

การปรับปรุงขั้นตอนการสร้างร้าน 7- Eleven กรณีศึกษาขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตก่อสร้าง Improving the process of creating 7- Eleven Case study submission process Construction permit

นางสาวสุมาลี ดอกไม้ขาว^{1*}

อาจารย์จุฑาทิพย์ ลีลาธนาพิพัฒน์^{2*}

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

²อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

*E-mail: sumalee7975@gmail.com

**Email: jutathip-lee@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้เพื่อลดระยะเวลาการทำงานขั้นตอนของการยื่นขออนุญาตก่อสร้าง และประหยัดค่าใช้จ่ายให้ทางบริษัทอันเกิดจากการจ้างงานที่เกินเวลามาตรฐานการสร้างร้านรวมถึงลดการสูญเสียโอกาสทางการขาย

การศึกษาขั้นตอนการสร้างร้าน 7-Eleven ในขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตพบว่า ขั้นตอนนี้มีการติดปัญหาทำให้การเปิดร้าน 7-Eleven ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งใช้เวลามากที่สุดจากทุกขั้นตอนในการก่อสร้างร้าน 7-Eleven ทำให้เสียโอกาสทางการขายและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการก่อสร้างร้าน และหากไม่ผ่านขั้นตอนของการยื่นขออนุญาตก่อสร้างก็ไม่สามารถทำขั้นตอนอื่นต่อไปได้ ในการทำงานของขั้นตอนนี้ปัญหาหลักๆที่พบคือ ไม่ได้รับโฉนดและแผนที่ ณ วันที่พนักงานออกไปสำรวจวัดพื้นที่ และ ระยะร่นของอาคารเดิมผิด พ.ร.บ. จากนั้นได้ทำการวิจัยถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานี้ก็พบว่าเกิดจากพนักงานที่ออกไปสำรวจวัดพื้นที่ขาดความรู้ด้าน พ.ร.บ. เกี่ยวกับการยื่นขออนุญาตก่อสร้าง จึงได้ทำการอบรมพนักงานในแต่ละพื้นที่ให้มีความรู้และได้จัดทำทดสอบ ก่อนและหลังให้ความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้

ภาคใต้	ก่อนให้ความรู้ได้ 44%	หลังให้ความรู้ได้ 66%
ภาคเหนือ	ก่อนให้ความรู้ได้ 53%	หลังให้ความรู้ได้ 85.5%
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ก่อนให้ความรู้ได้ 48%	หลังให้ความรู้ได้ 79%
ภาคตะวันออก	ก่อนให้ความรู้ได้ 44%	หลังให้ความรู้ได้ 75%
ภาคกลาง	ก่อนให้ความรู้ได้ 48%	หลังให้ความรู้ได้ 70%

(ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล)

หลังจากได้จัดอบรมพนักงานทำให้พนักงานมีความรู้มากขึ้นและทำให้ระยะเวลาของการยื่นขออนุญาตลดลงจนเป็นไปตามมาตรฐาน และทางผู้วิจัยได้จัดทำรูปแบบตัวอย่างข้อมูลต่างที่ถูกต้องตาม พ.ร.บ. และต้องให้ในการยื่นขออนุญาตให้แก่พนักงานเพื่อนำไปเป็นแบบอย่างในการออกไปสำรวจวัดพื้นที่

คำสำคัญ: เวลามาตรฐาน, การยื่นขออนุญาตก่อสร้าง, การสูญเสียโอกาสทางการขาย, สำรวจวัดพื้นที่

ABSTRACT

The objective this project for to shorten the working process of the construction permit and reduceing cost to the company arising from employment that exceed the standard build shops and reduce the loss of sales opportunities.

The process of creating a 7-Eleven store in the process of filing the application. The next step is to make the turn at 7-Eleven does not meet the standard. Which takes the most out of every step in the construction of 7-Eleven. Lost sales opportunities and increase the cost of construction shop. And if not through the process of applying for a building permit cannot do another step forward. In the work of this stage the main problems encountered. Not the deed and map on staff to explore and measure the area of the existing building setback against the Act. The research was conducted to determine the cause of this problem was found that caused the flap out to survey the area, lack of knowledge of the Act relating to the construction permit. The flap in each area to be trained, knowledgeable and did a test. Before and after the knowledge which is the result.

