานวิจัยในสิ่งที่เราถนัดและศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

5.2.2 ควรมีการศึกษาทฤษฎีการวางผังโรงงานประเภทต่างๆให้เข้าใจมากที่สุดเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขหรือวางแผนการทำงาน

5.2.3 ศึกษาทฤษฎีกระบวนการไหลของวัตถุดิบเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนหรือการแก้ไขปัญหาของกระบวนการผลิต

5.2.4 ศึกษาวิธีการออกแบบผังโรงงานประเภทต่างๆเพื่อนให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต

5.2.5 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครบและครอบคลุม

6.กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำบัณฑิตนิพนธ์เสร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากอาจารย์เศรษฐวิทย์ แสงทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำบัณฑิตนิพนธ์ที่คอยแนะนำชี้แนะและการช่วยเหลือมาตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทำบัณฑิตนิพนธ์จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท โลตัสบรอสซิมเปเปอร์บ็อก จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่ได้อนุญาตให้เข้าไปศึกษาและทำการวิจัยรวมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆตลอดจนจบงาน

7.อ้างอิง

พรเทพ แก้วเชื้อ และ วรินทร์ เกียรติคุณกุล (2554) งานวิจัยนี้ศึกษาการวางผังโรงงาน บริษัท Z จำกัด

ที่มา : เอกสาร Quality of work life through productivity จัดทำโดย สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ

www.pe.kmutnd.ac.th/nsm/files/chapter.pdf/การศึกษาเวลา(time study)

www.drauditor.com

สัมภัสสร เอื้ออารีมิตร และ ดร. ชารัทศน์ โหมกขรรคกุล (2555) การปรับปรุงกระบวนการการทำงาน

การปรับปรุงคุณภาพการส่งมอบคอนกรีตผสมเสร็จ Delivery improvement of Ready – Mixed Concrete

ณัฐธยาน์ วศิณชยานันต์^{1,*}, เนตรณรงค์ คงทอง¹, ทรงพล ขวัญชุม¹และ ภณวิสิฏฐ์ นาดังสรณ์¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา1061ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กทม.10600

*ผู้ติดต่อ: Ga-tae@hotmail.com, 099-1462221

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการส่งมอบคอนกรีตผสมเสร็จในบริษัทแห่งหนึ่งซึ่งมียอดขายประมาณ 3.2มีการสูญเสีย เนื่องจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาแข็งตัวของคอนกรีตผสมเสร็จ (3 ชม.) ทำให้มีความเสียหายต้องทิ้งคอนกรีตที่แข็งไป จากการศึกษาโรงผลิตคอนกรีตย่อยของบริษัทนี้ 6 โรงงานจาก46 โรงงาน ในกรุงเทพและปริมณฑล เป็นเวลา1 ปี พบว่าความเสียหายจากการทิ้งคอนกรีตสูงถึง10ล้านบาท/ปี โดยประมาณสำหรับโรงงานทั้งหมดในกรุงเทพและปริมณฑล ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ปรับปรุงการขนส่งสินค้าเพื่อลดปัญหาการส่งมอบไม่ตรงตามสัญญา โดยจากการสำรวจพบว่าสาเหตุหลักของการส่งมอบไม่ทันเวลา คือ การเสียของรถไม่ระหว่างการส่งคอนกรีต62 % พนักงานไม่ชำนาญเส้นทาง 28 %และอุบัติเหตุในการขนส่ง10 % ตามลำดับคณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงขั้นตอนการส่งมอบสินค้า ดังนี้ 1) จัดทำใบตรวจเช็คซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ใน 2) จัดอบรมพนักงานขับรถในการตรวจเช็ครถก่อนใช้งานประจำวัน ใน 6 โรงงานนำร่อง เป็นเวลา 1 เดือนผลการปรับปรุงพบว่าลดการสูญเสียได้ประมาณ9ล้านบาท/ปี หรือ 85%สำหรับโรงงานทั้งหมดในกรุงเทพและปริมณฑลจึงได้กำหนดขั้นตอนการทำงานที่ได้ปรับปรุงขึ้นนี้เป็นขั้นตอนการทำงานมาตรฐานในการส่งมอบสินค้าจากเดิมที่ไม่เคยมีขั้นตอนการทำงานมาตรฐานมาก่อน

คำหลัก:การปรับปรุงคุณภาพ, การขนส่ง , คอนกรีตผสมเสร็จ

Abstract

One of the current problems of delivering ready-mixed concrete from a manufacturer has been wasting an amount of products during delivery. This studied manufacturer has 46 plants in Bangkok and its perimeter which generated its revenue approximately 32,000 million Baht/year. The 46 plants from 6 areas has been selected and studied. The 1 year data has been collected and analyzed for its root causes. The result that showed that the 3 main causes of wasting concrete product during delivery - costing 101,700 Baht/6 plants/1 months - were car damage 62.24 %, miscarrying 28.12 % and accident 9.64 %. The 2 solutions have been proposed and implemented which were introducing daily preventive maintenance check sheet, simple maintenance training for driver. After 1 month of improvement, it was found that the loss

reduced 62 % to 38,500 Baht/46 plants/1 month. The loss reduction could be projected up to 35 million Baht/year for full scale of implementation.

Keywords: Quality Improvement, Transportation, Ready-mixed Concrete

1. บทนำ

ในการพัฒนาประเทศ เริ่มจากการสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน อาคาร สะพาน โรงงาน ฯลฯ ด้วยการก่อสร้าง โดยในปัจจุบันนี้วัสดุก่อสร้างใช้คอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ สำหรับงานที่มีมาตรฐานเกือบทั้งหมดสั่งคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready – Mixed Concrete) จากโรงงาน โดยผู้ขายจะส่งมอบคอนกรีตสดโดยใช้รถโม่ ซึ่งข้อจำกัดคือต้องส่งมอบต้องให้ทันภายใน 3 ชม. ก่อนที่คอนกรีตจะแข็งตัวไม่สามารถใช้งานได้

ในงานวิจัยนี้บริษัทผู้ผลิตคอนกรีตแห่งหนึ่งได้ถูกศึกษา ซึ่งเป็นผู้ผลิตที่มีคอนกรีตผสมเสร็จที่มียอดขายต่อปีประมาณ 32,000 ล้านบาท โดยในกรุงเทพฯ และปริมณฑลมีโรงงานผลิตคอนกรีต 46 โรงงานเฉพาะในกรุงเทพฯ และปริมณฑลนี้พบปัญหาการส่งมอบคอนกรีตสดไม่ทันภายใน 3 ชั่วโมง เป็นความสูญเสียประมาณ 10 ล้านบาท

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งที่จะหาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงการขนส่ง ให้ส่งมอบสินค้าได้ตามสัญญาและมาตรฐานงานวิศวกรรม

1.2 วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1.) เพื่อประเมินค่าเสียหายของคอนกรีตที่ถูกลูกค้าตีกลับระหว่างการขนส่ง
- 2.) เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้การขนส่งคอนกรีตล่าช้าทำให้คอนกรีตหมดอายุก่อนถึงมือลูกค้า
- 3.) เพื่อปรับปรุงและลดความเสียหายของผลิตภัณฑ์คอนกรีตผสมเสร็จ
- 4.) เพื่อลดปัญหาการเสียของรถโม่ที่ใช้ขนส่งคอนกรีต
- 5.) เพื่อลดปัญหาการซ่อมรถล่าช้า

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตสดคือคอนกรีตที่หลังจากผสมวัสดุต่างๆ เข้าด้วยกันแล้วอยู่ในสภาพเหลว และยังสามารถเทเข้าแบบได้โดยยังไม่เกิดการเริ่มก่อตัว (Stiffening Time) คุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีตสดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในส่วนผสมคอนกรีตนั้น คุณสมบัติของคอนกรีตสดที่ต้องการได้แก่ ความสม่ำเสมอของส่วนผสม ความง่ายในการลำเลียงและขนส่ง การทำงานได้สะดวก โดยที่สามารถเทลงแบบและเขย่า หรือสามารถอัดแน่นได้โดยไม่เกิดการแยกตัว นอกจากนี้ผิวหน้าคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว ไม่ว่าจะเป็ผิวหล่อติดแบบหรือปาดให้เรียบเป็นสิ่งที่ทำให้ผิวหน้าของโครงสร้างคอนกรีตมีความสวยงามเพื่อที่จะให้เข้าใจถึงคุณสมบัติของคอนกรีตสดจึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของการเสียรูปของคอนกรีตสด และวิธีการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตสดด้านต่างๆ

คุณภาพของคอนกรีต [1]

คอนกรีตที่มีคุณภาพมีลักษณะอย่างไร คอนกรีตที่มีคุณภาพ คือ คอนกรีตที่มีคุณสมบัติต่างๆ เหมาะสมตรงตามลักษณะของการใช้งานในประเภทนั้นๆ

คุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องการโดยทั่วไป คือ ในสภาพเหลวต้องมีความสามารถเทได้ (Workability), ไม่มีการแยกตัว (Segregation), ใช้พลังงานในการทำงานอยู่ในสภาพที่แข็งตัวแล้ว จะต้องมีกำลัง (Strength) สูงพอ, ที่บ้น้ำ (Impermeability), หดตัวน้อย ปราศจากรอยแตกร้าวภายในไม่มีโพรงหรือช่องว่างจากการเท

อย่างไรก็ตามในกรุงเทพฯ และปริมณฑล มีการจราจรคับคั่งมาก ทำให้ต้องเติมสารเคมีที่เรียกว่า สารผสมเพิ่ม (Additive) ชนิดหน่วงเวลาการแข็งตัวของคอนกรีต ทำให้ยืดเวลาการแข็งตัวของคอนกรีตสดออกไปได้เป็น 3 ชม.

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงงานวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพการส่งมอบคอนกรีตผสมเสร็จ โดยการใช้ การเช็คสภาพรถ เช็คการซ่อมบำรุง เช็คปัญหาต่าง อันเนื่องมาที่ทำให้รถไม่สามารถไปส่งคอนกรีตได้ทันเวลา

- 1.) เก็บข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ของรถที่เสีย จากใบแจ้งซ่อม
- 2.) นำข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เสียมาวิเคราะห์และ แยกหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียหาย
- 3.) ได้ทำใบตรวจเช็ครถประจำวัน
- 4.) ได้นำใบตรวจเช็ครถประจำวันไปใช้ทุกวัน
- 5.) นำข้อมูลก่อนการแก้ไขมาเปรียบเทียบกับ ข้อมูลหลังการแก้ไข ผลิตภัณฑ์ที่เสียลดลงคิดเป็น ร้อยละ 65
- 6.) ได้เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ช่างซ่อมรถไม่
- 7.) กำหนดมาตรฐานการตรวจเช็ครถทุกคัน ก่อนขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ

รายละเอียดรายการตรวจ	ชนิดตัวคอนกรีต												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
รถบดผสม													
- รถบดผสม 120 ลิตร	1	1	1						1				
- รถบดผสม 180 ลิตร													1
- รถบดผสม 240 ลิตร													
รถขนถ่าย													
- รถขนถ่าย 120 ลิตร													
- รถขนถ่าย 180 ลิตร	1												
- รถขนถ่าย 240 ลิตร													
รถตักดิน													
- รถตักดิน 120 ลิตร													
- รถตักดิน 180 ลิตร													
- รถตักดิน 240 ลิตร													
รถบรรทุก													
- รถบรรทุก 15 ตัน													
- รถบรรทุก 20 ตัน	1	1	1	1					1				
- รถบรรทุก 25 ตัน													
รถบรรทุกน้ำ													
- รถบรรทุกน้ำ 10 ตัน													
- รถบรรทุกน้ำ 15 ตัน	1	1											
- รถบรรทุกน้ำ 20 ตัน													
- รถบรรทุกน้ำ 25 ตัน													

รูปที่ 1 ใบตรวจเช็ครถประจำวัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

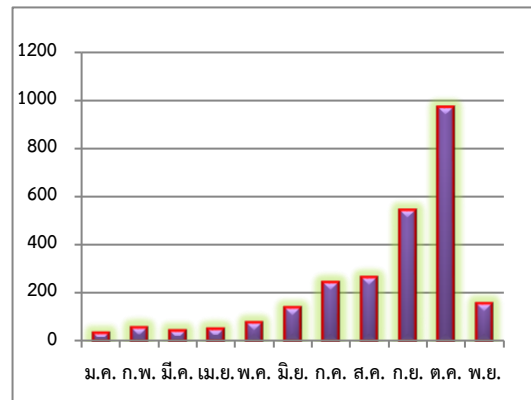
1. แผ่นตรวจสอบ check sheet
2. แผนผังแสดงเหตุผล (Cause & effect diagram) เพื่อใช้ในการค้นหาสาเหตุและแบ่งปัญหา ที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

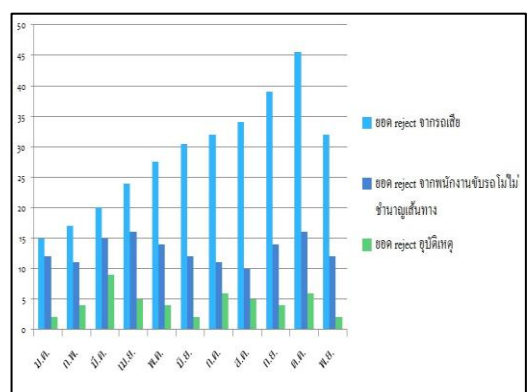
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากปัญหาการส่งมอบคอนกรีตล่าช้าในช่วงเดือนมกราคม – ธันวาคม 2557 รวมใช้เวลาทั้งสิ้น 1 ปี จากใบแจ้งซ่อมรถไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ จึงต้องอาศัยปัจจัยสนับสนุนจากหลายด้านโดยการ นำเอาข้อมูล ยอดส่งคืนคอนกรีตที่หมดอายุ ใบแจ้งซ่อมรายวัน มารวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจจึงสามารถที่จะได้พบกับปัญหาในระหว่าง การขนส่งคอนกรีต สาเหตุส่วนใหญ่มาจากชั้นตอนขนส่ง คือรถไม่เสีระหว่างขนส่ง



รูปที่ 2 ยอดการแจ้งซ่อมรายเดือนในปี 2557



รูปที่ 3 กราฟแสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดมูลค่าความเสียหาย



รูปที่ 4 รถเสียระหว่างการส่งมอบคอนกรีต



รูปที่ 6 หลังการปรับปรุงได้มีการเช็ครถก่อนใช้งาน



รูปที่ 5 สภาพรถก่อนทำการปรับปรุงที่มีการเสียระหว่างส่งมอบคอนกรีตผสมเสร็จ



รูปที่ 7 หลังปรับปรุง ตรวจสอบเช็คด้วยใบตรวจเช็คได้ทำมาเป็นมาตรฐานในขั้นตอนการทำงานประจำวัน

4. ผลของการวิจัย

ผลที่สำรวจพบว่าการเสียผลิตที่เสียหายเกิดขึ้นจาก 3 ปัจจัยหลัก ดังนี้ รถเสียระหว่างการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ ร้อยละ 62.24 พนักงานไม่ชำนาญเส้นทาง ร้อยละ 28.12 และอุบัติเหตุในการขนส่ง ร้อยละ 9.64 ตามลำดับ ปรับปรุงโดยการทำใบเช็ครถประจำวัน ผลที่ได้คือ ลดยอดรถเสียและผลิตภัณฑ์คอนกรีตที่เสียลงโดยประมาณร้อยละ 65

5. สรุป

ปัจจุบันนี้งานก่อสร้างทั่วไปในประเทศไทยได้ใช้คอนกรีตผสมเสร็จเป็นวัสดุหลักสำหรับโครงสร้างต่าง ๆ วัสดุคอนกรีตคือคอนกรีตสด ซึ่งคอนกรีตสดนั้นต้องใช้รถโมในการขนส่ง ปัญหาที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตของบริษัทผลิตคอนกรีตผสมเสร็จแห่งหนึ่ง คือ รถไม่เสียระหว่างการส่งมอบ

เวลาส่งมอบและก่อนคอนกรีตจะแข็งตัวใช้เวลา 3 ชั่วโมง เครื่องมือและคนงานในการลำเลียงจะต้องเป็นไปอย่างรวดเร็วและประหยัดวิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลย้อนหลัง 1

ปี จากใบแจ้งซ่อม นำข้อมูลผลิตภัณฑ์รถที่เสีย มาวิเคราะห์และแยกหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียหาย และได้คิดวิเคราะห์แก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลใน 6 โรงงานนำร่อง เป็นเวลา 1 เดือน ผลการปรับปรุงพบว่า ลดการสูญเสียลดลง สำหรับโรงงานทั้งหมดในกรุงเทพและปริมณฑล จึงได้กำหนดขั้นตอนการทำงานที่ได้ปรับปรุงขึ้นนี้เป็นขั้นตอนการทำงานมาตรฐานในการส่งมอบสินค้า จากเดิมที่ไม่เคยมีขั้นตอนการทำงานมาตรฐานมาก่อน

6. อ้างอิง

การศึกษาแนวทางการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักร

กรณีศึกษา บริษัท ดนัยการทอ จำกัด

กิติวัฒน์ น้อยถึง , พลเฉลิม เกษมจิตร , พงษ์ประภัทร เฉียมวิจิตร และ นพนัช พวงมาลี*

สาขา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*E-mail : pongprapat_thae@hotmail.co.th,0947730002

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรทอผ้าดิบภายในโรงงานทอผ้ายัดของ บริษัท ดนัยการทอ จำกัด จากการศึกษาการหยุดชะงักของเครื่องจักร 6 เดือนพบว่า เครื่องจักรมีการหยุดชะงัก 344 ชม.ใน 6 เดือนซึ่งทำให้เกิดการล่าช้าในกระบวนการผลิต ส่งผลให้ไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนด โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตจริง รวมถึงสอบถามจากพนักงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 15 คน โดยใช้ผังเหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดชะงักของเครื่องจักร จากการศึกษาพบว่าหารหยุดชะงักเครื่องจักรแคมชุดเข็มทอมีปัญหาเนื่องจากเข็มคดเย็บไม่เรียบ จึงทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายและล่าช้าในการผลิต คณะผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา คือ การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดปัญหาการหยุดทำงานของเครื่องจักรเพื่อให้มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและชิ้นงานมีความสมบูรณ์สามารถเพิ่มระยะเวลาการทำงานขึ้น

1. บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กและมีการแข่งขันสูงในกระบวนการผลิตมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การผลิตมีคุณภาพและสามารถแข่งขันกับตลาดอุตสาหกรรมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งการพัฒนาหรือปรับปรุงให้การผลิตมีความต่อเนื่อง ไม่เกิดการหยุดของเครื่องจักรนับเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ที่จะ

ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต ให้สามารถแข่งขันในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้อย่างยั่งยืน

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรสำหรับทอผ้ายัด
2. เพื่อเสนอแนวทางพัฒนาและจัดระบบการบำรุงรักษาเครื่องทอผ้ายัด

1.2 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาการวางแผนและวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พร้อมนำไปเสนอและดำเนินการทดลองใช้ในโรงงานผลิต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Sohei Hibi (1980) ได้ให้นิยามการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน คือ การสร้างสรรค์แผนการซ่อมบำรุงอย่างมีหลักเป็นมาตรฐาน เพื่อดำเนินการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การเติมน้ำมันหล่อลื่น การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อมแซม การจัดบันทึกผลการดำเนินงาน เพื่อเป็นข้อมูลการแก้ไข โดยที่การดำเนินงานทั้งหมดจะเกิดจขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงให้สอดคล้องกับสภาพของเครื่องที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เครื่องจักรอุปกรณ์จะมีเสถียรภาพ

2.2 ความเป็นมาของการบำรุงรักษามีดังนี้

1. ยุคที่ 1 (ก่อนปี พ.ศ. 2493) เป็นยุคที่นิยมทำการซ่อมแซมหลังจากเครื่องมือเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องแล้ว
2. ยุคที่ 2 (ปีพ.ศ. 2493-2503) เป็นยุคที่เริ่มนำแนวคิดเกี่ยวกับระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
3. ยุคที่ 3 (ปี พ.ศ. 2503-2513) เป็นยุคที่นำเอาแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาที่วิผล
4. ยุคที่ 4 (หลังปี พ.ศ. 2513-ปัจจุบัน) เป็นยุคที่ได้รวมเอาแนวคิดทุกยุคทุกสมัย เข้ามาประกอบกัน โดยพยายามให้ทุกฝ่ายได้มีส่วนร่วมในงานการบำรุงรักษา

2.3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โดยทั่วไปเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกจะมีความสึกหรอจากการใช้งานและสภาพแวดล้อม แม้ว่าจะมีการออกแบบที่ดีเยี่ยมก็ตาม ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลตรวจเช็คสภาพตามรอบเวลาเพื่อทำการซ่อมแซมและปรับตั้งก่อนที่จะเกิดขัดข้อง

2.4 การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันนี้ มีองค์ประกอบต่างๆดังนี้

1. การทำความสะอาด
2. การหล่อลื่น
3. การตรวจสอบสภาพ
4. การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน

2.5 ประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุง

อลงกฎ ชูตินันท์ (2544) ได้ให้นิยามระบบการซ่อมบำรุงที่ดี จะก่อให้เกิดประสิทธิผลดังต่อไปนี้

1. ลดความเสียหายอันเนื่องมาจาก ต้องหยุดเครื่องจักรการผลิต เมื่อเกิดเหตุขัดข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานที่มีกระบวนการผลิต ต่อเนื่องกัน จะได้รับผลมากเป็นพิเศษ
2. ลดค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการซ่อมบำรุง
3. ลดจำนวนผลผลิตที่มีคุณภาพต่ำ
4. ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น
5. ลดต้นทุนการผลิต
6. การจัดการควบคุมชิ้นส่วนอะไรไหลทำได้ง่ายขึ้น
7. ความปลอดภัยของพนักงาน การรักษาเครื่องจักรและสภาพแวดล้อม ทำได้ดีขึ้น

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ข้อมูลทั่วไปและกระบวนการผลิตของโรงงาน

ในการทำโครงการวิจัยใช้โรงงานผลิตผ้าตัดเย็บ เป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลปัญหา ของโรงงานด้นัยการทอ

ซึ่งการดำเนินธุรกิจของโรงงาน ตลอดจนกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ประกอบกับปัญหาในกระบวนการผลิต เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงได้ตรงตามวัตถุประสงค์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.ศึกษาสำรวจข้อมูลงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- 2.ศึกษารายละเอียดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักร
- 3.วิเคราะห์ และค้นหาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เครื่องทอผ้าดิบเสียเวลาการทำงาน
- 4.จัดทำรูปแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- 5.การจัดระบบเอกสารการบำรุงรักษา

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของเครื่องจักรทอผ้าดิบก่อนดำเนินงาน

การศึกษาแนวทางการจัดทำแผนบำรุงรักษาของเครื่องจักรทอผ้าดิบ ของโรงงานด้ายการทอ มีทั้งหมด 7 เครื่องโดยทำการผลิตในส่วนของผ้าดิบจากตารางเวลาการหยุดซ่อม พบปัญหาการหยุดซ่อมของเครื่องจักร 4 มากที่สุด

รหัสเครื่องจักร	เวลาหยุด/ชั่วโมง
เครื่องจักร1	90
เครื่องจักร2	85
เครื่องจักร3	111
เครื่องจักร4	344
เครื่องจักร5	156
เครื่องจักร6	178
เครื่องจักร7	200

แสดงเวลาการหยุดของเครื่องจักร

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ

1. การเก็บข้อมูลขั้นต้น โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ ซึ่งมีหัวข้อดังนี้ จำนวนเครื่องจักร, ชนิดชนิดเครื่องจักร, ความสามารถในการทำงานของพนักงาน , ปริมาณการทำงานของเครื่องจักร, ระยะเวลาการทำงาน ของเครื่องจักร และอื่นๆ
2. การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของการหยุดการทำงาน ของเครื่องจักร

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลข้างต้น มาสรุป นำไปสร้างคำถามสำหรับการสัมภาษณ์เพื่อหาสาเหตุ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของการจัดส่งสินค้าไม่ทันตามเวลาที่กำหนด โดยใช้แผนผังสาเหตุและผลเพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริง

4.ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การวัดผลก่อนปรับปรุง

โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือ(MTBF) ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการบำรุงรักษา (MTTR) และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ประสิทธิภาพ ของเครื่องจักร (Availability Factor) ดังแสดงตารางโดยเก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือน กรกฎาคม2556 ถึงธันวาคม 2556 เพื่อเป็นตัววิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงเพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับผลการบำรุงรักษาเครื่องจักรหลังจากดำเนินงานระหว่าง เดือน มกราคม2557 ถึง มีนาคม 2557

สถานะการทำงาน	ปี2556						
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
เดือน							
เวลาผลิต(ชั่วโมง)	528	506	520	528	491	510	3083
เวลาหยุดซ่อม(ชั่วโมง)	56	31	54	63	71	69	344
จำนวนการหยุด(ครั้ง)	5	4	5	6	7	8	35
MTBF(ชั่วโมง/ครั้ง)	105.6	126.5	104	88	70.14	63.75	557.99
MTTR(ชั่วโมง/ครั้ง)	11.2	7.75	10.8	10.5	10.14	8.62	59.01
Availability Factor	89.39	93.87	89.61	88.06	85.53	86.47	532.93

ข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องจักร

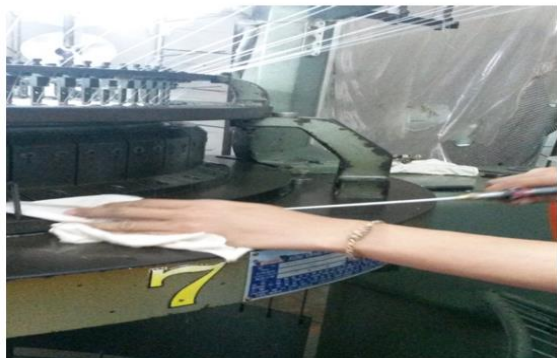
4.2 การดำเนินการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน



ปรับแต่งตัวกรองถ่ายเพื่อปรับสมดุล



ถอดแคมชุดเข็มทอเพื่อตรวจเช็ค

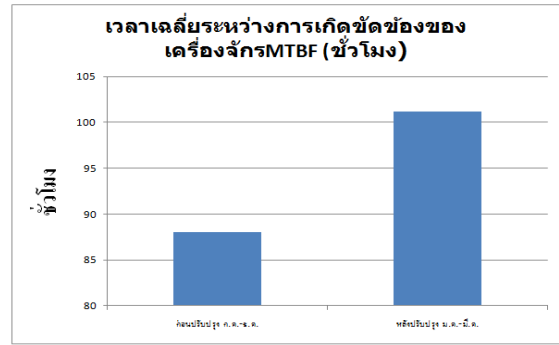


ทำความสะอาดเครื่องจักร

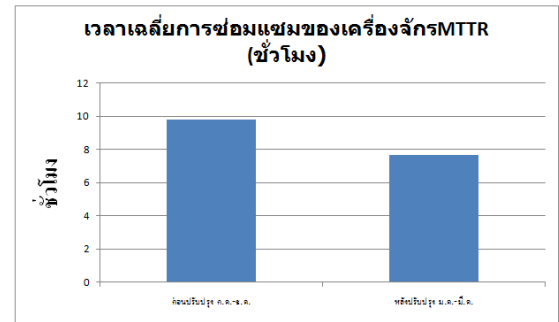
4.3 การวัดผลก่อนและหลังปรับปรุง

	ปี2556						ปี2557			
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
MTBF ชั่วโมง	105.6	126.5	104	88	70.14	63.75	557.99	96.8	75.42	168.66
MTTR ชั่วโมง	11.2	7.75	10.8	10.5	10.14	8.62	59.01	6.4	6.7	13.33
Availability Factor %	89.39	93.87	89.61	88.06	85.53	86.47	86.47	93.38	91.85	92.09

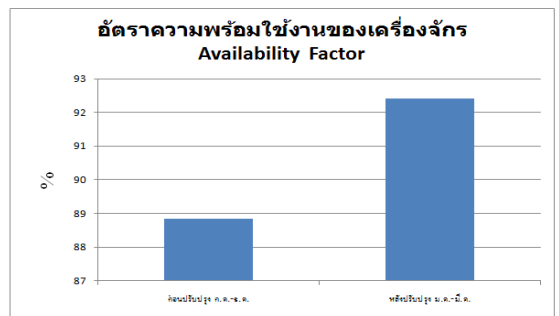
ผลการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนและหลังจากดำเนินงาน



MTBF ก่อนและหลังปรับปรุง



MTTR ก่อนและหลังปรับปรุง



อัตราความพร้อมใช้งานก่อนและหลังของเครื่องจักร

5.สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรภายในโรงงานนัยการทอกรณีศึกษาการทำงานวิจัยแนวทาง โดยทำการวิเคราะห์การหยุดขัดข้องของเครื่องจักรแผนกทอ

ผ้าดิบ ที่มีปัญหาการหยุดขัดข้องสูงสุดจากจำนวนเครื่องจักรทั้งหมด โดยทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงด้วยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พบว่าเครื่องจักรทอผ้าดิบ 4 มีการหยุดขัดข้องของเครื่องจักรสูงสุด โดยการคำนวณค่าสำหรับการวัดประสิทธิผลของเครื่องจักรนั้นจะทำการวัดกันโดยใช้ค่าความพร้อมของเครื่องจักร (Availability Factor) และอัตราการเสีย (Failure Rate) ซึ่งจากการดำเนินกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันที่ได้กำหนดขึ้นมานั้น มีผลพบว่าเครื่องจักรมีประสิทธิภาพจากการปรับปรุงเป็นไปตามดัชนีชี้วัดโดยแสดงการสรุปผลดังแสดงในตารางดังนี้

ข้อมูล	ก่อนปรับปรุง ก.ค.-ธ.ค.	หลังปรับปรุง ม.ค.-มิ.ค.	ผลที่ได้
เวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดขัดข้อง MTBF (ชั่วโมง)	92.49	113.62	เพิ่มขึ้น 22.84 %
เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม MTR (ชั่วโมง)	9.83	8.81	ลดลง 10.37%
อัตราความพร้อมใช้งาน Availability Factor %	88.82	92.44	เพิ่มขึ้น 4.07%

5.2 วิเคราะห์ดัชนีการวัดประสิทธิผล

5.2.1 วิเคราะห์ผลตามเครื่องจักรทอผ้าดิบค่า MTBF ก่อนปรับปรุง 92.49 ชั่วโมง หลังปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 113.62 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 22.84% ค่า MTTR ก่อนปรับปรุง 9.83 ชั่วโมง หลังปรับปรุงมีค่าลดลงเป็น 8.81 ชั่วโมง ลดลง 10.37% ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง 88.82 หลังปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 92.44 และค่าอัตราการเสียเครื่องจักร เพิ่มขึ้น 4.07%

5.3 ปัญหาในการทำงานวิจัย

5.3.1 การหาสถานประกอบการที่เราสามารถขอข้อมูลได้

5.3.2 ข้อมูลและระบบการทำงานที่จำเป็นต่อการทำวิจัยของโรงงานไม่เป็นระบบ

5.3.3 พนักงานทั่วไปขาดการเอาใจใส่และไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลเนื่องจากการทำงานลักษณะลูกจ้างรายวันทำในส่วนตัวตนเองรับผิดชอบเท่านั้น

5.4 แนวทางแก้ไขปรับปรุง

5.4.1 การหาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ก่อนที่จะทำงานวิจัยเพื่อที่จะมองเห็นปัญหาในความเป็นจริงและได้ข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้

5.4.2 การกำหนดแนวทางการทำงานและสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลในการปฏิบัติงานให้ชัดเจน

5.4.3 พูดคุยกับพนักงานและสร้างความเข้าใจอธิบายถึงความสำคัญของการดำเนินการ เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันและให้เห็นถึงความสำคัญของงานที่ทำอยู่

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 การศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรทอผ้าดิบภายในโรงงาน ดนัยการทอ นี้เป็นเพียงวิธีการหนึ่งเท่านั้นที่นำมาใช้ปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงรักษาในโรงงานกรณีศึกษาดังกล่าว เพื่อลดผลเสียที่มีผลกระทบจากเครื่องจักรเพื่อ ยืดอายุการใช้งานและการทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะต้องมีการดำเนินอย่างต่อเนื่องซึ่งหากไม่ทำตามแนวทางที่วางไว้ย่อมส่งผลกระทบต่อผลผลิต

5.3.3 ควรมีการพัฒนาการปรับปรุงและแก้ไขอย่างต่อเนื่องตามสภาวะเงื่อนไขที่จะเป็นปัจจัยต่อไปในอนาคต

5.5.4 ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับงานซ่อมบำรุงสม่ำเสมอ เพราะส่งผลกระทบต่อผลผลิตเพื่อที่จะเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

(2546) เพื่อจัดทำ การบำรุงรักษา เครื่องจักรโดยวิธีการ บำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม

6 .กิตกรรมประกาศ

การจัดทำบัณฑิตนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจาก อาจารย์ นพณ์ช พวงมาลีอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำบัณฑิตนิพนธ์ที่คอยแนะนำ ชี้แนะ และการช่วยเหลือมาตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทำบัณฑิตนิพนธ์ ทำให้ผู้ดำเนินการวิจัยได้รับความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ผู้ทำการวิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท ดนัย การทอ จำกัด เป็นอย่างยิ่งที่ได้อนุญาตให้เข้าไปศึกษาและทำการวิจัยรวมทั้งอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆตลอดจนจบงาน

ขอขอบคุณ ผู้จัดการ และพนักงานทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและให้ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จึงทำให้การทำบัณฑิตนิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี

7.อ้างอิง

อลงกฎ ชุตินันท์.

(2544) Production Malntenance System โครงการพัฒนาความรู้ทางธุรกิจ.

อลงกฎ ชุตินันท์.(2544) ได้ให้นิยามระบบการซ่อมบำรุงที่ดี จะก่อให้เกิดประสิทธิผล

วัฒนา เชียงกุล และเกรียงไกร ดำรงรัตน์

(2546) Maintenance The Profit Maker บำรุงรักษางานเพิ่มกำไรบริษัท.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.(2550). FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

บรรจบ มิ่งโอโล

การลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง
โดยใช้ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น
กรณีศึกษา : บริษัท ซี จำกัด

The Reduce Errors from Products Sorting of Logistics Service Provider
Used to Visual Control System
Case Study of C จำกัด

อาชา สว่างศรีและกิตตินันท์ มากปรารักษ์

สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะวิทยาการจัดการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
เลขที่ 1 ม. 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความแตกต่างของบรรจุภัณฑ์ ช่วยผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ง่ายต่อการคัดแยกสินค้าทำให้ความผิดพลาดเท่ากับศูนย์ สามารถจัดส่งสินค้าถึงลูกค้าอย่างถูกต้องและตรงวันเวลาที่นัดหมาย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้า ช่วยให้ง่ายต่อการคัดแยกสินค้า

ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการทำงานรูปแบบใหม่(หลังทำการปรับปรุง)ทำให้ช่วยลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP บริษัทที่มีขั้นตอนการทำงานมีระยะเวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้ลดความผิดพลาดของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ลดลงการจัดส่งสินค้าอย่างถูกต้องถึงมือลูกค้าตามความต้องการของลูกค้ารวมทั้งวันเวลาที่นัดหมาย เพราะฉะนั้นในด้านการจัดเตรียมสินค้าเพื่อการประสานงานจัดส่งสินค้าให้กับผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP บริษัทฯได้นำระบบ Visual Control System มาใช้ในการสร้างสัญลักษณ์หรือข้อความที่ทำระบุกับบรรจุภัณฑ์ให้สามารถง่ายต่อการมองเห็น เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง

จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ความผิดพลาดลดลงเท่ากับ0%ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ : การคัดแยกสินค้า / ผู้ให้บริการด้านการขนส่ง / ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น

Abstract

The research is about reducing errors from the separation of the transportation (logistics service provider, LSP). From the aims create the different types of packaging. These aims help LSP separating the products easily. They make the products error to zero. In addition, LSP can ship to customers accurately and on time for the appointments. The instrument research uses visual control system for increasing the delivery processing system to efficiency.

From the research has found the new working process (after adjustment), it makes to reduce the errors. Even if the working process increases more, it can reduce the errors from LSP. However, when LSP ships the products to customer in the right time, the right place and the right products for the customer appointments, they have to prepare and coordinate to the customers. Then, the company has applied the visual control system for making the symbols or labels to visual easily for improving performance continuously from the objective.

Keywords: Products Sorting / Logistics Service Provider / Visual Control System

1. ที่มาและความสำคัญ

จากการดำเนินงานในปัจจุบัน มีข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้หาวิธีการแก้ปัญหาลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: โดยใช้ระบบควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาช่วยแก้ปัญหาการจัดส่งสินค้าผิดสถานที่ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

บริษัท ซี จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตและจัดจำหน่ายรองเท้าเพื่อสุขภาพ โดยการผลิตจะอยู่ในประเทศไทย มีลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ภายในแผนกประสานงานขนส่งสินค้า มีข้อมูลเกิดความผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP สาเหตุเกิดมาจาก

1) บรรจุภัณฑ์รูปทรงเหมือนกัน การคัดแยกสินค้าด้วยตา ทำให้เกิดข้อผิดพลาด เสี่ยงต่อการจัดส่งสินค้าผิดสถานที่

2) พนักงานของผู้ให้บริการขนส่ง Logistics

Service Provider: LSP ขาดประสบการณ์ขาดความชำนาญขาดความรอบคอบ กระบวนการคัดแยกสินค้าทำให้เกิดความผิดพลาด ทำให้การจัดส่งสินค้าสลับสถานที่หรือที่อยู่ของลูกค้าปลายทาง

3) ผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP คัดแยกสินค้าผิดพลาดจะส่งผลกระทบต่อ วันเวลาที่ตกลงกับลูกค้า แล้วต้องเสียเวลาทำให้ส่งสินค้าล่าช้า ต้องวิ่งรถ ไปรับของคืนจากลูกค้าอีกคนไปให้ลูกค้าอีกคน ส่งผลกระทบต่อความพึงใจของลูกค้า

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP : โดยใช้ระบบควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาใช้

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างความแตกต่างของบรรจุภัณฑ์ ช่วยผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ง่ายต่อการคัดแยกสินค้า ทำให้ความผิดพลาดเท่ากับศูนย์

1.1.2 เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วของผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP

สามารถจัดส่งสินค้าถึงลูกค้าอย่างถูกต้องและตรงวันเวลาที่นัดหมาย

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 สามารถลดปัญหาข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ได้

1.2.2 สินค้าถึงมือลูกค้า อย่างถูกต้องและตรงวันเวลาที่นัดไว้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เพื่อแก้ไขในเรื่องลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP เพื่อลดข้อผิดพลาดของการดำเนินงานภายในและภายนอกบริษัทให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีขอบเขตของการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.3.1 การวิจัยในครั้งนี้มีระยะเวลาของการดำเนินการ 3 เดือน แผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control -System)

2. แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP การแก้ปัญหาลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP แก้ปัญหาการจัดส่งสินค้าผิดสถานที่ โดยใช้ระบบควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีการแก้ปัญหา ทฤษฎีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากผลงานเรื่องนักแก้ปัญหาทั่วไป (general problem solver) ของ Ernest & Newell (1969) และ Newell & Simon

(1972) ซึ่งเป็นทฤษฎีการแก้ปัญหาของมนุษย์ (human problem solving) ในรูปแบบของโปรแกรมที่เป็นสถานการณ์จำลอง ผลงานนี้ช่วยวางรากฐานกระบวนการที่สัมพันธ์เกี่ยวกับการประมวลสารสนเทศสำหรับศึกษาเรื่อง การแก้ปัญหา หลักการของทฤษฎีนี้คือ พฤติกรรมการแก้ปัญหาประกอบด้วย “วิธีการ-ปลายทาง-วิเคราะห์” ซึ่งเป็นการนำปัญหามาแตกออกเป็นองค์ประกอบหรือเป้าหมายย่อยๆ แล้วจึงจัดการแก้ไขเป้าหมายย่อยๆ เหล่านี้ทีละเรื่อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 อรณิชา อนุชิตชาญชัย (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงคลังสินค้าและระบบจัดเก็บ งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาในคลังสินค้าให้เข้าเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจัดเก็บสินค้าภายในคลังให้ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถช่วยให้กระบวนการทำงานรวดเร็วขึ้น ในเรื่องการลดเวลาในการค้นหาสินค้า และความสะดวกในการค้นหาสินค้า การลดความผิดพลาดในการหยิบสินค้า จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาภายในคลังมีจำนวนสินค้าหลายชนิดและลูกค้าหลายบริษัท สินค้ามีการหมุนเวียนเข้า-ออกตลอดเวลา การจัดเก็บนั้นไม่มีลักษณะตายตัวมีการวางสินค้าปะปนกัน ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทำการแยกสินค้าแบ่งตามบริษัทผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบแนวทางในการปรับปรุงระบบจัดเก็บไว้ 2 แนวทางคือ การจัดเก็บสินค้าตามความถี่ของการใช้งานและระบบการจัดเก็บโดยเรียงตามรหัสสินค้า ในการเลือกแนวทางที่เหมาะสมทำได้โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยผลจากการวิเคราะห์นั้นพบว่าแนวทางที่ 1 คือการจัดเก็บสินค้าตามความถี่ของรายการจะช่วยให้เวลาในการค้นหาสินค้าและการหยิบลดลง นอกจากนั้นพนักงานที่ไม่มีความชำนาญจะสามารถหาสินค้าได้ง่ายขึ้น

2.2.2 พรเทพ แก้วเชื้อ, วรินทร์ เกียรติบุญกุล (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพในแผนกจัดเก็บวัตถุดิบเพื่อลดเวลาในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงแผนกจัดเก็บวัตถุดิบที่มีทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอยู่รวมกันในโรงงานผลิตกล่อง

ลูกฟูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านเวลาในการค้นหา วัตถุประสงค์และผลิตภัณธ์สำเร็จรูป โดยใช้หลักการการจัดการคลังสินค้า กิจกรรม 5ส. การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) และสร้างระบบรหัสชี้ตำแหน่งจัดเก็บสินค้าโดยการประยุกต์ใช้บอร์ดคัมบังเข้ามาใช้ในการแก้ไขปัญหา และใช้ทฤษฎีการบริหารคลังสินค้าเพื่อให้การใช้พื้นที่และอุปกรณ์ขนถ่ายเกิดประโยชน์สูงสุด

2.2.3 อรพรรณ วิชัยเดช (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิต ในโรงงานผลิตอุปกรณ์ห้องสะอาด งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตอุปกรณ์ห้องสะอาด (Clean room) สำหรับผลิตภัณธ์ท่อตัด (Duct System) โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) จากนั้นนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการ 4M ประกอบด้วย คน (Man),เครื่องจักร (Machine), วัตถุประสงค์ (Material), และวิธีการทำงาน (Method) เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงงาน ผลจากการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพพบว่า กระบวนการตัดสังกะสีเป็นขั้นตอนที่ใช้วัสดุสิ้นเปลืองมากที่สุด ทำให้เกิดของเสียจากการไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้

หลังจากนำหลักการ4M มาหาสาเหตุของปัญหา แล้วจึงนำเทคนิคต่างๆ ได้แก่ การกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกของการประหยัด การเพิ่มค่าแรงจูงใจ เทคนิค ECRS เทคนิค Visual Control และการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน มาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไข พบว่าจากการกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกของการประหยัด ทำให้พนักงานมีจิตสำนึกในการปฏิบัติงานที่ดีขึ้น และทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเพิ่มแรงจูงใจ ทำให้พนักงานมีขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น การใช้เทคนิค ECRS ช่วยลดการเคลื่อนที่การทำงานที่ไม่จำเป็น และลดการรอคอยที่แผนกอื่น ๆ ส่วนการใช้เทคนิค Visual Control ช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เนื่องจากพนักงานไม่เกิดความสับสนเวลาใช้งานวัตถุประสงค์ สามารถแยกและรู้จักชนิดและประเภทของวัตถุประสงค์ที่ต้องใช้งานได้ และการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน ช่วยให้การใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์

มีความสะดวกและแม่นยำมากขึ้น รวมถึงลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของพนักงานด้วย ปริมาณของเสียลดลง

2.2.4 สิตมนัส คณารัตน์ , คุณสุริยะศักดิ์ถาวรวัฒนเจริญ , คุณวิชัย จันทร์รักษา (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องการปรับปรุงพื้นที่การจัดเก็บยางรถยนต์ในคลังสินค้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพื้นที่การจัดเก็บยางรถยนต์ในคลังสินค้า เพื่อหาวิธีการเพิ่มปริมาณการเก็บยางรถยนต์ภายในคลังสินค้าและสร้างระบบสนับสนุนการจัดวางและค้นหายางรถยนต์ได้แม่นยำ จากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของการจัดเก็บยางรถยนต์ พบว่าปัญหาหลักเกิดจากปริมาณยางรถยนต์ที่เข้ามาในคลังสินค้านั้นมีมากกว่าปริมาณยางรถยนต์ที่ออกไปและรูปแบบของการจัดเก็บในคลังสินค้าที่ไม่มีการกำหนดตำแหน่งที่ชัดเจน

ดังนั้นจึงทำการแก้ปัญหาด้วยเทคนิค ออกแบบผังคลังสินค้าและการออกแบบ ระบบจัดเก็บ และการควบคุมด้วยประสาทสัมผัส(Visual Control) จากนั้นได้ใช้หลักการแก้ปัญหาเชิงสถิติ หรือคิวซี สตอริมาวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลที่ได้จากการปรับปรุงโดยการสร้างระบบการจัดเก็บแบบตายตัวด้วยวิธีการสร้างตำแหน่งที่ตั้งเสมือน(Visual location) เป็นวิธีการกำหนดการจัดเก็บยางรถยนต์แบบชั่วคราว สามารถเพิ่มการจัดเก็บโดยรวมได้ร้อยละ 3.16 จากการสร้างระบบสนับสนุนการจัดวางยางรถยนต์ทำให้ความถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็น 100% และทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการในการเช่าตู้คอนเทนเนอร์ ลงได้

3. วิธีการวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP โดยใช้ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) กรณีศึกษา บริษัท ซี จำกัด แผนกประสานงานขนส่งสินค้า ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ เพื่อสร้างความแตกต่างของบรรจุกฎณ์ท์ ช่วยลดปัญหาในการคัดแยกสินค้าที่เกิด

ข้อผิดพลาดอันเกิดจากผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP โดยการนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดส่งสินค้า ช่วยให้ง่ายต่อการคัดแยกสินค้า ทำให้ความผิดพลาดเท่ากับศูนย์ เพิ่มความสะดวก รวดเร็วสามารถจัดส่งสินค้าถึงลูกค้าแบบถูกต้องและตรงวันเวลาที่นัดหมาย เพื่อให้สามารถนำมาเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้จริง โดยมีขั้นตอนการทำงานตามวัตถุประสงค์ดังนี้

3.1 วิธีการศึกษา

3.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) โดยทำการศึกษาข้อมูลแบบทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) เข้ามาใช้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและกระบวนการทำงานของแผนกประสานงานขนส่งสินค้า -บริษัท ซี จำกัด โดยศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น มีข้อผิดพลาดในการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP

3.1.2 รวบรวมข้อมูล

จัดทำกรรวบรวมข้อมูลถึงกระบวนการทำงานของแผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP

3.2 ข้อมูลทั่วไป

3.2.1 สถานที่ตั้ง บริษัท ซี จำกัด แผนกประสานงานขนส่งสินค้าเลขที่ 60/22 ตำบลบางคูวัด อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12000

3.2.2 สภาพการณ์ปัจจุบันของหน่วยงานที่ทำการศึกษา บริษัท ซี จำกัด เป็นบริษัทผลิตรองเท้าเพื่อสุขภาพ มีลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ 60%เป็นลูกค้าในโรงพยาบาล 40%เป็นลูกค้าทั่วไป บริษัทได้ก่อตั้ง ปี 2553 โดยเจ้าของบริษัทเป็นชาวต่างชาติ

3.2.3 บริษัท ซี จำกัด เลือกใช้ บริการขนส่งของบริษัท เคอาร์ เอ็กเพรส จำกัด

3.3 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การจัดเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาใช้ในการบริหารการจัดการกระบวนการทำงานในบริษัท โดยแหล่งข้อมูลครั้งนี้ได้มาจาก 2 แหล่งคือ

3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจากการสอบถามภายในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์หรือสังเกตการณ์ เป็นข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพื่อให้การศึกษาขั้นตอนของกระบวนการทำงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงการศึกษาปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นภายใน แผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว เป็นข้อมูลในอดีตและมักจะเป็นข้อมูลที่ได้ผ่านการวิเคราะห์เบื้องต้นมาแล้ว ยกตัวอย่าง เช่น

- 1) หนังสือ บทความทางวิชาการ สิ่งพิมพ์ งานวิจัย วารสารเชิงวิชาการ ฯลฯ
- 2) ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นหาทางอินเทอร์เน็ต

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เรื่องวิทยุ เกษสุวรรณ (2545 : 97) อิชิกาวา (Kaoru Ishikawa) กล่าวว่าปัญหาขององค์กรร้อยละ 95 สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้เครื่องมือง่าย ๆ ด้วยเหตุนี้จึงควรเริ่มต้นศึกษาจากเครื่องมือพื้นฐานก่อน ซึ่งเครื่องมือในการจัดการคุณภาพเป็นวิธีปฏิบัติที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์การปฏิบัติงานใดงานหนึ่งได้ ซึ่งเครื่องมือที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องนี้

ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) เป็นหนึ่งในเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยในเรื่องของการควบคุมและตรวจสอบในภาคการผลิต

สามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลายเครื่องมือ ไม่ว่าจะเป็น 5ส, การบริหารความปลอดภัยในสถานประกอบการ, JIT, QC หรือแม้กระทั่ง TPM ก็สามารถใช้ Visual Control มาประยุกต์ใช้ได้ โดยไม่จำกัดว่าเครื่องมือเหล่านั้นจะเป็นเครื่องมือในเชิงคุณภาพหรือปริมาณ เป็นหลักการปฏิบัติที่กระทำเพื่อให้ผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับกระบวนการผลิตหรือสถานที่นั้นๆ สามารถเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น และปฏิบัติได้ง่ายภายในเวลาอันสั้นทำให้เห็นความผิดปกติได้ง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดการแก้ไขสิ่งผิดปกติต่อไป การจัดการการควบคุมด้วยสายตานี้สามารถนำ 5 สสัญลักษณ์ ป้ายต่างๆ เข้ามาใช้ช่วยในการตรวจสอบได้ง่ายขึ้น และลดระยะเวลาในการตรวจสอบให้ลดลงทำให้เกิดการท างานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น มาตรฐานการผลิต วิธีการทำงาน กำหนดการผลิตในแต่ละวัน หัวข้อการควบคุม การระบุตำแหน่งจัดวางวัสดุ กฎระเบียบและข้อห้ามต่างๆ ป้ายแสดงตำแหน่งที่จอดรถ ทำให้ผู้รับผิดชอบทราบความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งลดความสูญเสียเวลาสำหรับการค้นหาและติดตามสารสนเทศ สารสนเทศที่ได้รับจากระบบควบคุมด้วยการมองเห็นยังช่วยให้พนักงานสามารถประเมินปัญหาและค้นหาแนวทางแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว จึงมักถูกใช้ประยุกต์กับการไหลของงานหรือการบริหารพื้นที่ทำงานประจำวันเพื่อเป็นแนวทางสำหรับ ควบคุมด้วยตนเอง (Self-controlling) และเป็นองค์ประกอบหลักของการดำเนินตามแนวทางของลีนที่มุ่งขจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากปัจจัยของกระบวนการ นั่นคือ เครื่องจักร (Machine), วัสดุ (Material), วิธีการ (Method), แรงงาน (Manpower) รวมทั้งความผันแปรของผลผลิตที่ประกอบด้วย คุณภาพ การส่งมอบ และต้นทุน (Quality, Delivery, Cost) การควบคุมด้วยการมองเห็นจะเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในพื้นที่ทำงานจะต้องได้รับการสนับสนุนด้วยระบบการบริหารจัดการด้วยการมองเห็น ซึ่งเป็นวิธีการบริหารจัดการใช้สารสนเทศในสถานที่ทำงานอย่างชัดเจนจนมองเห็นได้ง่ายสำหรับผู้รับผิดชอบเพื่อจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ทันทีด้วยการแบ่งปันสารสนเทศให้

ทุกคนได้รับรู้ โดยมี การแจ้งกลับสถานะของงานดำเนินงานแบบเวลาจริงซึ่งเป็นเสมือนระบบประสาทของโรงงาน โดยมุ่งการติดตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่ดำเนินภายในโรงงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยมุ่งให้พนักงานได้รับทราบสถานะปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการจัดทำการรวบรวมมาจากแหล่งต่างๆ ทั้งข้อมูลปฐมภูมิ ที่ได้จากการสอบถามภายในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง ซึ่งอาจจะเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์หรือสังเกตการณ์ และ ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว เป็นข้อมูลในอดีต ที่ได้จากหนังสือ บทความทางวิชาการ สิ่งพิมพ์ งานวิจัยวารสารเชิงวิชาการ และข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นทางอินเทอร์เน็ต เพื่อให้การศึกษาขั้นตอนของกระบวนการทำงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นภายใน นำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาใช้

3.5.2 นำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาเปรียบเทียบความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำงานของแผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด และทำการนำเสนอผลที่ได้จากการลงทุนในการใช้ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) ในบริษัท

3.5.3 ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการทำงาน โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ SWOT Analysis นำมาเป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบ ของจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค เพื่อตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบ หรือปรับปรุงกระบวนการทำงานได้อย่างเหมาะสม บริษัทได้รับผลประโยชน์สูงสุด

3.5.4 วิเคราะห์ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) เพื่อศึกษาความคุ้มค่าและความ

เป็นไปได้ในการตัดสินใจลงทุน นำระบบดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในแผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด

3.5.5 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่อง ลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP โดยใช้ ระบบ Visual Control System กรณีศึกษา บริษัท ซี จำกัด เพื่อศึกษาวิธีการและขั้นตอนของการทำงานในการนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control System) มาใช้ เพื่อศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนมาใช้เพื่อช่วยลดปัญหาในการคัดแยกสินค้าที่เกิดข้อผิดพลาดอันเกิดจากผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ได้อย่างเหมาะสม

4. ผลการศึกษา

จากการศึกษา แก่ปัญหาของการลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP กรณีศึกษา บริษัท ซี จำกัด แผนกประสานงานขนส่งสินค้าซึ่งสาเหตุมาจากบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปร่างเหมือนกันทางผู้ศึกษาได้นำระบบ (Visual Control System) หรือระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น นำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ง่ายต่อการมองเห็นหรือต่อการคัดแยกสินค้าด้วยตา ทำให้บรรจุภัณฑ์มีสัญลักษณ์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

4.1 ผลของการศึกษา

4.1.1 ข้อมูลของกระบวนการจัดส่งสินค้า (รูปแบบเดิม ก่อนทำการปรับปรุง) การจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าแต่ละครั้ง บริษัท ซี จำกัด จะจัดส่งสินค้าสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ให้กับลูกค้า ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้การขนส่งแต่ละครั้งจะมีลูกค้าปลายทางหลายสถานที่ แต่ละลูกค้าจำนวนสินค้าจะไม่เท่ากัน แต่บรรจุภัณฑ์จะมีรูปร่างเหมือนกัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ดังรูปภาพต่อไปนี้

ส่วนของเนื้อหาบทความต้องพิมพ์ในลักษณะแบบ 2 คอลัมน์ตามขนาดและระยะห่างที่กำหนด ตัวอักษรที่ใช้ในเนื้อหาให้มีขนาด 16 พอยต์ และมีการจัดรูปแบบการพิมพ์ให้ชิดขอบทั้ง 2 ด้าน (Justified) รวมถึงไม่ต้องมีการเว้นบรรทัดระหว่างย่อหน้า (ไม่ต้องเคาะบรรทัดเมื่อขึ้นย่อหน้าใหม่) สำหรับรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการพิมพ์หัวข้อกำหนดดังนี้



ภาพที่ 4.1 บรรจุภัณฑ์รูปร่างเหมือนกัน

4.1.2 ข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาด (รูปแบบเดิม ก่อนทำการปรับปรุง) จากการตรวจสอบข้อมูล สถิติ ความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า แผนกประสานงาน-ขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด (รูปแบบเดิม ก่อนทำการปรับปรุง) โดยมีระยะเวลาย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเดือนกันยายน 2557 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนกรกฎาคม 2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า เดือนกรกฎาคม 2557					
วันเดือนปี	จำนวนลูกค้าต่อราย	จำนวนจัดส่งต่อคลัง	จำนวนลูกค้าที่จัดส่งผิดพลาดต่อราย	จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง
4 /07/57	13	62	8	32	51.61%
10 /07/57	8	48	5	24	50%
18 /07/57	11	58	6	28	48%
25 /07/57	5	32	3	18	56.25%
รวมต่อเดือน	27	200	16	102	51%

ตารางที่ 4.2 ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนสิงหาคม 2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนสิงหาคม 2557					
วันเดือนปี	จำนวนลูกค้าต่อราย	จำนวนจัดส่งต่อคลัง	จำนวนลูกค้าที่จัดส่งผิดพลาดต่อราย	จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง
1 /08/57	10	55	4	18	32.72%
8 08/57	3	33	2	14	42.42%
15/08/57	4	35	2	14	40%
22/08/57	8	52	6	30	57.69%
29/08/57	2	25	2	8	32%
รวมต่อเดือน	27	200	16	76	38%

ตารางที่ 4.3 ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนกันยายน 2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนกันยายน 2557					
วันเดือนปี	จำนวนลูกค้าต่อราย	จำนวนเติมต่อคลัง	จำนวนลูกค้าที่จัดส่งผิดพลาดต่อราย	จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง
5/09/57	12	62	4	14	22.58%
12/09/57	4	38	2	10	26.31%
19/09/57	4	44	4	12	27.27%
26/09/57	3	56	2	4	7.14%
รวมต่อเดือน	23	200	12	40	20%

โดยมีวิธีคิด ดังต่อไปนี้ (รูปแบบเดิม ก่อนทำการปรับปรุง)

$\frac{\text{จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อคลัง}}{\text{จำนวนจัดส่งต่อคลัง}} \times 100 = \text{เปอร์เซ็นต์}$

ยกตัวอย่าง เช่น

$$\frac{102}{200} \times 100 = 51\%$$

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ใช้ระบบ Visual Control System หรือระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น ผู้ศึกษาได้นำระบบ Visual Control System หรือการควบคุมด้วยการมองเห็น มาใช้ เพราะเป็นระบบที่ควบคุมบริหาร

เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงาน ช่วยให้พนักงานของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้า และสามารถควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยแสดงมาตรฐานเทียบกับสถานะจริงทำให้สามารถระบุความบกพร่องได้ทันทีด้วยการมองเห็น นั่นหมายถึง การนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่มานำเสนอให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์, ข้อความ เป็นต้น

4.2.2. ข้อมูลของกระบวนการจัดส่งสินค้า (รูปแบบใหม่ หลังทำการปรับปรุง) ในการเตรียมสินค้าเพื่อจัดส่งให้ลูกค้าหลายสถานที่ แต่บรรจุภัณฑ์มีรูปร่างเหมือนกัน ผู้ศึกษาได้นำระบบ Visual Control System หรือการควบคุมด้วยการมองเห็น มาใช้ จึงใช้วิธีเขียนสัญลักษณ์หรือข้อความบนบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการสังเกตและการมองเห็น ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบก่อนทำการปรับปรุงกับหลังทำการปรับปรุง



4.2.3. ข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาด (รูปแบบใหม่ หลังทำการปรับปรุง) จากการตรวจสอบข้อมูล สถิติ ความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า แผนกประสานงานขนส่งสินค้า บริษัท ซี จำกัด (รูปแบบใหม่ หลังทำการปรับปรุง) โดยมีระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2557 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความ
ผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนตุลาคม 2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า เดือน ตุลาคม 2557					
วันเดือนปี	จำนวน ลูกค้า ต่อราย	จำนวน จัดส่ง ต่อถึง	จำนวน ลูกค้าที่ จัดส่ง ผิดพลาด ต่อราย	จำนวน จัดส่ง ผิดพลาด ต่อถึง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวน จัดส่ง ผิดพลาดต่อ ถึง
3/10/57	8	48	3	8	16.66%
10/10/57	5	37	2	4	10.81%
17/10/57	7	41	0	0	0%
24/10/57	2	22	0	0	0%
31/10/57	9	52	0	0	0%
รวมต่อ เดือน	31	200	5	12	6%

ตารางที่ 4.5 ตารางการตรวจสอบข้อมูลสถิติความ
ผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนพฤศจิกายน
2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า เดือนพฤศจิกายน 2557					
วันเดือนปี	จำนวน ลูกค้า ต่อราย	จำนวน จัดส่ง ต่อถึง	จำนวน ลูกค้าที่ จัดส่ง ผิดพลาด ต่อราย	จำนวน จัดส่ง ผิดพลาด ต่อถึง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวน จัดส่ง ผิดพลาดต่อ ถึง
7/11/57	9	62	0	0	0%
14/11/57	3	17	0	0	0%
21/11/57	4	39	0	0	0%
28/11/57	12	82	0	0	0%
รวมต่อ เดือน	28	200	0	0	0%

ตารางที่ 4.6 ตารางการตรวจสอบข้อมูลสถิติความ
ผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้าเดือนธันวาคม
2557

ตารางการตรวจสอบข้อมูล สถิติความผิดพลาดที่เกิดจากการขนส่งสินค้า เดือนธันวาคม 2557					
วันเดือนปี	จำนวน ลูกค้า ต่อราย	จำนวน เพิ่มต่อ ถึง	จำนวน ลูกค้าที่ จัดส่ง ผิดพลาด ต่อราย	จำนวน จัดส่ง ผิดพลาด ต่อถึง	เปอร์เซ็นต์ (%) จำนวน จัดส่ง ผิดพลาด ต่อถึง
4/12/57	8	49	0	0	0%
12/12/57	4	28	0	0	0%
19/12/57	9	53	0	0	0%
26/12/57	13	70	0	0	0%