Southern prior knowledge of 44% on the knowledge gained 66%.

Northern prior knowledge of 53% on the knowledge gained 85.5%.

Northeast prior knowledge of 48% on the knowledge gained 79%.

Central (excluding Bangkok Metropolitan) prior knowledge of 48% on the knowledge gained 70%.

After training staff, the staff is very knowledgeable and made the timing of the filing reduced to the standard. And researchers have made a prototype information is required by the Act and must be provided in a filing to the employees to be exemplary in the survey area.

Keywords: Standard time , Construction permit, Loss of opportunities, Survey the area.

1. บทนำ

บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) หนึ่งในธุรกิจของเครือเจริญโภคภัณฑ์ เป็นบริษัทผู้นำในการดำเนินธุรกิจค้าปลีกประเภทร้านสะดวกซื้อ 7-Eleven โดยได้รับสิทธิแต่เพียงผู้เดียวจาก 7-Eleven, Inc. ให้ประกอบธุรกิจภายใต้เครื่องหมายการค้า “7-Eleven” ในประเทศไทยภายใต้สัญญา Area License Agreement ซึ่งร้าน 7-Eleven ภายใต้การบริหารงานของบริษัท ซีพี ออลล์ มุ่งเน้นตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าด้วยสินค้าและบริการที่มีคุณภาพเข้ามาจำหน่ายทั้งสินค้าอุปโภคและบริโภค ซึ่งมีสินค้าวางจำหน่ายหลากหลายรายการและมีสินค้าใหม่ทุกเดือน ด้วยการบริการที่ดีและสินค้าที่มีคุณภาพทำให้ผู้ที่เข้ามาใช้บริการร้าน 7-Eleven มีเพิ่มขึ้นและเป็นที่นิยมจึงทำให้มีการสร้างร้าน 7-Eleven เพิ่มขึ้นอย่างมากมายทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ทำให้ทางบริษัทมีการขยายร้านอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบัน ณ สิ้นปี 2556 บริษัทมีร้าน 7-Eleven ทั่วประเทศไทยรวม 7429 สาขา และได้มีการขยายสาขาอย่างต่อเนื่องรวม 607 สาขา ทั้งในรูปแบบของร้านทำเลปกติและในสถานบริการปั้มน้ำมันของบริษัท ปตท.จำกัด

(มหาชน) เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด บริษัทได้มีแผนขยายสาขาเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 600 สาขา เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย 10,000 สาขา ภายในปี 2561 ทำให้รู้ถึงปัญหาของการสร้างร้าน 7-Eleven ที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายและระยะเวลาที่ต้องการตามที่ได้กำหนดไว้ ทำให้ต้องมีการเข้ามาแก้ไขในขั้นตอนการทำงาน ซึ่งขั้นตอนที่ควรแก้ไขคือขั้นตอนยื่นขอใบอนุญาตเพราะเป็นขั้นตอนที่ล่าช้าและสำคัญที่สุดในการสร้างร้าน เพื่อจะได้ลดระยะเวลา ลดต้นทุน และเพื่อให้การเปิดร้าน 7-Eleven เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอนทั้งหมดในการสร้างร้าน 7-Eleven 1 ร้าน พบว่าจากข้อมูล แผนเปิดร้านที่ผ่านมา มีการเลื่อนแผนเปิดร้านด้วยสาเหตุการยื่นขอใบอนุญาตที่ล่าช้าทำให้การเปิดร้าน 7-Eleven ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัท มีการติดปัญหาต่างๆในการยื่นแบบขออนุญาตก่อสร้างร้านกับทางหน่วยราชการ และในขั้นตอนการยื่นขออนุญาตก่อสร้างก็เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่เพราะถ้าไม่ผ่านขั้นตอนนี้ก็จะไม่สามารถทำขั้นตอนอื่นและไม่สามารถเปิดร้าน 7-Eleven ต่อไปได้ ทำให้จำเป็นต้องปรับปรุงขั้นตอนการยื่นขออนุญาตเพื่อให้ระยะเวลาในการทำร้าน 7-Eleven ลดลงให้เป็นไปตามมาตรฐานและยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำปัญหานี้มาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงขั้นตอนนี้ให้ได้ระยะเวลาที่สั้นลงประหยัดค่าใช้จ่าย และยังทำให้เปิด 7-Eleven เป็นไปตามมาตรฐานตามที่บริษัทกำหนดอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1 เพื่อลดระยะเวลาการทำงานขั้นตอนของการยื่นขออนุญาตก่อสร้าง
- 2 เพื่อให้ได้รับใบอนุญาตภายในกำหนดของทางราชการเพื่อให้การเปิดร้าน 7-Eleven เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัท

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาขั้นตอนในการสร้างร้าน 7-11

ในการสร้างร้าน 7-11 แต่ละสาขาจะไม่เหมือนกันเพราะมีทั้งร้านที่ตั้งอยู่ ณ ที่ดินเปล่า หรือพื้นที่โล่งจะเรียกว่าร้าน Stand Alone (SA) และร้านที่สร้างสวมทับอาคารพาณิชย์ที่สร้างไว้แล้ว จะมีตั้งแต่ อาคาร 1 ชั้นจะเรียกว่า R1 ไปจนถึงอาคาร 4 ชั้น หรือ R4 นั่นเอง

3.2 รวบรวมเก็บข้อมูลของการสร้าง 7-11 ในแต่ละร้าน

ในแต่ละวันทาง บริษัท ซีพี ออลล์ จะมีพนักงานออกไปเคลียร์ไซต์ตามพื้นที่ๆต่างๆที่ Location ของในแต่ละภาคส่งแผนงานมาให้โดยการไปเคลียร์ไซต์แต่ละครั้งคนเคลียร์ไซต์จะต้องนำเอกสารไปด้วยเพื่อกรอกข้อมูลของแต่ละร้านมาจัดทำแบบและจะต้องนำแผนที่หรือโฉดต่างๆมาให้ครบเพื่อที่จะได้นำมาจัดทำแบบยื่นขออนุญาตก่อสร้างร้านส่งไปให้ทางราชการตรวจสอบความถูกต้องในการก่อสร้างว่าเป็นไปตามข้อกำหนดและ พ.ร.บ. หรือไม่

3.3 การศึกษาสภาพปัญหา

จากปัญหาที่กล่าวในบทนำ บริษัทต้องให้การสร้างร้าน 7-Eleven ให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาสภาพปัญหาการยื่นแบบขออนุญาตก่อสร้างแยกเป็นรายภาค ดังตารางที่ 1 จากข้อมูลพบว่าภาค RE (ภาคตะวันออก) มีจำนวนสาขาที่ติดปัญหามากที่สุดและผู้วิจัยจึงได้นำกรณีศึกษาสาขา ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์ ภาค RE เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์เส้นทางวิกฤตดังตารางที่ 2

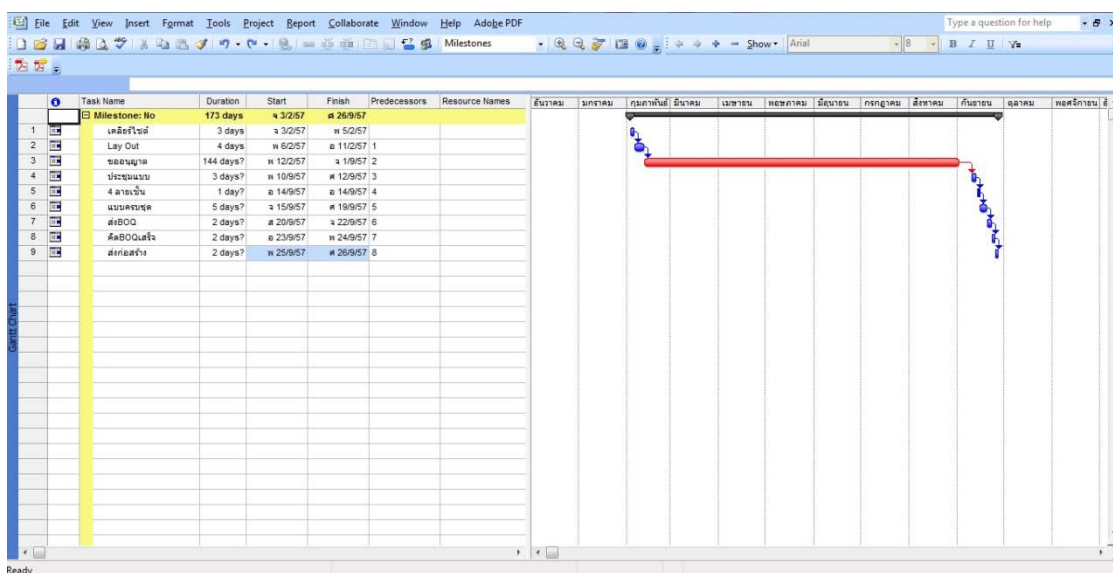
ตารางที่ 1: ข้อมูลร้าน 7-Eleven ที่ติดปัญหาโดยแยกเป็นรายภาค

ภาค	จำนวนสาขาทั้งหมด	จำนวนสาขาที่ติดปัญหา
RC	50	36
RE	219	51
RN	114	31
RS	215	37
รวม	598	155

ตารางที่ 2: ตัวอย่างร้าน 7-Eleven ที่ติดปัญหา สาขาตลาดกิจเจริญสหพัฒน์ ภาค RE ประเภทอาคาร R4

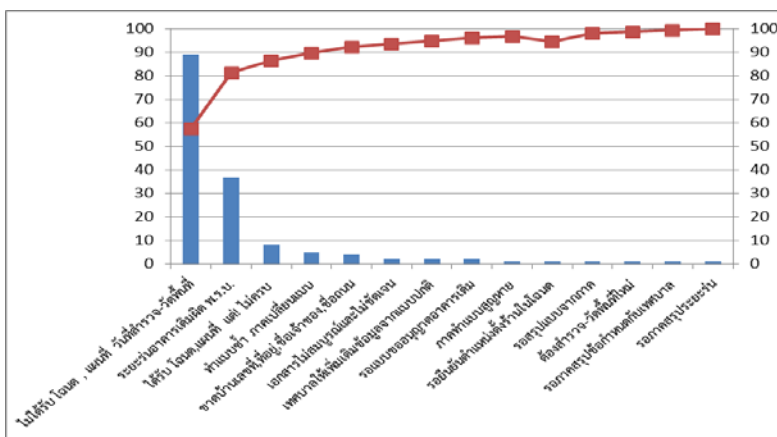
ปล.ร้าน	Group1	ภาค	รหัส	ชื่อสาขา	Process	วันที่	เปิด	ประเภทอาคาร	ก่อสร้าง	ระยะเวลา	หัวข้อปัญหา
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	เคลียร์ไซต์	5/2/2014	มี.ย 57	R4	35	1	เทศบาลให้เพิ่มเติมข้อมูลจากแบบปกติ
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	Layout	11/2/2014				7	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	ขออนุญาต	1/9/2014				122	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	ประชุม	12/9/2014				5	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	4ลายเซ็น	14/9/2014				2	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	แบบครบชุด	19/9/2014				13	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	ส่งBOQ	22/9/2014				6	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	ติดBOQเสร็จ	24/9/2014				6	
New	FN	RE	-	ตลาดกิจเจริญ สหพัฒน์	ส่งก่อสร้าง	26/9/2014		R4	35	8	

จากตารางที่ 2 แสดงถึงตัวอย่างการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการสร้างร้าน 7-Eleven ตั้งแต่เคลียร์ไซต์ จนถึงส่งก่อสร้าง ดังนั้นผู้วิจัยได้นำระยะเวลาและขั้นตอนการสร้างร้านทั้งหมดลงในโปรแกรม Microsoft Project เพื่อวิเคราะห์เส้นทางวิกฤตซึ่งเกิดจากงานย่นแบบขออนุญาตก่อสร้าง ดังรูปที่ 1