รวมต่อ เดือน	34	200	0	0	0%
-----------------	----	-----	---	---	----

โดยมีวิธีคิด ดังต่อไปนี้ (รูปแบบใหม่ หลังทำการ
ปรับปรุง)

$$\frac{\text{จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อถึง} \times 100}{\text{จำนวนจัดส่งผิดพลาดต่อถึง}} = \text{เปอร์เซ็นต์}$$

$$\text{ยกตัวอย่าง เช่น } \frac{12 \times 100}{200} = 6\%$$

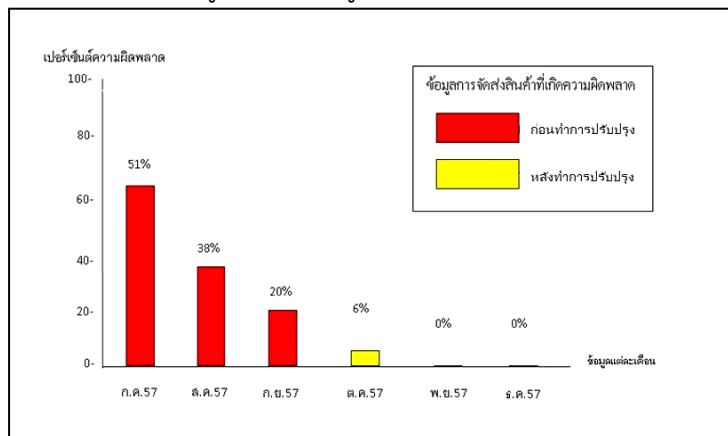
5. สรุปผลอภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยในเรื่องลดข้อผิดพลาด
จากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง
Logistics Service Provider: LSP กรณีศึกษา บริษัท
ซี จำกัด แผนกประสานงานขนส่งสินค้า เป็นการวิจัย
ที่ต้องค้นหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการขนส่งสินค้า
เกิดความผิดพลาด ซึ่งเกิดจากกระบวนการคัดแยก
สินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics
Service Provider: LSP โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหา
สาเหตุของปัญหาแล้วนำวิเคราะห์ปัญหาและหาระบบ
มาใช้ปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การปฏิบัติงาน
ที่มีประสิทธิภาพช่วยลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยก
สินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics
Service Provider: LSP สรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการดำเนินงานวิจัย
เรื่องลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้
ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service
Provider: LSP โดยผู้ศึกษาได้นำข้อมูลของแต่ละ
เดือน ข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาด รูปแบบเดิม(ก่อนทำการปรับปรุง) ย้อนหลัง 3 เดือน มา
เปรียบเทียบกับ ข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความ
ผิดพลาด รูปแบบใหม่(หลังทำการปรับปรุง) 3 เดือน
เพื่อเปรียบเทียบผลของการดำเนินงานแก้ไขปัญหาลด
ข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้าน

การขนส่ง Logistics Service Provider: LSP นำมาแสดงในรูปแบบแผนภูมิ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5.1 แสดงรูปภาพแผนภูมิ ข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาด

จากการแสดงรูปภาพแผนภูมิจึงทำให้เห็นถึงข้อมูลของการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาดของแต่ละเดือน เริ่มจากข้อมูลรูปแบบเดิม(ก่อนทำการปรับปรุง) ย้อนหลัง 3 เดือนมาจนถึงข้อมูลปรับปรุงรูปแบบใหม่(หลังทำการปรับปรุง)3เดือน จะเห็นได้ว่าข้อมูลการจัดส่งสินค้าที่เกิดความผิดพลาดรูปแบบเดิม(ก่อนทำการปรับปรุง)และข้อมูลปรับปรุงรูปแบบใหม่(หลังทำการปรับปรุง) มีความแตกต่างกันมาก ซึ่งทำได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นเพื่อลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ให้เท่ากับ 0% และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยไม่ต้องเสียเวลาในการสลับเปลี่ยนสินค้า

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP โดยใช้ ระบบ Visual Control System กรณีศึกษา บริษัท ซี จำกัด พบว่ากระบวนการทำงานใหม่ช่วยให้ช่วยลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP บริษัทฯ ต้องเพิ่มขั้นตอนการทำงานมีระยะเวลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้ลดความผิดพลาดของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ลดลง การจัดส่ง

สินค้าอย่างถูกต้องถึงมือลูกค้าตามความต้องการของลูกค้ารวมทั้งวันเวลาที่นัดหมาย เพราะฉะนั้นในด้านการจัดเตรียมสินค้าเพื่อการประสานงานจัดส่งสินค้าให้กับผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP บริษัทฯได้นำระบบ Visual Control System มาใช้ในการสร้างสัญลักษณ์หรือข้อความที่ทำระบูกับบรรทัดเพื่อให้สามารถง่ายต่อการมองเห็นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง

จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้าของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ซึ่งทำให้ดำเนินการหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ความผิดพลาดน้อยลงเท่ากับ 0% ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จัดให้มีการอบรมพนักงาน เพื่อทบทวนขั้นตอนของการทำงานภายในและภายนอกของแผนกประสานงานขนส่งสินค้าแต่ละหน้าที่ของกระบวนการทำงาน ให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดสถานที่การอบรมทั้งภายในและภายนอก

5.3.2 จัดทำสัญญาจ้างขนส่งสินค้า เพื่อเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง อาทิเช่นถ้าผู้รับจ้างมิได้ทำงานที่จ้างภายในตามข้อกำหนดระยะเวลาขนส่งในแต่ละพื้นที่ หรือมีเหตุให้ผู้ว่าจ้างไม่สามารถทำงานให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ภายในกำหนดเวลาที่ตี ล่วงเวลากำหนดเวลาแล้วก็ดี หรือผู้รับจ้างทำผิดสัญญาข้อหนึ่งข้อใดก็ดี ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์บอกเลิกสัญญาและมีอำนาจรับจ้างผู้อื่นทำงานที่จ้างนี้ต่อจากผู้รับจ้างได้ด้วยโดยผู้จ้างมีสิทธิ์ไม่ต้องจ่ายค่าตอบแทน เป็นต้น

5.3.3 ศึกษาหาบริษัทผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ที่มีความชำนาญ มีประสบการณ์มากกว่าและสำคัญมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่าเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหาช่วยลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้า ของผู้ให้บริการ

ด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP จะเห็นได้ว่าปัญหาหลักๆ จะอยู่ที่พนักงานของผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP ที่มีการเปลี่ยนแปลงพนักงานบ่อย

5.4 ปัญหาและอุปสรรค

การศึกษาวิจัยเรื่อง ลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้า ของ ผู้ให้บริการด้านการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP กรณีศึกษา บริษัท ซี จำกัด เพื่อช่วยหาวิธีเพื่อลดข้อผิดพลาดจากการคัดแยกสินค้า ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของ พนักงานของผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP โดยตรง สาเหตุหลักๆเกิดจาก พนักงานของOut source หรือผู้ให้บริการขนส่ง Logistics Service Provider: LSP มีการปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้เกิดขาดประสิทธิภาพ ขาดความชำนาญ ขาดความรอบคอบ เสี่ยงต่อการคัดแยกสินค้าผิดสถานที่ ได้ตลอดเวลา โดยเราไม่สามารถรับรู้ล่วงหน้าได้

เอกสารอ้างอิง

- [1]พรเทพ แก้วเชื้อ , คุณวรินทร์ เกียรติบุญกุล (2552) งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในแผนกจัดเก็บวัตถุดิบเพื่อลดเวลาในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์
- [2] สิตมนัส คณารัตน์ และ สุริยศักดิ์ ถาวรวัฒน์ เจริญ และ วิชัย จันทรักษา (2553) งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงพื้นที่การจัดเก็บยางรถยนต์ในคลังสินค้า
- [3]อรณิชา อนุชิตชาญชัย (2554) งานวิจัยเรื่อง การปรับปรุงคลังสินค้าและระบบจัดเก็บ
- [4] อรพรรณ วิชัยเดช (2554) งานวิจัยเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตอุปกรณ์ห้องสะอาด

แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานในอุตสาหกรรมการแปรรูปผ้าฝ้าย
The updated guidelines cotton processing plant layouts

วนิดา ศรีประเสริฐ, วราภรณ์ สุพร,
จักรพันธ์ ลาพรหมมา และนพนันต์ เมืองเหนือ

*ผู้ติดต่อ : (modsaow090355@gmail.com), (095-7218618)

สาขาวิชาการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061
ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าส่งออก โดยลักษณะของผังโรงงานปัจจุบันเป็นการวางผังตามกระบวนการผลิต ซึ่งการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานในอุตสาหกรรมการแปรรูปผ้าฝ้าย เพื่อรองรับต่อปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้สามารถลดระยะทางและลดเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบให้น้อยลง โดยทำการวางผังโรงงานตามรูปแบบของการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning; SLP) และได้นำเสนอทางเลือกในการปรับปรุงผังโรงงานไว้ 2 แบบ แล้วทำการประเมินผลผังโรงงานโดยวิธีวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบร่วมกับทางโรงงาน เพื่อเลือกแบบผังโรงงานที่เหมาะสม ผลที่ได้จากการวิจัยสรุปได้ว่าผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ ทำให้สายการผลิตเสื้อผ้าสามารถลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 21.01% ลดเวลาการขนถ่ายวัสดุเฉลี่ยได้ 28%

คำหลัก: การเพิ่มผลผลิต/การขนถ่าย/ปรับปรุง

Abstract

This research aimed to improve productivity of the export garment production process using the same amount of machines by the application of Systematic Layout Planning (SLP). This system studies the efficiency of the layout of the plant facility. The systematic layout planning was used to reduce material handling distance and time. And two new plant layouts were redesigned and were then compared with the existing plant layout. These plant layouts were reevaluated by the 'garment production process analysis' method to choose the more appropriate plant layout. The findings of the research showed that the new plant layout resulted in a decrease of material handling distance and time in the garment production process by 21.01% and 28%, respectively.

Keywords: planning/ redesigned/ material

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่มีการจ้างงานสูงสุด นำเข้ารายได้จากต่างประเทศอยู่ในสินค้าลำดับต้น ๆ ซึ่งการค้าสิ่งทอในตลาดโลกจะเป็นไปอย่างเสรี ตามความตกลงสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มขององค์การการค้าโลก ความตกลงว่าด้วยสิ่งทอระหว่างประเทศ และองค์การการค้าโลก ได้มีผลต่อขีดความสามารถในการส่งออกของไทยอย่างรุนแรง ทั้งในด้านการพัฒนาประสิทธิภาพ คุณภาพ รูปแบบและชนิดของสินค้า ดังนั้น การหามาตรการปรับปรุงเพื่อให้อุตสาหกรรมนี้มีความสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก จึงเป็นสิ่งเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการ การปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม เป็นมาตรการหนึ่งที่จะสามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอ เพื่อให้สามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพไทยเป็นประเทศผู้ผลิตผ้าผืนรายใหญ่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งการเปิดเสรีในอุตสาหกรรมผ้าผืนซึ่งทำให้ต้องวัดกันที่ความสามารถในการแข่งขันแต่ขณะนี้ความสามารถในการแข่งขันของไทยกับประเทศคู่แข่งการผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าผืนของไทยได้ลดต่ำลง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

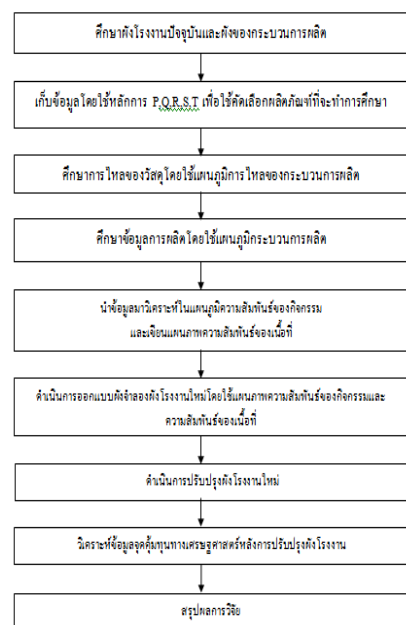
- 1) เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเสื้อผ้าฝ้าย
- 2) เพื่อศึกษาขั้นตอนการวางผังโรงงาน
- 3) เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผังโรงงาน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ความแตกต่างกันของผังโรงงานออกแบบโดยให้กิจกรรมการผลิตที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดไปอยู่ใกล้กันมากที่สุด โดยหลีกเลี่ยงการขนถ่ายวัสดุที่ไม่สะดวกเนื่องจากพื้นที่โรงงานของระหว่างกิจกรรมที่มีความต่อเนื่องกันนั้นมีความต่างระดับกันอยู่ จาก

ข้อจำกัดนี้จึงทำให้ระยะทางระหว่างกิจกรรมที่ 1 ไปกิจกรรมที่ 2 ของผังโรงงานแบบที่ 1 ลดลงไม่มากนัก แต่กิจกรรมการผลิตมีความต่อเนื่องกันมาก ส่วนผังโรงงานแบบที่ 2 นั้นออกแบบโดยให้กิจกรรมการผลิตที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด อยู่ใกล้กันมากที่สุด โดยให้สถานีงานที่ 2 ใกล้กับสถานีงานที่ 1 มากที่สุด และปรับย้ายให้สถานีงานที่ 3 ใกล้กับสถานีงานที่ 4 ให้มากที่สุด โดยไม่คำนึงถึงความต่างระดับของพื้นโรงงาน ถึงแม้ว่าจะสามารถลดระยะทางการขนถ่ายระหว่างกิจกรรมที่ 1 ไปกิจกรรมที่ 2 ลงไปได้มาก แต่พื้นที่ผลิตนั้นคับแคบ เมื่อปรับย้ายสถานีงานทั้งหมดแล้ว ยังทำให้การไหลของวัสดุคววนอยู่ การขนถ่ายวัสดุระหว่างกิจกรรมอื่น ๆ นั้นมีระยะทางมากกว่า ซึ่งภาพรวมของผลต่างของระยะทางของผังโรงงานทั้งหมด

การศึกษานี้เป็นการศึกษาโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคในการออกแบบ และวางผังโรงงานเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของโรงงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยมีขั้นตอนวิธีการศึกษาดังแสดง



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

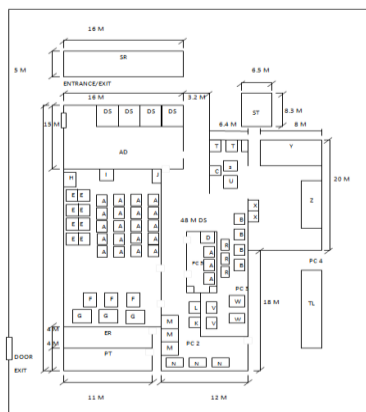
ศึกษาสภาพก่อนการปรับปรุงในเรื่องของผังโรงงาน และขั้นตอนการผลิต

ก่อนทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลก่อนการปรับปรุงก่อนซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้เน้นในเรื่องของการดำเนินการเกี่ยวกับการออกแบบและวางผังโรงงาน ดังนั้นอันดับแรกจึงต้องทราบถึงผังโรงงานในปัจจุบันก่อนซึ่งรูปแบบของผังโรงงานคือวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต

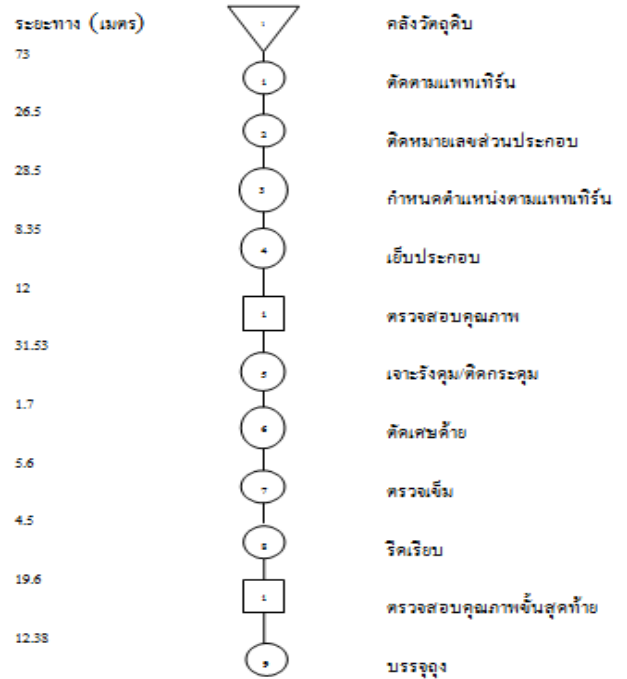
โดย บริษัท ฟองซิงเอนเตอร์ไพรส์ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 209/28 ซ.เจริญสนิทวงศ์ ต.บางขุนศรี อ. บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

บริษัท ฟองซิงเอนเตอร์ไพรส์ จำกัด เริ่มก่อตั้งและดำเนินการผลิตตั้งแต่ปี พ. ศ 2533 มีเนื้อที่โรงงานทั้งหมด 10 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะเป็น โรงย้อมผ้าดิบ มีพื้นที่ 6 ไร่ ส่วนที่ 2 จะเป็น โรงงานผลิต มีพื้นที่ 4 ไร่ โดยงานวิจัยครั้งนี้ จะเข้าไปศึกษาที่โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเท่านั้น โดยโรงงานผลิตแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก คือ

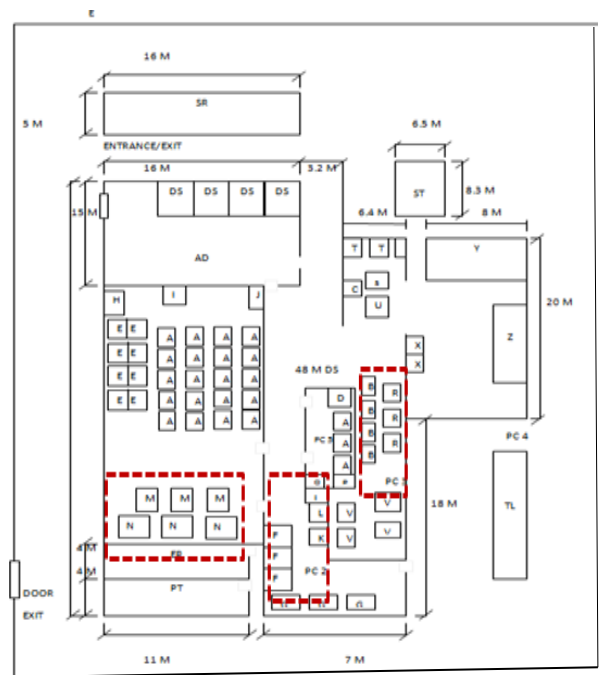
1. อาคารแสดงสินค้า
2. อาคารส่วนงานธุรการและการออกแบบ
3. โรงงานผลิตสินค้า
4. โกดังวัตถุดิบ



ภาพที่ 2 ผัง โรงงานเดิมก่อนปรับปรุง



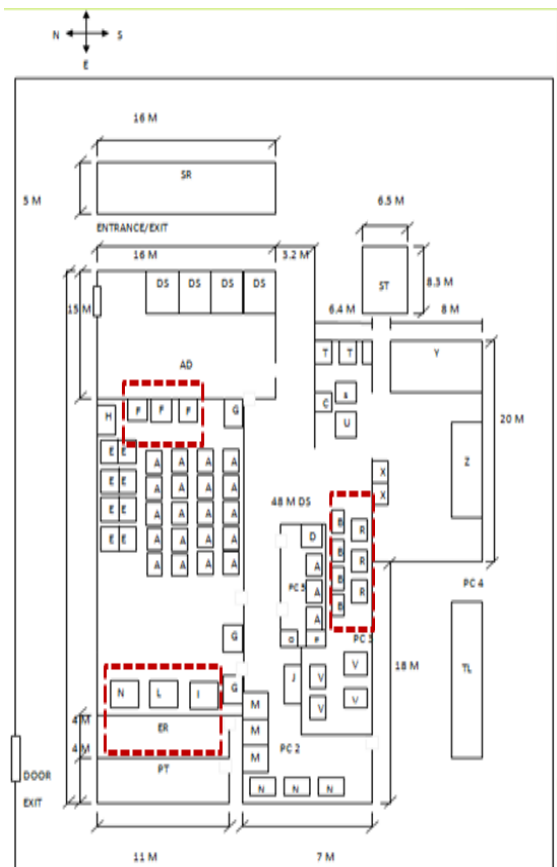
ภาพที่ 3 แผนภูมิกระบวนการผลิตเสื้อผ้าฝ้าย



ภาพที่ 4 ผัง โรงงานปรับปรุงครั้งที่ 1

จากการออกแบบผังโรงงานแบบที่ 1 ส่วนที่ทำการปรับย้ายจะอยู่ในกรอบเส้นประ คือได้ทำการปรับย้ายสถานีงานที่ 2 คือแผนกตัดตามแพทเทิร์น มาให้ใกล้กับสถานีงานที่ 1 คือโกดังวัตถุดิบ ให้มากที่สุดโดยปรับย้ายสถานีงานที่ 2 มาไว้ที่ส่วนเสริมบริเวณ

ทางเดินและปรับย้ายสถานีงานที่ 3 คือแผนกติดหมายเลขส่วนประกอบ และสถานีงานที่ 4 คือแผนกกำหนดตำแหน่งตามแพทเทิร์น มาไว้ต่อเนื่องกับสถานีงานที่ 2 และปรับย้ายสถานีงานเจาะรังคุด และสถานีงานตัดเศษด้าย ทำการสลับตำแหน่งกันเพื่อให้เส้นทางลำเลียงวัสดุไม่วกวนและเกิดความคล่องตัวในการขนถ่ายวัสดุมากยิ่งขึ้นจากนั้นได้เสนอ แนวทางการออกแบบผังโรงงานแบบที่ 2



ภาพที่ 5 ผังโรงงานปรับปรุงครั้งที่ 2

ผังโรงงานแบบที่ 2 ได้ทำการปรับย้ายสถานีงานที่ 2 คือ แผนกตัดตามแพทเทิร์น ไปแทนสถานีงานที่ 4 คือ แผนกกำหนดตำแหน่งตามแพทเทิร์น และ ปรับย้ายสถานีงานที่ 3 คือ แผนกติดหมายเลขส่วนประกอบ และสถานีงานที่ 4 กำหนดตำแหน่งตามแพทเทิร์น มาไว้ในตำแหน่งของสถานีงานที่ 2 แทนส่วนสถานีงานเจาะรังคุดและติดกระดุม และ สถานีงานตัดเศษด้าย ทำการสลับตำแหน่งกันเพื่อให้

เส้นทางลำเลียงวัสดุไม่วกวนและเกิดความคล่องตัวในการขนถ่ายวัสดุมากยิ่งขึ้นจากผังโรงงานก่อนการปรับปรุง และผังโรงงานที่ออกแบบใหม่แบบที่ 1 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้ว พบว่ามีบางสถานีงานที่ปรับย้ายตำแหน่ง โดยสถานีงานที่มีการปรับย้ายแสดงในกรอบเส้นประ คือสถานีงานที่ 2 คือแผนกตัดตามแพทเทิร์น ปรับย้ายไปอยู่ในส่วนเสริมบริเวณทางเดินและปรับย้ายสถานีงานที่ 3 คือ แผนกติดหมายเลขส่วนประกอบ และสถานีงานที่ 4 คือ แผนกกำหนดตำแหน่งตามแพทเทิร์น มาไว้ต่อเนื่องกับสถานีงานที่ 2 และยังปรับย้ายตำแหน่งสถานีงานเจาะรังคุดและติดกระดุม และ สถานีงานตัดเศษด้าย สลับตำแหน่งกันเพื่อให้ทิศทางการขนถ่ายวัสดุเป็นไปด้วยความต่อเนื่องกัน เพื่อให้การไหลของวัสดุมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น โดยแผนภาพการไหลของผังโรงงานแบบที่ 1 เปรียบเทียบผังโรงงานเดิมกับผังโรงงานที่ออกแบบใหม่

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระยะเวลาระหว่างผังโรงงานเดิมและผังโรงงานที่ออกแบบใหม่

กิจกรรมการผลิต	ระยะเวลาขณะระหว่างกระบวนการ (นาที)		
	ผังโรงงานเดิม	ผังโรงงานแบบที่ 1	ผังโรงงานแบบที่ 2
1.คลังวัสดุดิบ			
2.ตัดตามแพทเทิร์น	6.16	4.19	3.05
3.ตัดหมายเลขส่วนประกอบ	1.47	0.25	1.62
4.กำหนดตำแหน่งตามแพทเทิร์น	1.54	0.2	0.5
5.เย็บประกอบเสื้อ	1.04	2.47	1.49
6.ตรวจสอบชิ้นที่ 1	1.57	1.4	2.24
7.เจาะรังคุด/ติดกระดุม	2.35	1.51	1.96
8.ตัดเศษด้าย	0.56	1.24	1.27
9.ตรวจชิ้น	1.17	1.36	1.33
10.รีดเรียบ	0.58	0.58	0.62
11.ตรวจสอบชิ้นสุดท้าย	2.18	2.18	2.22
12.บรรจุถุง	1.41	1.41	1.45
รวม	20.03	16.79	17.75

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระยะเวลาทางระหว่างผังโรงงานเดิมและผังโรงงานที่ออกแบบใหม่

กิจกรรมการผลิต	ระยะทางขนถ่ายระหว่างกระบวนการ(เมตร)		
	ผังโรงงานเดิม	ผังโรงงานแบบที่ 1	ผังโรงงานแบบที่ 2
1. คลังวัตถุดิบ			
2. คัดความเทาเทิร์น	73.00	52.23	38.1
3. คัดหมายเลขส่วนประกอบ	26.50	3.55	19.6
4. กำหนดตำแหน่งงานเทิร์น	28.50	2.82	5
5. เอ็มประกอบสื่อ	8.35	29.76	15
6. ตรวจสอบชิ้นที่ 1	12.00	10.00	22.5
7. เจาะรังคัมคัดกระดุม	31.53	21.89	31.5
8. คัดเศษคั่ว	1.76	5.91	5.91
9. ตรวจสอบ	5.60	8.57	8.57
10. รีดเรียบ	4.50	4.50	4.50
11. ตรวจสอบชิ้นสุดท้าย	19.46	19.46	19.46
12. บรรจุถุง	12.38	12.38	12.38
รวม	223.17	171.08	182.52

สูตรในการคำนวณ โดยเฉลี่ยต่อวันจะใช้ระยะเวลาในการขนส่งงานทั้งหมดเท่าใดนั้น สามารถคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 & \text{ระยะเวลารวมของกระบวนการ} = (\text{ระยะระหว่างงาน} \times \text{ความถี่}) \\
 & = (73 \times 3) + (26.5 \times 4) + (28.5 \times 1) + (8.35 \times 1) + \\
 & (12 \times 5) + (31.53 \times 6) + (1.7 \times 6) + (5.6 \times 6) + \\
 & (4.5 \times 6) + (19.46 \times 6) + (12.38 \times 6) \\
 & = 219 + 106 + 28.5 + 8.35 + 60 + 189.18 + \\
 & 10.2 + 33.6 + 27 + 116.76 + 74.82 \\
 & = 873.41 \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

4. อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นคือ

5.2.1 ผลการศึกษาระยะเวลาและเวลาในการขนถ่ายวัสดุ พบว่าเมื่อนำหลักการออกแบบผังโรงงานตามทฤษฎีการออกแบบผังโรงงานตามรูปแบบการวางผัง

โรงงานอย่างมีระบบ มาใช้ในนั้นสามารถลดระยะเวลาและเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุให้น้อยลงได้ โดยออกแบบจำลองผังโรงงานที่เหมาะสม ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผังโรงงานที่ออกแบบใหม่สามารถลดระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือเพียง 689.43 เมตรหรือลดลงเท่ากับ 21.06 % และมีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 79.92 นาทีต่อวัน หรือลดลงเท่ากับ 28 % ส่งผลให้การผลิตมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าด้วยเทคนิคการออกแบบผังโรงงาน สามารถหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตโดยมีรายละเอียดและขั้นตอนที่ทำการปรับปรุงในงานวิจัยโดยผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าด้วยเทคนิคการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานพบว่า การทำงานก่อนการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานแบบที่ 1 มีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือเพียง 689.43 เมตรหรือลดลงเท่ากับ 21.06 % และมีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 79.92 นาทีต่อวัน หรือลดลงเท่ากับ 28 % ส่วนผังโรงงานแบบที่ 2 มีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 819.12 เมตรหรือลดลงเท่ากับ 6.21% และมีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 89.92 นาทีต่อวัน หรือลดลงเท่ากับ 20 % จากผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าด้วยเทคนิคการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานพบว่า การทำงานก่อนการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานแบบที่ 1 มีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือเพียง 689.43 เมตรหรือลดลงเท่ากับ 21.06 % และมีระยะเวลาในการขนถ่ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 79.92 นาทีต่อวัน หรือลดลงเท่ากับ 28 % ส่วน

ผังโรงงานแบบที่ 2 มีระยะทางในการขนถ่ายวัตถุดิบ ลดลงเหลือ 819.12 เมตรหรือลดลงเท่ากับ 6.21% และมีระยะเวลาในการขนย้ายวัตถุดิบลดลงเหลือ 89.92 นาทีต่อวัน หรือลดลงเท่ากับ 20 %

6. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นที่กระบวนการผลิตเสื้อผ้าฝ้าย โดยครอบคลุมการทำงานพื้นฐานผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว หากมีการผลิตแบบสินค้าหลากหลายรูปแบบซึ่งมีขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกัน ก็ควรจะศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกันระหว่างแต่ละสถานีงานให้มากที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานในอุตสาหกรรมการแปรรูปผ้าฝ้าย นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์อาจารย์ นพนันต์ เมืองเหนือ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำหรับคณะผู้จัดทำวิจัยตลอดเวลาที่ผ่านมา ขอขอบคุณ หัวหน้าฝ่ายสาขา และเจ้าหน้าที่ในรายการผลิตในโรงงาน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ที่ได้ให้ข้อมูลในการจัดทำ และขอบคุณเพื่อน นิสิต นักศึกษา สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี (การจัดการคุณภาพ) ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้ความสนับสนุน และให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงบุคคลอื่นๆ ซึ่งคอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ ด้วยดีตลอดมา

8. เอกสารอ้างอิง

[1.] การศึกษาและปรับปรุงการทำงานและการวางผังโรงงานในบริษัท ADFLEX (Thailand) จำกัด โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

และการออกแบบและการวางผังโรงงาน. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ อัสราธิระวัฒน์สกุล.2548.

[2.] การศึกษาความเคลื่อนไหวและเวลา ภาควิชาอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.กิตติชัย จันทรหอมและสาธิต ฉิมวัตร .2550

[3.] การศึกษาและปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา บริษัท เซาร์เจินสยามพาราวิวด จำกัด.วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย มนตรี เหล่าสุพรรณและ เอกสิทธิ์ ศรีบุญเรือง. 2547

การปรับปรุงผังโรงงาน Recycle พลาสติก

Improving plant layout Recycle Plastics

สิทธิโชค ทองบุ^{1,*}, พรเทพ เทพอุบล¹, ณรงค์ฤทธิ์ อุ๋นมุกตา¹ และ ภณวิสิษฐ์ นาถรังสรรค์¹

¹มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: sitthichok_2011@hotmail.com , 089-967-4589

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผังโรงงานและศึกษาการไหลของวัสดุของโรงงาน เพื่อนำไปปรับปรุงผังโรงงานเดิมให้มีระยะทางการขนย้ายลดลงและลดเวลาในการผลิต ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วยศึกษาทฤษฎีการวางผังโรงงานและทฤษฎีผังการไหล เพื่อนำไปปรับใช้ภายในโรงงานที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาอยู่ในกรณีศึกษาห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ แอนด์ เอ็ม โพลีเมอร์ กรู๊ป โดยศึกษาขั้นตอนการผลิตและปรับผังโรงงานใหม่ให้เหมาะสมกับการไหลของกระบวนการผลิต ผลการวิจัยพบว่าผังโรงงานที่เสนอแนะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนย้ายจากเดิม 56.5 เมตร เหลือ 44.8 เมตร คิดเป็นระยะทางลดลงร้อยละ 79.3 % เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายวัสดุเดิมใช้เวลา 250 วินาที ต่อ 1 กระสอบ หลังจากการปรับปรุงลดเหลือ 157 วินาที ต่อ 1 กระสอบ คิดเป็นเวลาลดลงร้อยละ 62.8 %

คำสำคัญ: การเพิ่มผลผลิต / การศึกษาการทำงาน / พลาสติก / รีไซเคิล

Abstract

This research aimed to study plant layout and work home of a plastic recycle plant. Additionally, the more efficient plant layout was proposed. This recycle plant's area was 1800 m². Its raw material was waste with recyclable plastic. After separation of recyclable plastic from other waste, recyclable plastic was cut by 2 hydraulic cutting machine and grinded by a grinding machine. Subsequently, it was weighted and packed. The result showed that the proposed layout would decrease

Keyword: Productivity / worle study / Plastic / Recycle

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลาสติกได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์สำคัญอย่างหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบัน ห.จ.ก. เอ แอนด์ เอ็ม โพลีเมอร์ กรุ๊ป ผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลโดยมีลูกค้าคือโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกทางโรงงานมีความต้องการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าและมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับจากการที่ผู้วิจัยเข้าไปศึกษาภายในโรงงานพบสาเหตุสำคัญเกี่ยวกับพื้นที่ในการทำงานมีอยู่จำกัดเนื่องด้วยโรงงานไม่ได้มีการจัดการให้เป็นระเบียบโดยประกอบด้วยโรงงานมีการวางผังโรงงานไม่เหมาะสมจึงส่งผลให้เกิดการผลิตสินค้าน้อยกว่าความต้องการของลูกค้า

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ศึกษาผังโรงงานและ ปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสม
- 2) เพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานที่ศึกษาโดยใช้การประยุกต์หลักการวางผังโรงงาน
- 3) เพื่อลดระยะเวลาการเดินทางของวัตถุดิบ

1.2 ขอบเขตการวิจัย

บริษัท เอ แอนด์ เอ็ม โพลีเมอร์ กรุ๊ป เท่านั้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รีไซเคิล (Recycle) เป็นการจัดการวัสดุเหลือใช้ที่กำลังจะเป็นขยะโดยนำไปผ่านกระบวนการแปรสภาพ โดยเฉพาะการหลอมเพื่อให้เป็นวัสดุใหม่แล้วนำกลับมาใช้ได้อีก ซึ่งวัสดุที่ผ่านการแปรสภาพนั้นอาจจะเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ได้มากกว่านี้วัสดุพลาสติก PE ยังสามารถนำกลับมาหลอมละลายและขึ้นรูปใหม่ได้มากกว่านี้

การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

การวางผังโรงงานแบบนี้เป็นการจัดเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานประเภทเดียวกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือในแผนกเดียวกัน หรือ เป็นการวางผังโรงงานตามชนิดของเครื่องจักรนั่นเอง หรือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกันหรือใช้งานเหมือนกันควรจัดให้อยู่ในแผนกเดียวกัน ซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นจำนวนไม่มากขนาดของผลิตภัณฑ์ได้ไม่แน่นอน แต่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้

การไหลของวัสดุ

เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนย้ายที่ดีที่สุดตลอดจนขั้นตอนสำคัญของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความเข้มการไหล และขนาดของการเคลื่อนย้าย การไหลของวัสดุที่มีประสิทธิภาพนั้น หมายถึง วัสดุที่จะไหลผ่านกระบวนการต้องมีระบบทางตรงไปเป็น ระบบทางอ้อมหรือกวนไปมาหรือไหลย้อนกลับการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการ โดยเฉพาะเมื่อวัสดุนั้นขนาดใหญ่ น้ำหนักมากหรือมีจำนวนมากการไหลต้องได้รับการพัฒนา



รูปที่1 วัตถุดิบก่อนเข้าเครื่องตัด

3.วิธีดำเนินการวิจัย

- 1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางผังโรงงาน
- 2) ศึกษาข้อมูลโรงงานที่ใช้ทำการวิจัย ชื่อห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ แอนด์ เอ็ม โพลีเมอร์ กรุป พื้นที่ , ผังโรงงานเดิม , เครื่องจักร , ผังการไหล
- 3) เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในโรงงาน
- 4) นำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์
- 5) ศึกษาและปรับปรุงแก้ไขผังโรงงานให้เหมาะสม
- 6) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

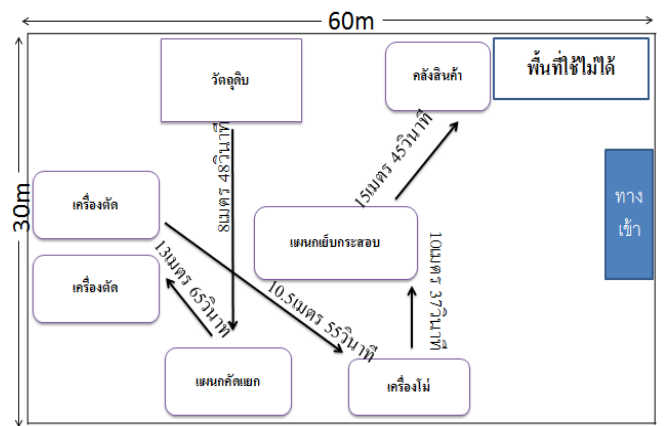


รูปที่2 วัตถุดิบที่ผ่านการรีไซเคิลแล้ว

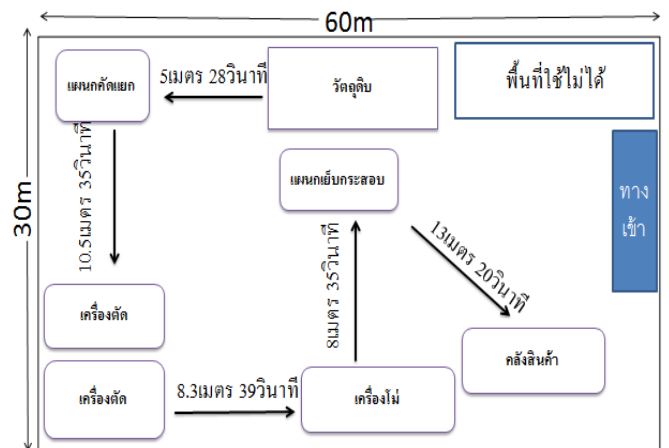
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ศึกษาข้อมูลสภาพก่อนปรับปรุงผังโรงงานและการวิเคราะห์การไหลของงาน

สภาพของโรงงานก่อนปรับปรุงนั้นยังมีการเก็บวัตถุดิบและงานที่กำลังผลิตไม่เป็นระเบียบ และมีการเคลื่อนที่ของงานเป็นระยะทางไกล มีการขนงานสลับไปสลับมาขวางกันอยู่ในโรงงาน สาเหตุหลักของการเคลื่อนย้ายงานระยะไกลทำให้เกิดความเสียเวลาในการเคลื่อนย้ายงานทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานในแต่ละกระบวนการและอาจจะส่งผลต่อการผลิตทำให้ผลิตสินค้าไม่ทันส่งมอบให้ลูกค้า



รูปที่3 ผังโรงงานปัจจุบัน



รูปที่4 ผังโรงงานที่เสนอแนะ

ลำดับที่	เคลื่อนที่จาก	ไปยัง	ระยะทางเดิม	ระยะทางใหม่	เวลาเดิม	เวลาใหม่	เปอร์เซ็นต์ %
1	วัสดุดิบ	แผนกคัดแยก	8 เมตร	5 เมตร	48 วินาที	28 วินาที	58%
2	แผนกคัดแยก	เครื่องวัด	13 เมตร	10.5 เมตร	65 วินาที	35 วินาที	53%
3	เครื่องวัด	เครื่องไม่	10.5 เมตร	8.3 เมตร	55 วินาที	39 วินาที	70%
4	เครื่องไม่	แผนกเย็บ	10 เมตร	8 เมตร	37 วินาที	35 วินาที	94%
5	แผนกเย็บ	คลังสินค้า	15 เมตร	13 เมตร	45 วินาที	20 วินาที	44%
	รวม		56.5 เมตร	44.8 เมตร	250 วินาที	157 วินาที	62.8%

รูปที่5 ตารางที่เสนอแนะ

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

1) การวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักคือเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับโรงงานกรณีศึกษาโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางด้านการออกแบบปรับปรุงผังโรงงานซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการนำหลักการออกแบบผังโรงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการไหลของวัสดุระหว่างแผนกในขบวนการผลิตพบว่าสภาพการไหลปัจจุบันนั้นยังไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาพการไหลในปัจจุบันมีการไหลที่ใช้เวลา

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้าไปทำการวิจัยในส่วนของการออกแบบปรับปรุงผังโรงงานกรณีศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตนั้น ผู้วิจัยได้เห็นถึงโอกาสและแนวทางในการที่จะเพิ่มผลผลิตให้กับโรงงานกรณีศึกษา ในส่วนของการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโอกาสต่อไปดังนี้

1.1 ควรมีการนำเอาหลักการศึกษการทำงาน(Work Study)เข้ามาประยุกต์ใช้เพิ่มเติมในส่วนของมาตรฐานในการทำงานให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

1.2 ควรจัดให้มีการอบรมพนักงานเพิ่มทักษะและความชำนาญในการทำงานให้กับพนักงานเพื่อให้พนักงานได้มีความรู้สึกร่วมร่วมกับองค์กรและเร่งเห็นโอกาสในการทำงานซึ่งส่งผลต่อการทำงาน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ แอนด์ เอ็ม โพลีเมอร์กรุ๊ป ที่ให้ความร่วมมือในการจัดทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] วิชาวรรณ นิยมเวช กมลชนก ปลื้มจิตร และ อธิป อภิรักษ์พงศา (2555) การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ บัณฑิตนิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

- [2] อุมภาพร อนุรักษ์ปรีดี (2546) การวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดผังโรงงานสำหรับโรงงานกล่องกระดาษ วิทยานิพนธ์:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [3] พรเทพ แก้วเชื้อ และกิตติสัมพันธ์ มงคลสวัสดิ์, การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตกล่องโลหะ, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, การประชุมวิชาการ ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2010

เว็บไซต์

- [1] <http://sci.bsru.ac.th/sciweb/e-magazine/13-1/chapter-12.pdf>
- [2] http://www.uniontoy.com/index.php?mo=1&c_art=254661



การนำเสนอแบบโปสเตอร์

(Poster Presentation)



การลดเวลาในกระบวนการให้บริการซ่อมบำรุงรถยนต์ที่ระยะ 120,000 กิโลเมตร Reduce Process Time for Servicing the Vehicle at a Distance of 120,000 Kilometer

อารักษ์ สมดี, วิสิทธิ์ ชูธงชัย, น้ำค้าง เนตรจินดา และนพนันต์ เมืองเหนือ*

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี 10600
*ผู้ติดต่อ araks.astir@gmail.com, 085-2284825

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดเวลาในกระบวนการให้บริการซ่อมบำรุงรถยนต์ที่ระยะ 120,000 กิโลเมตร ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือเทคนิคแผนผังกางปลา หลักการศึกษากิจการงาน (Work Study) จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานทั้ง 13 ขั้นตอน พบว่าสาเหตุของเวลาสูญเสียดังกล่าวเกิดจากขั้นตอนการเปลี่ยนสายพานไทม์มิ่ง และการเปลี่ยนน้ำมันเบรก โดยคิดเป็นร้อยละ 57.89 และ 53.85 เทียบกับเวลามาตรฐานตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาสาเหตุและขั้นตอนดำเนินงาน ในงานวิจัยได้เสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงาน เพื่อลดเวลาสูญเสียดังกล่าวจากขั้นตอนทั้ง 2 ขั้นตอน ให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : การลดเวลา / การศึกษากิจการงาน / รถยนต์

Abstract

The research aims to study to reduce process time for servicing the vehicle at a distance of 120,000 km. In this research, tools techniques extended map fish. The principle function of the process of working the 13 steps. Found that the cause at the loss caused by the timing belt replacement procedures. And changing the brake fluid representing 57.89 and 58.85 ,respectively compared to the standard eye. The analysis of the causes and procedures. This research proposed a method improve work processes to reduce the loss of the two-step procedure to be effective in the further.