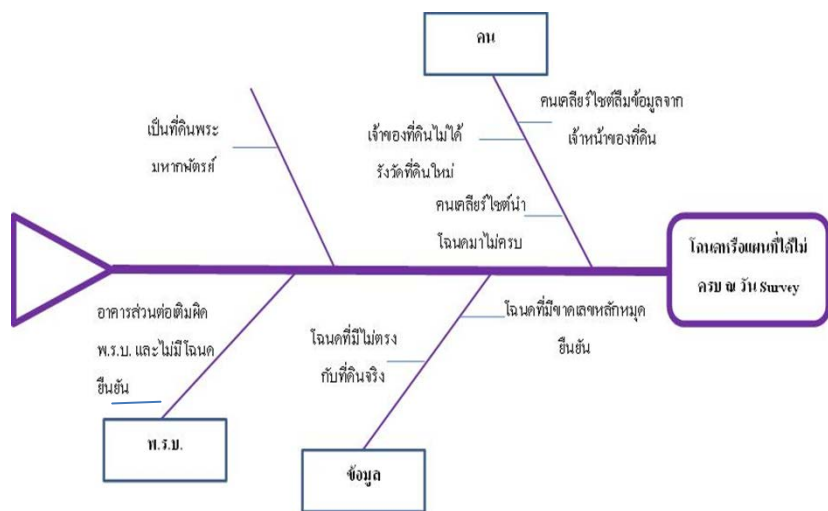


รูปที่ 1: การวิเคราะห์เส้นทางวิกฤตของสาขา ตลาดกิจเจริญสหพัฒน์ ภาค RE ประเภทอาคาร R4

จากรูปที่ 1 ขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตเป็นปัญหาหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนภาพพาเรโต พบว่าสาเหตุหลักที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ไม่ได้โอนดและแผนที่ ณ วันที่สำรวจวัดพื้นที่ และระยะร่นอาคารเดิมผิด พ.ร.บ. ดังแสดงในรูปที่ 2 และวิเคราะห์แผนผังก้างปลาในหัวข้อ ได้โอนดและแผนที่ไม่ครบ ณ วันที่สำรวจวัดพื้นที่ และระยะร่นของอาคารเดิมไม่ตรงตาม พ.ร.บ. จะทำให้เห็นว่าปัจจัยด้านคนมีผลมาจากพนักงานเคลียร์ไซต์ขาดความรู้เกี่ยวกับพ.ร.บ. โดยสาเหตุเกิดจากพนักงานไม่ได้นำโอนดมาจากเจ้าของที่ดินบ้างหรือเจ้าของที่ดินไม่ได้รังวัดที่ดินใหม่ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2: แผนภาพพาเรโตเพื่อวิเคราะห์สาเหตุหลักของปัญหา



รูปที่ 3: แผนผังก้างปลาแสดงถึงการสาเหตุของปัญหา

3.4 นำแนวทางการปรับปรุงที่ได้ไปจัดอบรมแก่พนักงานในภาคต่างๆ

เมื่อได้วิธีการแก้ไขปัญหาก็ทำการจัดอบรมเพื่อให้ความรู้แก่พนักงานในแต่ละภาคโดยเลือกภาคที่ติดปัญหาบ่อยที่สุดและติดปัญหามากที่สุด โดยมีหัวข้อการบรรยายดังนี้

- การจัดทำแบบขออนุญาตก่อสร้างที่ถูกต้องและสอดคล้องกับ พ.ร.บ.
- การอ่านแบบขออนุญาตและการใช้ พ.ร.บ. เบื้องต้นเพื่อเจรจาต่อรองกับหน่วยงานราชการให้คล่องตัวมากขึ้น
- ยกตัวอย่างแบบขออนุญาตที่ติดปัญหาจากมณฑลต่างๆ พร้อมอธิบายแนวทางแก้ไขปัญหา
- ศึกษาข้อจำกัดพิเศษของแต่ละพื้นที่ในมณฑล RN (ภาคเหนือ) เพื่อปรับปรุงคุณภาพแบบขออนุญาต
- การเตรียมความพร้อมเอกสารของ Location, จนท. ประสานงานราชการ เพื่อให้แบบขออนุญาตให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น
- แนะนำทีมงานฝ่ายจัดทำแบบ เพื่อช่วยเจรจาเรื่องแบบฯ กรณีเทศบาลติดปัญหา เพื่อให้ใบอนุญาตออกตามแผนและลดค่าใช้จ่าย

3.5 จัดทำรูปเล่มมาตรฐานของการยื่นแบบขออนุญาตเพื่อให้พนักงานนำไปใช้หน้างาน

เมื่อทำการจัดอบรมทั่วทุกภาคแล้วจะมีการจัดทำรูปเล่มที่เป็นแบบมาตรฐานในการเก็บข้อมูลเพื่อยื่นขออนุญาตก่อสร้างให้แก่พนักงานทุกคนที่จะไปเคลียร์ไซต์ว่าควรมีเอกสารใดบ้างเผื่อที่จะได้ลดปัญหาในการยื่นขออนุญาต

3.6 การเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูล

ในแต่ละวันได้มีการเก็บข้อมูลการเคลียร์ไซต์จากพนักงานลงใน Excel เพื่อเก็บสถิติข้อมูลมาวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาและจากการที่ได้ติดต่อประสานงานกับทางภาคต่างๆ เพื่อทำการขอข้อมูลที่ต้องใช้ในการยื่นขออนุญาตแต่ละพื้นที่เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างในการจัดทำรูปเล่มมาตรฐานการยื่นขออนุญาต

3.8 วัดผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน

ขั้นตอนการวัดผลและเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน มีดังนี้

3.8.1 เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดโดยการบันทึกข้อมูลของการติดปัญหาในแต่ละประเด็นในการยื่นแบบขออนุญาต

3.8.2 นำข้อมูลการติดปัญหาทั้งหมดมารวบรวมและแสดงผลในกราฟและตารางแสดงให้เห็นแนวโน้มของปัญหาที่เกิดขึ้น

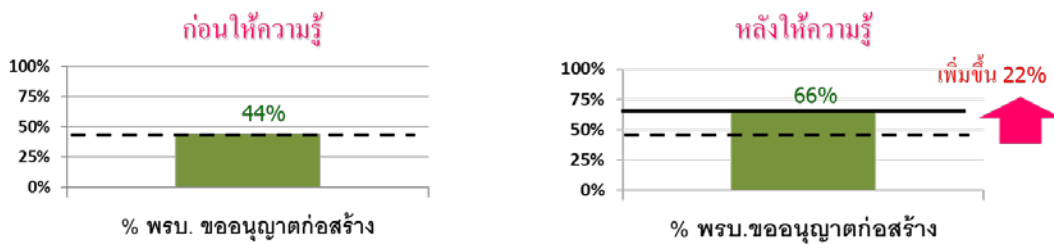
3.8.3 รวบรวมข้อมูลของขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล

3.8.4 ทำการจัดอบรมและให้มีการสอบวัดผลเพื่อเก็บข้อมูลมาเปรียบเทียบในก่อนและหลังให้ความรู้

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

เมื่อได้สาเหตุต่างๆมาก็ได้ทำการแก้ไขโดยการจัดอบรมให้แก่พนักงานเพื่อให้พนักงานได้มีความรู้เกี่ยวกับ พ.ร.บ. และการเตรียมเอกสารที่ต้องใช้ในการยื่นแบบขออนุญาต จึงได้มีการให้พนักงานทำข้อสอบและแบบประเมินทั้งก่อนอบรมและหลังอบรมดังนี้

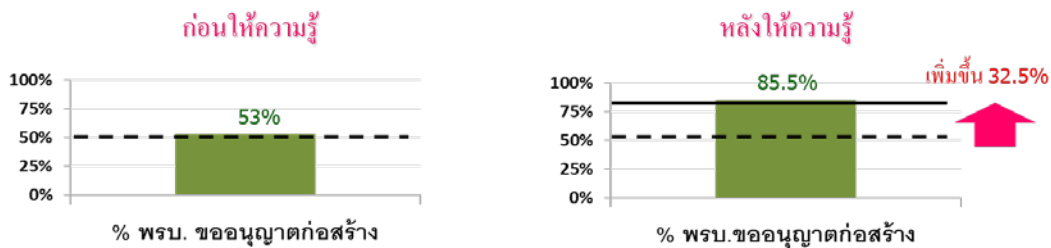
ภาคมณฑล RS (ภาคใต้)



รูปที่ 4: แสดงผลของการทำข้อสอบก่อนและหลังการอบรมของภาคใต้

จากรูปที่ 4 ได้ทำการทดสอบพนักงานของภาคใต้เพื่อวัดความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้ก่อนอบรมได้ 44% หลังอบรมได้ 66% ได้ความรู้เพิ่มขึ้น 22%

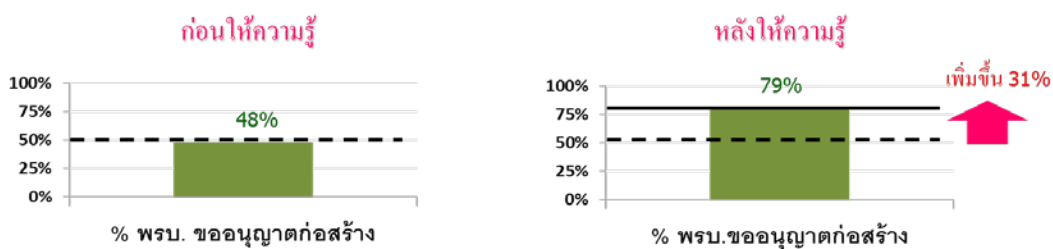
ภาคมณฑล RN (ภาคเหนือ)



รูปที่ 5: แสดงผลของการทำข้อสอบก่อนและหลังการอบรมของภาคเหนือ

จากรูปที่ 5 ได้ทำการทดสอบพนักงานของภาคเหนือเพื่อวัดความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้ก่อนอบรมได้ 53% หลังอบรมได้ 85.5% ได้ความรู้เพิ่มขึ้น 32.5%

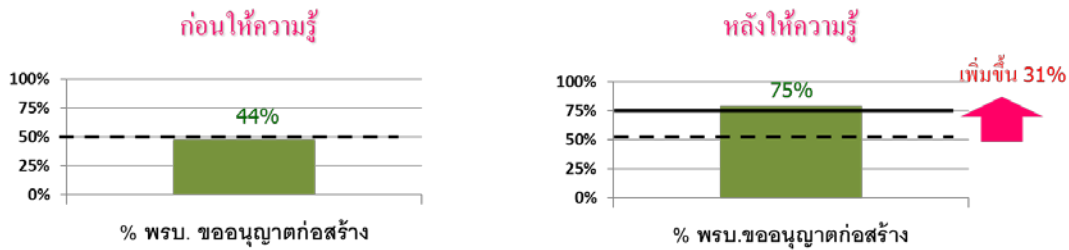
ภาคมณฑล RN (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)



รูปที่ 6: แสดงผลของการทำข้อสอบก่อนและหลังการอบรมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากรูปที่ 6 ได้ทำการทดสอบพนักงานของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวัดความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้ก่อนอบรมได้ 48% หลังอบรมได้ 79% ได้ความรู้เพิ่มขึ้น 31%

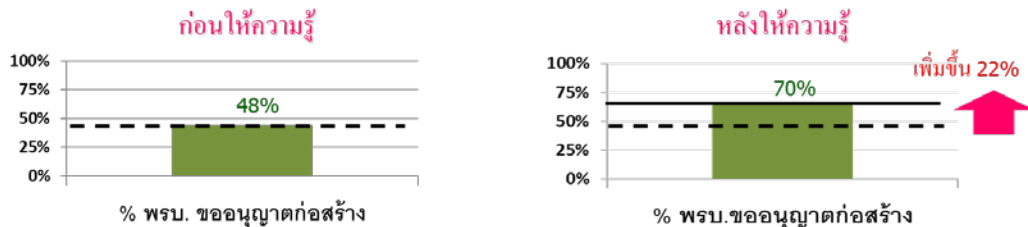
ภาคมณฑล RE (ภาคตะวันออก)



รูปที่ 7: แสดงผลของการทำข้อสอบก่อนและหลังการอบรมของภาคตะวันออก

จากรูปที่ 7 ได้ทำการทดสอบพนักงานของภาคภาคตะวันออกเพื่อวัดความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้ ก่อนอบรมได้ 44% หลังอบรมได้ 75% ได้ความรู้เพิ่มขึ้น 31%

ภาคมณฑล RC (ภาคกลางแต่ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