Keywords: reduce process time / Work study / Car

การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบสำหรับบริโภคในภาวะฉุกเฉิน
Improving the quality of the raw materials for consumers
in a state of emergency

นายประเสริฐศักดิ์ เต๋ยปิย , นางสาวยุวดี ปังสุข, นางสาวรุจิภาญจน์ ปองดอกฟ้า และสุรียา พันธโกศล

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
 (การจัดการคุณภาพ) 1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
ae_diapi@hotmail.com 081-9373390 โทรสาร 02-2527976

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้สนใจศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบสำหรับบริโภคในภาวะฉุกเฉินของสภาาชาตไทย ในขั้นตอนการตกตะกอนโดยทำการเปรียบเทียบสารตัวเร่งการตกตะกอน 2 ชนิด ได้แก่ เฟอริกคลอไรด์ (Ferric chloride) และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร จากการศึกษาพบว่าน้ำที่ผ่านกระบวนการตกตะกอนมีคุณภาพใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride) มีปริมาณต้นทุนถูกกว่า 0.057 บาท ต่อน้ำ 1 ลิตร และมีข้อได้เปรียบกว่าคือโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride) ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำหลัก: การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบสำหรับบริโภคในภาวะฉุกเฉิน สำนักงานบรรเทาทุกข์ฯสภาาชาตไทย

Abstract

The study, interested in improving the quality of the raw materials for consumers in a state of emergency of Thai red cross in the process of precipitation compared the catalyst to precipitation of these two (Ferric chloride) and (Poly Aluminum Chloride) ความ has 10 milligram to 1 liter from the study found that the water through the process of precipitation the quality of the same when comparing the economists found that (Poly Aluminum Chloride) is the amount of early funding was more than 0.057 Baht to water 1 liter, and has the advantage is (Poly Aluminum Chloride) didn't affect the environment.

Keywords: Improving the quality of the raw materials for consumers in a state of emergency

การพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าแผนก The Power บริษัท โฮมโปรดักส์ เซ็นเตอร์ จำกัด(มหาชน)

ขจรเกียรติ สินธุฉก, พงศธร ชินทอง*, ปราชญา เฟ็งพุก และอัจฉรา ผ่องวิทยา

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

1061 ซ.อิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: phong_chin@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 0806922010

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นในการจัดการคลังสินค้าและการพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพ ของแผนกเครื่องใช้ไฟฟ้า (The Power) บริษัทโฮมโปรดักส์เซ็นเตอร์ จำกัด(มหาชน) โดยใช้กลุ่มประชากรตัวอย่างเป็นพนักงาน แผนก The Power จำนวน 20 คน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าการหาค่าร้อยละและค่าเฉลี่ยในการประเมิน ขั้นตอนเริ่มจากการปรับปรุงวิธีการดำเนินงานการรับสินค้า การเบิกจ่ายสินค้า จัดหมวดหมู่สินค้าโดยใช้หลัก ABC ระบุตำแหน่งการจัดเก็บ จากนั้นทำการตรวจนับสินค้าทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่าผลการปรับปรุงนั้นทำให้เพิ่มประสิทธิภาพ ในการจัดการคลังสินค้า คือ สินค้ามีความเป็นระเบียบเรียบร้อยมากขึ้น ไม่พบการค้นหาสินค้าไม่เจอ การหยิบสินค้าผิดพลาดไม่มี เวลาเฉลี่ยในการเบิกจ่ายสินค้าให้กับลูกค้าลดลงจาก 30 นาทีเป็น 15 นาทีต่อครั้ง และอัตราส่วนความผิดพลาดในการตรวจนับสินค้าลดลงจาก 28.97%เป็น 18.75%

คำหลัก : การจัดการคลังสินค้า , การเพิ่มประสิทธิภาพ , การพัฒนาระบบ

Abstract

This research aims to study the problem and why that happened in the warehouse and development system to take stock of the effectiveness of the electronics (The is) homeproduct the Center Ltd (public), using the population, the department. The is the number of 20 people, gather information using a questionnaire, interview and record information to analyze the data using value to the percent and the average estimate of the process of improving the way to proceed work the goods to issue the classification of goods by using the ABC position to save from, the goods.

from the study found that the improvements made to increase efficiency in the warehouse is of goods, the order don't see the goods don't see a fistful of goods. don't have time on average, in the issue the goods and trade down from 30 minutes, 15 minutes to time, and the mistakes in the goods has declined from 28.97 % is 18.75 %

Keyword : The warehouse , to increase efficiency , to develop the system.

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า

Increasing the efficiency of products storage

พัชราพรรณ บุญเต็ม , ปิยะนันท์ นามแสง* และ เศรษฐวิทย์ แสงทิพย์
 สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 1061 ซ.อิสรภาพ 15 ถ.อิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
 *ผู้ติดต่อ : E-mail aum_piyanun@hotmail.com เบอร์โทรศัพท์ 095-5395919

บทคัดย่อ

จากการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระบบการจัดเก็บสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่การจัดเก็บสินค้าภายในบริษัท บิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด (มหาชน) พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า 600 ตารางเมตร พนักงาน 300 คน โดยการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ในเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้าและเก็บรวบรวมข้อมูลข้อผิดพลาดต่าง ๆ ภายในคลังสินค้า โดยใช้การสัมภาษณ์และแบบบันทึก จากการวิจัยพบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า โดยการนำเอาหลักการจัดการคลังสินค้าแบบ ABC Analysis หลักการบริหารจัดการคลังสินค้าและการวางผังคลังสินค้า เข้ามาใช้ในการปรับปรุงความเป็นระเบียบภายในคลังสินค้า เช่น การคัดแยกชนิดสินค้าก่อนการจัดเก็บ การจัดพื้นที่ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย การจัดหมวดหมู่สินค้าเพื่อง่ายต่อการมองเห็น การค้นหาสินค้าและจัดระบบต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน

Abstract

The purpose of the research is to study about the efficiency of inventory management in Big C super center company limited. The research found that there are many problems which effects to inventory management based on the data of staff interview. According to the result from the interview, the ABC theory is suitable for improving inventory system in this company.

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในสำนักงาน ของบริษัท ไทยสตาร์ ชิปปิง จำกัด

A study of electric power in the office of Star Shipping Co., Ltd. Thailand .

ประธาน มูลลา , ณัฐธิดา พราหมณี , ชลลดา นามิ* และ เศรษฐวิทย์ แสงทิพย์

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซ.อิสรภาพ 15 ถ.อิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*chonlada_1.1@hotmail.com 085-676-3975

บทคัดย่อ

จากการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึง “การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสำนักงาน” ศึกษาผู้ปฏิบัติงานภายในสำนักงานของบริษัท ไทยสตาร์ ชิปปิง จำกัด กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานภายในสำนักงานฯ จำนวน 40 คน พื้นที่ 100 ตารางวา รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด Independent Sample t-test, การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 20-30 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี ตำแหน่งพนักงานทั่วไป และมีรายได้/เดือน 20,000 บาทขึ้นไป มีความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 5.00 คะแนน ทศนคติ ต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเป็นแสงสว่าง/วัน เฉลี่ย 7.99 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้อุปกรณ์สำนักงานต่อวันเฉลี่ย 6.44 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อความบันเทิง/วัน เฉลี่ย 2.97 ชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อความสะดวกสบาย/วัน เฉลี่ย 6.19 ชั่วโมง การทดสอบสมมติฐานพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีข้อมูลส่วนบุคคลแตกต่างกัน มีการใช้ไฟฟ้า และการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานภายในสำนักงานของบริษัท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำหลัก: การลดใช้พลังงาน , การประหยัดพลังงาน , การมีส่วนร่วม

Abstract

This research aims to study. "Reducing electricity consumption within the office" education practitioners within the Office of Thailand Star Shipping Co., Ltd. The samples were employees working in the office were 110 data were. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, minimum, maximum, Independent Sample t-test, one-way analysis of variance. And the correlation coefficient of Pearson. Analysis of the data, the majority of respondents were female, aged 20-30 years, with a bachelor's degree. For staff And income / month 20,000 baht or more knowledgeable about saving electricity. Or an average 5.00 points attitudes towards the use of electric power to the light / day on average 7.99 hours at the office on a daily average of 6.44 hours duration electrical equipment for entertainment / day average of 2.97 hours of time using the device. electricity for comfort / day on average 6.19 hours testing the hypothesis. Respondents with different personal information. Use power And participation in energy savings within the corporate office. Statistically significant at the 0.05 level.

Keywords: Power reduction , Energy savings , Participation

**การศึกษาความเป็นไปได้การประหยัดพลังงานไฟฟ้า
อาคารจอดรถอาคารสำนักงานเอเชียเซ็นเตอร์ โดยใช้หลอดไฟแอลอีดี รุ่น T8
A Feasibility study of energy-saving electric parking building.
Asia Centre office building using T8 led light tube version.**

วิจิต การจारी , อังกูร ลิ้มสกุลทิพย์, บุญญาณ์ช ันท์บวรนนท์ และ นพณ์ช พวงมาลี*

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*p_puangmalee@hotmail.com , 082-494-8111

บทคัดย่อ

งานวิจัยเป็นการศึกษาแนวทางการลดใช้พลังงานในระบบแสงสว่างของอาคารจอดรถ อาคารเอเชียเซ็นเตอร์ โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดไฟและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การคำนวณค่าไฟฟ้า, ระยะคืนทุน เป็นต้น การศึกษาเป็นการเปรียบเทียบอัตราการใช้ไฟฟ้า ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอด LED ซึ่งปัจจุบัน กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการศึกษา โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทั้งหมด 522 หลอด โดยการคำนวณเท่ากับใช้กำลังไฟฟ้า 84,916 kW. และถ้าใช้หลอด LED ทั้งหมด 522 หลอด กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทำการคำนวณ เท่ากับใช้กำลังไฟฟ้า 34,444.78 kW. ซึ่งหลอด LED เป็นหลอดที่มีอัตราการใช้พลังงานน้อยที่สุด และมีอัตราผลตอบแทนที่เร็ว ระยะคืนทุนที่ 1 ปี 5 เดือน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 676,135.62บาท อัตราผลตอบแทนจากโครงการที่ 63.66 %

คำหลัก: หลอดฟลูออเรสเซนต์ / หลอด LED

Abstract

Educational research guidelines to reduce energy consumption in the building's lighting system. Building Asian Center by comparing the performance of the lamp economic and cost-effective, for example, to calculate the payback period, electricity, etc. A case study of building a parking building, Asian Center. A study on electric rate comparison of fluorescent and LED bulbs, fluorescent tubes and bulbs, all electric power equivalent to 522 84916 kW., and if all the light bulbs LED bulbs for electric power equivalent to 522 34 kW 444.78, LED lighting. with minimum power consumption rate and yield faster payback period 1 year 5 months, with the net present value is equal to 676, 135.62 baht. Rate of return from the project was 63.66%
keywords: fluorescent/LED bulb.

การศึกษาแนวทางการลดปริมาณของเสียในแผนกเย็บย่น กรณีศึกษา บริษัทธนูลักษณ์จำกัด

Study of waste minimization in the wrinkle sewing department

Case Study :ThanuluxCo.,Ltd

สุรเดช วีรยุทธโกศล,ธีรยุทธ วิริยะพิพัฒน์,อาร์ม สุทธิจิต และอัศววัฒน์ ดวงนิล

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี 10600

dakarawat999@gmail.com, 086-324-6189

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา กระบวนการการผลิตในแผนกเย็บ ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น และระบุสาเหตุของการเกิดของเสีย จากการศึกษาข้อมูลภายในโรงงานพบว่าแผนกเย็บย่นมีการเกิดของเสียมากที่สุดในการผลิตโดยคิดเป็นร้อยละ 38.97 ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการเลือกทำการวิจัยในเรื่องของการลดการเกิดของเสียในแผนกเย็บย่นผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือ Why Why Analysis และเครื่องมือ แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ ได้พบว่ามีปัญหาในส่วนของพนักงานและเครื่องจักร พบว่าพนักงานบางคนยังไม่ชำนาญงานเนื่องจากขาดการฝึกอบรมหรือไม่ได้รับการฝึกอบรมก่อนเข้าปฏิบัติงาน ในส่วนของเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักรบางเครื่อง ได้รับการบำรุงรักษาหรือว่าดูแลรักษาไม่เพียงพอซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดของเสียในการผลิต ทางผู้วิจัยจึงได้แนะแนวทางในการลดความสูญเสยคือการสร้างความชำนาญในการปฏิบัติงานและประสบการณ์ให้แก่พนักงานโดยการอบรมพนักงานใหม่และเก่าอย่างสม่ำเสมอและจัดทีมซ่อมบำรุงเครื่องจักร ดูแลเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้โดยมีความผิดพลาดน้อยที่สุด เพื่อลดการเกิดของเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการซ่อมผลิตภัณฑ์ที่เสียจากการผลิต ซึ่งหลังจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการแนะนำวิธีแก้ไขแล้วได้ทำการเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่ากระบวนการเย็บย่นมีปริมาณการเกิดของเสียลดลงคิดเป็นร้อยละ 17.48 ซึ่งผลออกมาเป็นที่น่าพึงพอใจ

คำหลัก การลดของเสีย/การฝึกอบรม

Abstract

This research aims to study. The production in the wrinkle sewing department, the nature of the defect and identify the causes of waste. The study data showed that factory wrinkle sewing department found a lot of wastes in production by 38.97 percent, the researchers were selected to conduct research on the subject of reduction of waste in the wrinkle sewing department.

The use of tools and equipment. Why. Why. Analysis and fishbone diagram analysis has found that there are problems in terms of staff and equipment. Some employees were not qualified because of a lack of training or no training before practice work. In some parts of the equipment has been maintained or that care is not enough, which is one reason why the wastes generated in the production. The researcher has ways to minimize losses is to build expertise and operational experience to the employees by training new employees and old keeping and maintenance teams. Mechanic in the image can be used even by a

slightest mistake. To reduce the cost and time to repair a waste product from the production which after the researcher was working on a solution, and then collect data from November to Feb. The sewing process reduces the amount of waste 17.48 per cent of the result is satisfactory.

Keywords:waste reduction / training.

แนวทางการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง
บริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด

The way to deal with safety in the work on the high
SC System Network Co., Ltd. Thailand.

จันทร์จิรา สิงห์พันธ์*, ปราณี อามาตมนตรี, โอภาส พรหมมี และอัจฉรา ผ่องพิทยา

สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 1061 ซ.อิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*janjira.scacc@gmail.com, 092-461-5012

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน และหาแนวทางในการจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง ในบริษัท เอสซี ซิสเต็ม เน็ตเวิร์ค จำกัด ระหว่างปี 2553-2557 โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีโดมิโนในเรื่องการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน รวมถึงการเก็บรวบรวมด้วยแบบสอบถามเชิงลึก สถิติที่ใช้เป็นสถิติพรรณนาความถี่ร้อยละเพื่อบรรยายลักษณะของกลุ่มประชากรและใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อบรรยายลักษณะการกระจายของตัวแปร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามพนักงานช่างติดตั้งระบบทั้งหมด 27 คน มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ระดับการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประสบการณ์ในการทำงานไม่น้อยกว่า 5-10ปี ระดับพฤติกรรมความปลอดภัยด้านสภาพแวดล้อม อยู่ในระดับสูง ระดับพฤติกรรมความปลอดภัยด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ อยู่ในระดับสูงมาก ระดับพฤติกรรมความปลอดภัยด้านการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับสูง ทศนคติเรื่องการป้องกันตนเองจากการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับดี จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจึงได้มีการจัดทำสื่อความปลอดภัย คือ ธารรงค์เกี่ยวกับความปลอดภัย และจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง ซึ่งผลจากการดำเนินงานสามารถทำให้พนักงานมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัย ในการใช้เครื่องมือเครื่องจักร การส่งเสริมการทำงานที่ปลอดภัย และแนวทางการป้องกันอุบัติเหตุของพนักงานในบริษัท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำหลัก: การจัดการความปลอดภัย , การปฏิบัติงานบนที่สูง , การลดการเกิดอุบัติเหตุ

Abstract

This research aims to reduce the accident in the work and find a way to deal with safety in the work on the high in the company SC System network. limit the 2553-2557 with information about Domino

theory about the accident and security in the operation, including the collection, survey and in-depth statistics used as a Descriptive statistics, frequency of one to describe the nature of the population and values on average, and standard deviation for the description on the distribution of the data analysis, the answer to those employees, the 27 people were between the ages of 31-40, the level of education obtain a vocational high experience in the job less than five, 10 good years, the level of behavior the safety environment in the high level behavior the safety tools and equipment in a very high level of behavior the safety of workers in a high level of the sentiment of the defense from the field level. As a result of the data analysis, it is a media environment, safety is a campaign about the safety and make the safe in the work on the results of operations, can make employees with knowledge and understanding about the safety of the use of equipment machine to promote the work that is safe, and the path to prevent accidents of employees in the company statistically significant at the level of 0.05

Keywords: Security management, performance on high, reducing accidents.

แนวทางการลดเวลาการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับ A-CHECK ของเครื่องบินใบพัด
รุ่น DORNIER 228กรณีศึกษา : เครื่องบินโดยสารพาณิชย์แบบเช่าเหมาลำของบริษัท
สายการบินแห่งหนึ่งในประเทศไทย

The guideline to reduce time in aircraft maintenance level A-CHECK ,
Model DORNIER 228 Case Study : a chartered flight aircraft of an airline
company in Thailand

สิริมาศ เชียงอินทร์ , ธนา ไชยโสภาและอาจารย์สร้อยสุดา เลาะหมุด*
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา1061 ซ.อิสรภาพ 15ถ.อิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
Piyaphon.ketla@gmail.com , 083-018-9910

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนและลดเวลาการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับ A-Check (การซ่อมบำรุงแบบอากาศยานทุกปี ใช้ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง 25 วัน) ของเครื่องบินใบพัดรุ่น DORNIER 228ให้สอดคล้องกับเวลาการซ่อมบำรุงที่กำหนดเก็บข้อมูลโดยการศึกษาจากเอกสารประวัติการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับ A-Check ในแต่ละปี จากคู่มือการซ่อมบำรุงอากาศยาน และจากการสอบถามช่างซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 10 คน เกี่ยวกับกิจกรรมการซ่อมบำรุงที่สมควรทำก่อนและหลัง เพื่อนำมาวางแผนการลดเวลาการซ่อมบำรุงอากาศยาน โดยการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยCPM ผลการวิจัยสามารถลดเวลาการซ่อมบำรุงอากาศยานระดับ A-Check ของเครื่องบินใบพัดรุ่น DORNIER 228 จากเวลาที่กำหนด 25 วันเหลือ 15 วัน สามารถลดเวลาซ่อมบำรุงได้ 10 วัน คิดเป็น 40%

คำหลัก : การลดเวลา, การซ่อมบำรุงอากาศยาน ,A-Check , CPM

Abstract

The purpose of this research is to study the process and reduce time in the aircraft maintenance level A-Check (maintenance once a year, the duration of 25 days) of DORNIER 228, according to the time. requiring maintenance. Documents filed by studying aircraft maintenance records of level A-Check each year from the aircraft maintenance manual. And to inquire the 10 aircraft maintenance technicians about maintenance activities should be do before and after in order to adopt a plan for reducing aircraft maintenance time, by analyzing networks with CPM findings can reduce aircraft maintenance level A-Check of DORNIER 228 from 25 days to 15 days the time limit can reduce maintenance time for 10 days or a 60%.

Keywords : reduced time, aircraft maintenance, A-Check, CPM.

การศึกษากระบวนการการลดของเสียจากการผลิตเสื้อผ้าแฟชั่นสำเร็จรูปโรงงานแห่งหนึ่งใน
กรุงเทพมหานคร
Educational processes to reduce waste from the production of ready-made
clothing factory in Bangkok.

กฤษฎา ยังเจริญ , ปิยะภรณ์ เกษลา , ปิยะมาภรณ์ กองอ้น และอัศววัฒน์ ดวงนิล*
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
1061 ซ.อิสรภาพ 15 ถ.อิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
Piyaphon.ketla@gmail.com , 083-018-9910

บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยในเนื้อหาแนวทางการลดของเสียจากงานโพงในการผลิตเสื้อผ้าแฟชั่นสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมเสื้อผ้า ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะนำเครื่องมือสำหรับการควบคุมคุณภาพ (QC Tools) ที่ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการผลิต ทำให้ทราบถึงระดับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเสื้อผ้าแฟชั่นสำเร็จรูป ตลอดจนหาแนวทางควบคุมคุณภาพเชิงป้องกัน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม 20% ของพนักงานทั้งหมด ของเสียที่เกิดจากงานโพงคิดเป็น 14% ของจำนวนของเสียจากงานโพง และเพื่อการลดต้นทุนด้านคุณภาพ ผู้วิจัยได้จัดทำผังก้างปลาแสดงสาเหตุ และผลแนวทางการแก้ไขปัญหาคาดว่าจะลดของเสียที่เกิดขึ้นจะลดลงเป็น 12% ของการลดต้นทุนด้านคุณภาพ และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ของการผลิตเสื้อผ้าแฟชั่นสำเร็จรูป

คำหลัก: การโพงผ้า , อุตสาหกรรมเสื้อผ้า , การลดของเสียจากกระบวนการผลิต

Abstract

Conducting research on ways to reduce material waste and pong to produce fashion products in the clothing industry. Researchers have ideas to bring tools for quality control (QC Tools) to assist in the analysis process. To indicate the severity of the problem from the production of finished clothing. As well as for quality control, preventive approach. The results of the analysis were 20% of all employees. Waste from pong accounted for 14% of the waste from Tomcat. In order to reduce the cost of quality. The researcher has made a diagram to show cause. And solutions are expected to reduce the waste is reduced to 12% of the cost of quality. And to increase performance. Production of finished clothing

Keywords: The fabric pong , clothing industry , Reducing waste in the production process.

การจัดสรรพนักงานสำรวจอุบัติเหตุเพื่อปรับปรุงการให้บริการกรณีศึกษา
The Staff Allocation Accident Investigations To Improve Service
To The Case Study

อาทิตย์ คงราชิ , อัคริน ฉายสกุล , ปฐม เรืองหิรัญ และ สุรียา พันธโกศล
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี
กรุงเทพฯ 10600

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันมีการแข่งขันกันสูงมากในตลาดทางด้านประกันภัย และในการให้บริการ การสร้างความน่าเชื่อถือและความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ จะทำให้ลูกค้าเกิดความไว้วางใจในการให้บริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยการให้บริการเมื่ออุบัติเหตุเกิดขึ้น จากนโยบายและวิสัยทัศน์ของบริษัทที่ทำให้ความสำคัญของลูกค้ามาเป็นลำดับแรก จึงได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการจัดสรรพนักงานสำรวจอุบัติเหตุ โดยนำระบบ FAX เทเลเคลม (TELECLAIM) คือการ FAX เอกสารเคลมให้ลูกค้ามาประยุกต์ใช้ ในกระบวนการจัดสรรพนักงานเพื่อให้การบริการลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้ได้ผลการประเมินคุณภาพลดประมาณเคลมสดและเคลมนัดหมายได้รวม ร้อยละ 54.50 สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาสามารถใช้ได้ในทางปฏิบัติได้จริง

คำหลัก: การลดปริมาณเคลมสดและนัดหมาย, เทเลเคลม, กระบวนการ

Abstract

Since today the competition is very high In the insurance market and in providing To build credibility and live in the service Make customer trust in the service In particular hostel service and accident policies and vision of the company that makes it impotent customer comes first is focused on the process allocation of employees surveyed utilize the fax accident claim. customer service applications In the process, staff allocation to serve customers quickly and efficiently

This research was an evaluation for reducing accident claim and claim appointment as a 54.50 percentage. Concludud that the developed system can be used in real practice

Keywords: Reducing accident claim and claim appointment, teleclaim , process

แนวทางการปรับปรุงคลังสินค้า

The updated guidelines warehouse

นฤชา กลิ่นหวล วิทวัส อาษา นกวรรณ ไสพลกรัง และอัศววัฒน์ ดวงนิล

สาขาวิชาการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ
เจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

บทคัดย่อ

การจัดการคลังสินค้าเป็นวิธีการในการจัดเก็บ การรักษาสินค้า ตลอดจนการจัดระบบ การวางแผน คลังสินค้า การออกแบบคลังสินค้า การเลือกทำเลที่ตั้งของคลังสินค้า รวมถึงการควบคุมการรับจ่ายสินค้า เพื่อ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดำเนินงานคลังสินค้าการวิจัยครั้งนี้ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการ ปรับปรุงคลังสินค้า และทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่มีผลต่อการปรับปรุงคลังสินค้า ของแผนกคลังสินค้า โรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานีผลการศึกษา การสอบถามความคิดเห็นของพนักงานในแผนกคลังสินค้า เกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง มีอายุระหว่าง 30 ปีถึง 40 ปีระดับการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี ประสบการณ์ทำงานในแผนกคลังสินค้า 1 ปีถึง 5 ปี และมีตำแหน่งงานในระดับพนักงาน และการสอบถามความคิดเห็นของพนักงานในแผนกคลังสินค้าเกี่ยวกับการปรับปรุงคลังสินค้าด้านสถานที่ใน การจัดเก็บคลังสินค้า พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 55 มากที่สุด คำสำคัญ:แนวทางการปรับปรุง/การศึกษาคลัง

Abstract

Warehouse management system is an approach to storage as well as planning and organizing the warehouse, warehouse design, selecting location of the warehouse and controlling of the goods in order to achieve maximum efficiency in warehouse operations. This research studied about the inventory system, the problems which affected the management of inventory in the warehouse. Keywords: The updated guidelines warehouse. A study by gathering the questionnaires from employees in the warehouse department. Most of the respondents are women, aged between 30 – 40 years old, education below the bachelor Degree, experience working as the staff at warehouse about 1 – 5 years. By the opinion of the warehouse's employees related to the location of storage, their comments are on the high level of 55 minimal as

แนวทางการลดของเสียในกระบวนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์

Guidelines to improve the efficiency of the process media

ญาณิศา คำเมือง, บุญยานุช อีสโร , ณิชฎพล ไข่ม่วง
 สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 1061 ซ.อิสรภาพ 15 ถ.อิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
 *Boonyanut.mm@gmail.com,0894132880

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางกระบวนการผลิตงานพิมพ์ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียและนำเสนอแนวทางในการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ ประเภทหนังสือ ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการปรับปรุงแนวทางการผลิตคาดว่าจะช่วยลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ ประเภทหนังสือ ยังช่วยประสิทธิภาพการทำงานอีกด้วย การทดลองเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากใบตรวจสอบและใบสอบถาม หลังจากนั้นจะใช้แผนภูมิพาเรโตในการกำหนดข้อสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่ากระบวนการก่อนพิมพ์ทำให้เกิดของเสีย อันเนื่องมาจากปัญหาจากเครื่องจักรมากที่สุด

คำหลัก: แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการสื่อสิ่งพิมพ์ บริษัท แปลนพรี้นท์ติ้ง จำกัด

Abstract:

This article aims to study the production process print jobs. To analyze the causes of waste and offer ways to reduce the amount of waste in the production of printed materials. Type Books The researcher has proposed to improve the production is expected to reduce the amount of waste in the production of printed materials such as books. It also helps performance too. The experiment began by gathering information from the review and the inquiry. The Pareto chart is used to define a solution for. It was found that the cause of death before printing. Due to mechanical problems as possible.

การปรับปรุงผังโรงงานการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก (Plant Layout Improvement in the Corrugated Paper Box)

วันชนะ ทองแดง เทิดศักดิ์ ฟุ้งสังข์ และปวีศ ศรีสวัสดิ์*

*สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนนิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*E-mail : ladiizsmile@hotmail.co.th, 082-969-6783

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกแห่งหนึ่ง โดยศึกษาขั้นตอนการผลิต และปรับปรุงผังโรงงานให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต ผลการศึกษาพบว่าผังโรงงานที่เสนอแนะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนย้ายงานจากเดิม 26 เมตรต่อชิ้น เหลือ 20 เมตรต่อชิ้น ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากเดิมใช้เวลา 43 วินาทีต่อชิ้น หลังจากทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 33 วินาทีต่อชิ้น

คำสำคัญ: การศึกษาการทำงาน / กล่องกระดาษลูกฟูก

Abstract

This research aims to increase productivity in the manufacture of corrugated boxes. By studying the production process And improve plant layout to suit the production process. The results showed that the plant layouts are proposed to decrease the distance of the move from 26 meters to 20 meters per piece is a piece of moving parts from original take 43 seconds per piece. After the renovation is reduced to 33 seconds per piece.

Keywords: work study / Corrugated Paper Box.

การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตจอไดโอดเปล่งแสง (Plant Layout Improvement to increase Productivity in The Light Emitting Diode Board manufacturing)

ณัฐวุฒิ สงวนงาม และ วรุฒ พิมพา*

*สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
*Email : manix@windowslive.com, 089-662-9286

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตจอไดโอดเปล่งแสง แห่งหนึ่ง โดยศึกษาวิธีตอนการผลิต และปรับปรุงผังโรงงานใหม่ให้เหมาะสมกับการไหลของกระบวนการผลิต ผลการศึกษาพบว่าผังโรงงานที่เสนอแนะสามารถลดระยะทางการเคลื่อนย้ายงานจากเดิม 36 เมตรต่อชิ้น เหลือ 32 เมตรต่อชิ้น ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากเดิมใช้เวลา 20 นาทีต่อชิ้น หลังจากทำการปรับปรุงลดลงเหลือ 18 นาทีต่อชิ้น มีอัตราการผลิต 24 ชิ้นต่อวัน ได้กำไรชิ้นละ 2,000 บาท

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต / การศึกษาการทำงาน / จอไดโอดเปล่งแสง

Abstract

This research aimed to increase productivity of a Light-Emitting Diode Board plant by studying its manufacturing process and improving the plant layout to suit the production process flow. The results found that the proposed plant layout could help reducing the workflow distance from 36 meters/piece to 32 meters/piece. Transportation time could be reduced from 20 minutes/ piece to 18 minutes/piece. Production rates of 24 a day profit 2000 baht/piece

Keywords : Productivity improvement/ Industrial work study/ Light-Emitting Diode

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค

Factors Affecting the Rice berry People

นายศุภโชค สุตสาคร, นางสาวสุทธาสินี จันทร์เทศ, นายวรุตม์เหิมทอง, และเศรษฐวิทย์ แสงทิพย์
 สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค 2) ศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค 3) ศึกษาระดับความสำคัญของกระบวนการตัดสินใจเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค และ 4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (4Ps) ที่มีต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 1) ข้อมูลส่วนบุคคล 2) ปัจจัยพฤติกรรมการเลือกซื้อเป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ 3) ระดับความสำคัญของกระบวนการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลจากการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อข้าวสาร บรรจุถุงของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพฯ ส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง มีอายุระหว่าง 20-30 ปี มีสถานภาพโสด การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน จำนวน มีรายได้ต่อเดือน เฉลี่ย 30,001 บาทขึ้นไป และบริโภคเฉลี่ยต่อสัปดาห์ 1-2 กิโลกรัม ตามลำดับ 2) พฤติกรรม การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภคพบว่าวัตถุประสงค์ที่ซื้อ คือ บริโภคอย่างเดียว, เหตุผลที่เลือก คือ สะอาด/ปลอดภัย, ราคาที่ซื้อคือ 85-160 บาทต่อถุง, ความถี่ในการซื้อ คือ เดือนละครั้งและสื่อโฆษณาที่ตัดสินใจซื้อ คือ โทรทัศน์ 3) ระดับความสำคัญของกระบวนการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค อยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านราคาที่เหลือมีระดับความสำคัญอยู่ในระดับมาก อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านผลิตภัณฑ์และด้านการส่งเสริมการตลาด และ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (4Ps) ที่มีต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค พบว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และปัจจัย ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ในด้านชนิดข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เลือกซื้อ, ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่ในด้านราคาข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ซื้อ ตามลำดับ

Adstract

The purposes of this study are 1) to study consumer characteristics which affect the buying behavior of people I Area 2) to study rice the buying behavior of people in Bangkok 3) to study the significant level of the purchasing decision process 4) to study the relationship of marketing mix on consumer behavior. This research used questionnaires to collect data from 400 people in the Bangkok Metropolitan Area. The results show that most consumers are single females, aged between 20 and 30 years old. Most participants hold a Bachelor Level Degree and work in the private sector. The average income is about 30,000 baht, and their families consume about 1-2 kilogram of rice per week. Results shows that consumers in Bangkok buy rice to consume it in their families and not for other purposes, and the most frequently bought brand is MARBOONKRONG Brand. The most important reason for buying is the product' s cleanness. Consumers considered a reasonable price range to be 141-160 baht per bag. The frequency of buying is once per month, and advertising through TV channel motivates the consumers to select the brand. The significant level of purchasing process is in the highest level. Price shows to be the most important marking mix aspect affecting the buying behavior of people in Bangkok. The distribution channels, products, and promotions are highly significant. For the affect of marketing mix to buying behavior, the results show that products and distribution channels are related to the buying behavior for rice products. Also, products and promotions affect the buying behavior with regard to the actual price of the products.

แนวทางลดของเสียเชิงเทคนิคคุณภาพในกระบวนการผลิตภัณฑ์เครื่องประดับเงิน

Reducing waste in the process of technical quality jewelry products.

เกียรติศักดิ์ เทียนทอง, สมภาพ เทียนพรรณาโชค

สาขา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

ผู้ติดต่อ : ts00684046@hotmail.com , 086-3342814

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตภัณฑ์เครื่องประดับเงินโดยใช้เครื่องมือควบคุม PDCA ในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจสอบสภาพของเสียรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตแก้ปัญหาโดยการ วางแผน ลงมือทำ เช็ค แล้วก็ ปรับปรุง ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการปรับปรุง ผลการดำเนินการปรับปรุงลดการเกิดปัญหาของเสีย ผลที่ได้จากการวิจัยโดยเฉลี่ยเป็นองที่ได้มาตรฐาน 92% และสามารถลดของเสียได้โดยเฉลี่ย 8%

คำสำคัญ-เครื่องประดับเงิน ลดของเสียเครื่องมือคุณภาพ

Abstract

This research aims to reduce the waste that occurs in the silver jewelry product using the control PDCA to improve quality in the manufacturing process, which this research, check the condition of the waste collected a number of waste streams. production planning solution by doing a check and then update to fix the selection of the worst. The data were compared before and after the update. Performance improvements reduce the problem of waste. The results of the research, on average, the standard 92%, and can reduce waste by an average of 8%.

Keywords - Silver Waste reduction, quality tools

การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของศูนย์อาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Educating satisfactions of graduated student about services to campus canteen

นภา เปี่ยมสง่า, จักรพงษ์ จำนงค์ทอง, รัตนา หลอดทอง และ นพณ์ช พวงมาลี*

สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*p_puangmalee@hotmail.com, 082 4948111

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ดำเนินการโดยการแจกแบบสอบถามให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษาชายจำนวน 46 คน และนักศึกษาหญิงจำนวน 54 คน โดยมีหัวข้อในการสำรวจ 5 ด้าน คือ 1. ด้านสถานที่ 2. ด้านคุณภาพของอาหาร 3. ด้านการให้บริการ 4. ด้านราคา 5. ด้านสภาพแวดล้อม จากการสำรวจพบว่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการของศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยามีผลดังต่อไปนี้ 1. ด้านสถานที่มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.079$) 2. ด้านคุณภาพของอาหารมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.146$) 3. ด้านการให้บริการมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.803$) 4. ด้านราคามีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.373$) 5. ด้านสภาพแวดล้อมมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.087$) ข้อเสนอแนะที่พบมากที่สุดคือ มีพัคลมน้อยเกินไป ควรจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ควรปรับราคาให้เท่ากับปริมาณอาหาร

คำหลัก: การวิจัยเชิงสำรวจ การหาค่าทางคณิตศาสตร์

A study of students' satisfaction toward the service of food center in Bansomdejchaopraya Rajabhat University

This research is to study the satisfaction of students on the food center of Bansomdejchaopraya Rajabhat University. A survey conducted by distributing questionnaires to 100 students [46 male students and 54 female students] , with topics to explore five areas: 1] the place 2] quality of meals 3] services 4] prices and 5] environment.

From the survey found that the satisfaction of students on the services of the food center of Bansomdejchaopraya Rajabhat University are as follows.

- 1] the place where the satisfaction is moderate. ($\bar{X}=3.079$)
- 2] the quality of the food is moderate satisfaction . ($\bar{X}=3.146$)
- 3] providing a valuable service satisfaction is moderate. ($\bar{X}=2.803$)
- 4] the prices are moderate satisfaction. ($\bar{X}=3.373$)
- 5] the environment is moderate satisfactory ($\bar{X}=3.087$)

The most common suggestion is there are too few fans. Should be equipped with air conditioning and should be adjusted to equal the amount of food.

Keywords: survey research, finding the values of Mathematics

การศึกษาแนวทางการลดปัญหาการจัดส่งสินค้าไม่ทันเวลา

กรณีศึกษา บริษัท โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด

Study on reducing delivery delay

Case study Lotus lotusblossompaperbox company Ltd.

พนัส พันพิจิตร , วงศกร หลิวห้อง * , ไพลิน คู่แก้ว และ ชุมพล อินทร์มณี

สาขา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ : patchbok@hotmail.com,0876175511

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดปัญหาการจัดส่งสินค้าไม่ทันเวลา กรณีศึกษา บริษัท โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการขนส่ง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงาน 5 คน ของบริษัท โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด และใช้แผนผังแสดงเหตุและผลเพื่อหาสาเหตุของปัญหา พบว่าปัญหาที่ทำให้เกิดการส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่ทันเวลา คือ ด้านสภาพแวดล้อม (30%) , ด้านบุคลากร (10%) , ด้านเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน (20%) , ด้านกระบวนการทำงาน (20%) , ด้านวัตถุดิบ (20%) ปัญหาดังกล่าวทำให้จัดส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่ทันตามเวลาที่กำหนด เฉลี่ย 4 ครั้งต่อเดือน ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถลดการจัดส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่ทันเวลาเหลือโดยเฉลี่ย 2 ครั้งต่อเดือน และทำให้การขนส่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ : การจัดส่งสินค้าไม่ทันเวลา , กระบวนการขนส่ง

Abstract

This research aims to study ways to reduce the delivery delay a case study of the Lotus Rossum Paper Box Co., the researchers have studied the transport process. By collecting data from interviews with staff of 5 people in Lotus Blue Rossum Paper Box Co. and a plan showing cause and effect for the cause of the problem. The problem that caused the late delivery the packages is the environment (30%), the personnel (10%), the tools used in work (20%), the working process (20%), Raw materials (20%) of such problems make delivery packages not according to time, average of 4 times per month. Researchers have proposed solutions : this can reduce the delivery packages to be delay by an average of 2 times per month and make transportation more efficient.

Keyword : delivery delay , transport process

แนวทางการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะเวลาการผลิตน้ำตาลสดสเตอริไลต์

The improvement of plant layout to reduce production time of Sterilized Palm Juice
Factory. Case Study : Nam Tan Sod Sterilize Ltd.

อนุวัตร อ่อนประสพ¹, อุดมศักดิ์ แถบเงิน², วันชัย แป้นแหลม³ และ อัครวัฒน์ ดวงนิล^{1*}

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี
กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ: bs5421246015@hotmail.com, 0968135282

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงผังโรงงานของ หจก. น้ำตาลสดสเตอริไลต์ ให้มีการไหลของวัสดุในกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาแผนผังโรงงาน หจก. น้ำตาลสดสเตอริไลต์ พบว่ามีสภาพและเส้นทางการไหลของวัสดุที่ขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้ระยะทางในการเคลื่อนย้ายของสินค้าเกิดความล่าช้าและทำให้สินค้าเกิดความเสียหาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ การศึกษาเวลาการทำงานโดยการจับเวลาในแต่ละจุด ใช้ผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา จากการศึกษาสรุปได้ว่าแผนผังโรงงานของ หจก. น้ำตาลสดสเตอริไลต์ ได้ปรับปรุงระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายทั้งหมดรวม 107 เมตร เหลือ 93 เมตร และระยะเวลาในการทำงานรวมทั้งหมด 26.12 นาที เหลือ 18.17 นาที สามารถทำให้ลดระยะเวลาและระยะทางในกระบวนการผลิต ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างเต็มที่ให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากยิ่งขึ้น

Abstract

The purpose of this research is to improve the plant layout of sterilized Palm juice factory in Samut Songkram Province, the flow of materials in the production process more effective from the plant layout which found that the condition and path of the flow of materials, lack of efficiency due to the distance to transport delay and damage. The researchers conducted by collecting relevant information, analysis of the flow of the material, time study by the timer on each point, the fishbone diagram to analyze the problem. The study concluded that the plant layout of sterilized Palm juice improve the moving distance, all included from 107 meters to 93 meters and working time from 26.12 minutes to 18.17 minutes which can reduce time and distance in the production process, to improve efficiency and fully productivity increase.

**การศึกษาแนวทางการลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก
พื้นรองเท้า กรณีศึกษาโรงงานแห่งหนึ่งใน เขตภาษีเจริญกรุงเทพมหานคร**
A study to reduce waste in the process of plastic injection shoe soles
Case study: a factory inKhetPasicharoen, Bangkok.

นพพล ตรงเที่ยงดี,เอกชัย แสสนกล้า,พงษ์พัฒน์ พะนิรัมย์ และอัศววัฒน์ ดวงนิล
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม และ เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ10600
*Email :bs5421246033@hotmail.com,เบอร์โทร; 096-270-2941

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการฉีดพลาสติกพื้นรองเท้า เพื่อหาแนวทางลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษา โรงงานแห่งหนึ่งในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเพื่อนำเอาเทคนิคการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและหาสาเหตุการเกิดของเสีย โดยนำเอาเทคนิคการควบคุมคุณภาพ ได้แก่ แผนผังก้างปลา และทฤษฎี Why Why Analysis มาใช้ในการลดของเสีย จากนั้นจึงทำการหาสาเหตุที่เกิดขึ้น ผลการวิเคราะห์พบว่า เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา ขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักร พนักงานเข้าใหม่ไม่ได้รับการฝึกอบรมก่อนปฏิบัติหน้าที่ โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาและกำหนดมาตรฐานในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ตลอดจนการบำรุงรักษาสภาพเครื่องจักรให้มีความพร้อมในการทำงาน และจัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจในการทำงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำงานตามหลักการข้างต้นต่อไป

Abstract

The purpose of this research is to study the process of plastic injection soles in order to find ways to reduce the defects of products: a case study of a factory inKhetPasicharoen, Bangkok by using the control technique the fishbone diagram and the theory of Why Why Analysis to apply in the improvement of production process and find the cause of waste and reduction , and then analyzed the cause occurs.The results indicated that the lack of maintenance of the machine, lack of understanding of the use of machinery. New employees must be trained before duty. The researcher proposed solutions and set the standard in maintenance machinery, as well as maintenance of the machines are ready to use, and provide staff training knowledge and understanding in the work to use as a guideline for working principles above.

แนวทางการลดการหยุดชะงักของเครื่องพิมพ์ พรินเตอร์ สล็อตเตอร์ แบบโซ่พากระดาษ ใช้สีน้ำ

Approach to minimize disruption of the printer, printer slot chain took a watercolor paper.

ชวภัค หมั่นสุข,ปรีชา พวงสันเทียะ*,จิระเสกข์ สาระรุกษ์ และเศรษฐวิทย์ แสงทิพย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ:Preecho_moy@hotmail.com,081-6603815

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางลดการหยุดชะงักของเครื่องพิมพ์ พรินเตอร์ สล็อตเตอร์ แบบโซ่พากระดาษ ใช้สีน้ำของ บริษัท โลตัสบรอสซัมเปเปอร์บ็อก จำกัด จากการศึกษาการหยุดชะงักของเครื่องจักรย้อนหลัง3เดือนพบว่า เครื่องจักรมีการหยุดชะงัก 6 ครั้งใน 3 เดือนซึ่งทำให้เกิดการล่าช้าในกระบวนการผลิต ส่งผลให้ไม่สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนด จากการศึกษากระบวนการผลิตร่วมกับผังเหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดชะงักของเครื่องจักรและสอบถามจากพนักงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 20 คน พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาคือการอุดตันของสีในท่อ เนื่องจากไม่มีตัวกรองตะกอนของสี จึงทำให้สีไปอุดตันในท่อ ในงานวิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยการติดตั้งตะแกรงเพื่อกรองตะกอนสีปัญหาการอุดตัน

คำสำคัญ: การหยุดชะงัก , ศึกษาปัญหาสาเหตุ , สีอุดตันในท่อ

Abstract

This research aimed to study ways to reduce the disruption of the printer, printer slot conventional chains take paper watercolor. Case Study :Lotus brossumpaperboxCo.,Ltd.from the disruptions of the past 3 months . showed Mechanical disruption 6 times in 3 months, which caused a delay in the production process. As a result, fail to deliver the product on time. From the study of the process and cause & effect diagram in the analysis of causes of disruption of the machine and inquiries from related staff were 20 people was found that one of the main reasons that cause the problem is blockage of colors in the pipe. Because no filter sediment of color, so the color blockage in the pipe. This research proposes an approach to solve the problem by installing a sieve to filter sediment color blockage.

Keywords: disruption, study cause and problem, color blockage in the pipe.

แนวทางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน
กรณีศึกษา บริษัท ปัญจวัฒนาพลาสติก จำกัด (มหาชน)

Guidelines for preventive maintenance

Case Study PANJAWATTANA Plastic Co., Ltd. (Thailand)

เทพกร อินทนนท์, สัตยา มาลีเมาะ, สมพงษ์ เคนสุวรรณ และอัศววัฒน์ ดวงนิล
สาขา การจัดการอุตสาหกรรม และ เทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
*ผู้ติดต่อ: bs5421246021@hotmail.com, 092-251-9230

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันโดยศึกษาสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้มีความพร้อมใช้งานและจัดทำระบบการบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดความมั่นใจในความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน หาแนวทางการแก้ไขและป้องกันการชำรุด บำรุงรักษาเครื่องจักรศึกษาข้อมูลในโรงงานโดยทำแบบสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจาก พนักงานประจำเครื่อง และช่างเทคนิค โดยใช้วิธีการสังเกต ศึกษาข้อมูลย้อนหลังที่บริษัทเก็บไว้นำมาประกอบการวิเคราะห์ จัดทำระบบการบำรุงรักษาเพื่อให้รู้ขั้นตอนของการบำรุงรักษาที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เช่น การศึกษาข้อมูลการตรวจสอบเครื่องจักร การแสดงค่าวัดผลในส่วนของอัตราความพร้อมเครื่อง (Injection Moulding Machine) จะเป็นเครื่องฉีดพลาสติกที่มีการตรวจสอบอยู่ 10 หน่วย คือ ปัมไฮดรอลิก มอเตอร์ไฮดรอลิก โคโฮปเปอร์ Monitor Safety Door อุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิก ระดับน้ำมันไฮดรอลิก ป้อนน้ำมันเลี้ยงของปั๊ม พัดลมระบายอากาศ Contro รอยรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิก ควรจะใช้งานและอัตราการหยุดของเครื่องจักรให้มีค่าที่ดีขึ้น จากการศึกษาได้ทราบถึงลักษณะการทำงานของเครื่องจักร และขั้นตอนการซ่อมบำรุง ตรวจสอบเช็ค เพื่อจะทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: การซ่อมบำรุง, การรักษาเครื่องจักร, ตรวจสอบเช็ค

Abstract

The purpose of this research is to study the preventive maintenance machinery by studying the present condition of machinery. Maintenance machinery for availability. Study the system maintenance to ensure safety during working. Find ways to solve and prevent the failure maintenance machinery. Study on the questionnaire the real problem of employee, and technicians. Study of historical data stored to the analysis, provision of

maintenance to ensure that the process of maintenance that can be utilized as well, by means of observation.

To study on the machine the validation of performing the measurement of the rate of air (Injection Moulding Machine) is a plastic injection molding machine with a check is 10 units. The pump hydraulic motor, hydraulic cattle upper Monitor Hope, Safety Door temperature of hydraulic oil, the level of oil hydraulic station feed may fold. Ventilation Control leak locating of hydraulic oil should use rate and stop of the machine is improved. This study of the nature of the machine, inspection and maintenance procedures to make the machine work more efficiently.

Keywords: maintenance, treatment machinery, inspection

**การศึกษากาหาเวลามาตรฐานและแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพ
ของกระบวนการผลิตผ้าดิบกรณีศึกษา บริษัทแห่งหนึ่งเในเขต อ.พระประแดง**
**A study of the standards and guidelines for improving the efficiency of
manufacturing processes of calico.**

นายณัฐพงศ์ พวงทอง*, นายปฏิภาณ สร้อยยังสุข, นางสาวนัญชนก สุระเชาว์ตระกูล และอัจฉรา ผ่องพิทยา
สาขา การจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15

ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*E-mail :pai_nutapong@hotmail.com,0859925288

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกาหาเวลามาตรฐานและแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผ้าดิบ บริษัทแห่งหนึ่งเในเขต อ.พระประแดง ใช้การศึกษากาทำงานและทำการจับเวลา จึงได้ทราบเวลามาตรฐานของขั้นตอนการผลิตแต่ละสถานนี้อยู่ 5 สถานี 1.นำด้ายใส่เข้าเครื่อง เวลามาตรฐาน 7.55 นาที 2. การเซตเครื่องจักรทอผ้า เวลามาตรฐาน 8.95 นาที 3.เครื่องจักรทำงาน เวลามาตรฐาน 90 นาที 4.ตรวจสอบ เวลามาตรฐาน 7.93 นาที 5.บรรจุภัณฑ์ เวลามาตรฐาน 7.85 นาที และได้เสนอแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยการปรับแผนผังโรงงานใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น โดยการรวมขั้นตอนการตรวจสอบกับขั้นตอนบรรจุภัณฑ์เข้าด้วยกัน จึงทำให้ลดพนักงานจาก 10 คน เหลือ 8 คน ลดลง 2 คน ระยะทางแต่ละสถานนีลดลงจาก 135 เมตร เหลือ 95 เมตร ลดลง 40 เมตร

Abstract

The purpose of this research is to find time standards and guidelines for the development of the efficiency of the manufacturing process of a company in the cotton field, in Phra pradaeng District by using to study the function and timer. Therefore, know the standard time of each stage of production and the substation of 5 stations 1. Brought put into the machine, standard time 7.55 minutes 2. Setting machine for weaving, standard time 8.95 minutes 3. Machinery work, standard time 90 minutes 4. Check standard time 7.93 minutes 5. Packaging standard time 7.85 minutes. And proposed to develop the efficiency of the manufacturing process by adjusting the layout of the new factory to be effective in producing increased by combining the inspection procedure with step packaging together. Therefore reduce the staff from 10 people rest 8 people fell 2. Distances each station dropped from 135 meters., left 95 meters reduced 40 meters.

การพัฒนาระบบรายงานยอดขายออนไลน์

กรณีศึกษา : บริษัทแชมป์เอช จำกัด

Development of Online Sales Reporting System

Case Study: Champ Ace Co, Ltd.

สงกรานต์ ทุมอาจ¹, พิชัย แก้วศรีโพธิ์² และเกียรติภูมิ สังข์ชุม³

อาจารย์นพพล น้อยแก้ว และอาจารย์ณัฐชัย เปลียนวิจารณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ15 ถนนอิสรภาพ แขวงทรีแบริจี้ เขตธนบุรี

กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ : golf_bee01@hotmail.com, 0873141528

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดการรายงานยอดขายประจำวันของร้านค้าสาขาให้กับสำนักงานใหญ่ โดยพยายามขจัดและลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากงานเอกสาร อาทิเช่น การจัดทำเอกสารสรุปยอดขายประจำวันของร้านค้าสาขา การสรุปยอดขายประจำวันทั้งหมดของสำนักงานใหญ่ การจัดเก็บ การจัดการ การค้นหาเอกสารยอดขายประจำวันที่มีจำนวนมากเป็นต้น จากสาเหตุที่กล่าวมานี้งานวิจัยที่นำเสนอได้พัฒนาระบบรายงานยอดขายออนไลน์โดยใช้วัฏจักรการพัฒนากระบวนการ (System development Life Cycle: SDLC) ในการศึกษารวบรวมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบระบบ และการทดลองใช้ระบบที่นำเสนอ ผลจากผู้ใช้งานตอบแบบสอบถามทั้งหมด 7 ท่าน มีระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับมาก

Abstract.

The purpose of this research is to reduce the store's daily sales reports to the head office. By trying to eliminate and reduce the problems arising from documentation, such as a documenting the daily sales of branch stores. The summary of all the daily sales of headquarters for storage management, search daily sales documents with a lot etc. From the above reasons, this research has developed a system that offers daily sales reports online by using the system development life cycle (System development Life Cycle: SDLC) collected data to analyze design of the proposed system. The results from the 7 users answer all queries made a comment summary of satisfaction at a high level.

การปรับปรุงกระบวนการระบายความร้อนของชิ้นงานพลาสติกชนิดABSด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
 Research and development stage to cool plastic parts with controlled temperature.
 (Water Temperature Control)

กฤษณะ มณีผกาพันธ์,สุรัช กันไพบรี,สุเมธ สุขแสน, ณัฐชัย เปลี่ยนวิจารณ์, และนพพล น้อยแก้ว
 สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จ
 เจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจีเขตธนบุรีกรุงเทพฯ 10600.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการระบายความร้อนด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิของน้ำ
 (Water Temperature Control) โดยมีขั้นตอนในการวิจัยได้แก่ 1) การศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงาน
 พลาสติกชนิด ABS 2) ออกแบบกระบวนการระบายความร้อนชิ้นงานพลาสติกชนิด ABS 3) พัฒนาเครื่องควบคุม
 อุณหภูมิของน้ำ 4) ผลการศึกษาวิจัยกระบวนการระบายความร้อนด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิของน้ำสามารถ
 ควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในระดับ 28-30 c°ลดขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่ายชิ้นงานจาก 2 ถึงเหลือ1ถึง

คำสำคัญเครื่องควบคุมอุณหภูมิของน้ำ

Abstract

The purpose of this research is to improve the process of cooling water with
 temperature controller . The procedure in this research were 1) process of plastic parts of
 ABS 2) Design of cooling process of plastic parts ABS 3) development of the temperature
 controller of water 4) the research process of cooling with air controlling water temperature
 can control the temperature of the water level to 28-30 C °. To reduce the process change
 parts from 2 tanks, 1 tank left.

Keywords: Water Temperature Control

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการทำนายอาการเสียของแอร์

The development program for predicting a waste of air

พีรเวทย์ เศรษฐภูษิตทรวี, รพีชา กรุดยิม, มโนสิทธิ์ เทรารักษา และสุริยา พันธุ์โกศล*

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15 แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

*ผู้ติดต่อ runkung2525@gmail.com, 085-1652724

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศ(แอร์)มีการใช้งานในภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อใช้งานในระยะหนึ่งจะเกิดการชำรุดต้องทำการซ่อมบำรุง ในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับประเมินอาการชำรุดของเครื่องปรับอากาศขนาด 9,000-24,000BTU โดยทำการสำรวจข้อมูลในเขตพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล จากการสำรวจและทดลองใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ระบบทำความเย็นและระบบไฟฟ้าพบว่าระบบทำความเย็นความเสียหายที่เกิดขึ้นในลักษณะอาการไม่เย็นพบมากที่สุดคือน้ำยารั่วและในระบบไฟฟ้าคือเมนบอร์ดมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 50 และ 30 ตามลำดับ จากการทดลองใช้โปรแกรมสำเร็จรูปพบว่ามีความถูกต้องและค่าแม่นยำสูงถึงร้อยละ 85 ประโยชน์ของโปรแกรมที่พัฒนาสามารถลดเวลาและลดการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์อาการความเสียหายของเครื่องปรับอากาศ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์อาการ / การศึกษาการทำงาน / แอร์

Abstract

In the current world Air conditioning (AC) is actively use in the household sector, and has been increased steadily. After it has been operating for sometime the machine needs to get maintenance check with or without damages happened.

In this research, researcher is focusing on the development of computer software for assessing symptoms of a malfunctioning air conditioner. 9,000-24,000BTU by surveying in the area of Bangkok. According to a developing trial program, which is divided into two parts. Cooling and power systems, the cooling system damage that occurs in a mild cold most common fluid leak and the electrical system is the motherboard up with an average of 50 percent and 30 respectively of the trial. Program found that the accuracy and the precision lead to a 85 percent advantage of a program that can reduce development time and reduce the reliance on experts to analyze the symptoms of damaged air conditioning.

**การสร้างเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊สในอุตสาหกรรมอุต่อเรือขนาดใหญ่
กรณีศึกษาบริษัทเอเชียมาเรีนเซอร์วิส จำกัด (มหาชน)
Pipe Cutting and endeavor to build a gas pipeline pieces in a large
shipyard of Asian Marine Services Co., Ltd. (Thailand).**

ระวี ไร่โคชิต*, นฤมล วิมังค์ศิริ และ ทิพวรรณ เฟ็งชะตา
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซ.อสิรภาพ 15 ถ.อสิรภาพ แขวงทริฎฐูจี เขตธนบุรี
กรุงเทพฯ 10600
rawee_ra@asimar.com , 0992875201

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊ส มีวัตถุประสงค์เพื่อกรณีศึกษา การสร้างเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊สในอุตสาหกรรมอุต่อเรือขนาดใหญ่ บริษัท เอเชียมาเรีน จำกัด (มหาชน) โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วย แก๊สโดยที่เครื่องจะตัดได้หลายขนาด

การดำเนินการทดลองด้วยการนำเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊ส นำไปทดลองใช้และประเมิน ประสิทธิภาพของเครื่อง ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นพนักงานของบริษัทเอเชียมาเรีน จำกัด (มหาชน) เป็นจำนวน 5 คน และวิศวกรจำนวน 5 ท่าน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เวลาตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊ส รูปแบบเดิมคือใช้คนตัด และเปรียบเทียบกับเวลารูปแบบใหม่ ด้วย เครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊สและเก็บข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของวิศวกรจำนวน 5 ท่าน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า เครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊สที่สร้างขึ้นสามารถตัด ท่อที่มีขนาดเวลาที่ใช้ในการตัดขึ้นงานท่อด้วยเครื่องตัดท่อและบากหน้าขึ้นงานท่อด้วยแก๊สเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ถึง 24 นิ้ว ให้ท่อหมุนอยู่กับที่ สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของท่อ และหัวตัดแก๊ส สามารถปรับมุมเอียง ตามองศาที่ต้องการได้ อีกทั้งสามารถลดเวลาการทำงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 9 นาที ต่อครั้ง และข้อมูลที่ได้จาก การตอบแบบสอบถาม ของวิศวกรจำนวน 5 ท่าน มีความสอดคล้องกันว่า เครื่องมือที่คณะผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในครั้ง นี้มีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ในด้านคุณสมบัติของเครื่องมือ ด้านความเหมาะสมในการออกแบบและด้าน การเลือกใช้วัสดุ

คำหลัก: การตัดท่อและบากหน้าขึ้นงาน, เครื่องตัดท่อด้วยแก๊ส, อุตสาหกรรมอุต่อเรือขนาดใหญ่

Abstract

Most research pipe cutting and endeavor to build a gas pipeline work. Aims to reduce the process to find a way to cut the pipe. In the process of Asian Marine Co., Ltd. (Thailand) by the researchers have created Cutter and endeavor specimen tube with gas by the machine will cut the diameter of 4 inches to 24 inches in diameter rotating with Can control the speed of rotation of the tube. And cutting torch Adjustable tilt angle, based on the need.

Trial operation he researcher purposively selected sample. As an employee of Asian Marine Limited (RCL) to 5 persons and engineers have 5 children by collecting two types of data obtained from the study time endeavor, duct and pipe work with gas. Model was used to cut. And compare it to the new format. With a pipe cutter and work piece endeavor pipe with gas and store data from a survey of engineers 5.

The results of this study appear. Time to cut the pipe with a pipe cutter and work piece endeavor with gas pipes. Spend less time cutting the pipe by hand. Spent an average of 9 minutes per visit, compared with the traditional cut an average of 13 minutes and a new take approximately 4 minutes.

And data obtained from the questionnaire. 5, the number of engineers that are consistent. The research tools were created in this location is consistent, in terms of the tools created. The suitability of design and material selection.

Keywords: To cut the pipes and even a piece, Tube with the gas, Garage to the big one.



ขอขอบคุณทุกท่าน

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อโลจิสติกส์



ITTECON 2015

วันที่ ๑๐ พฤษภาคม ๒๕๕๘

ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี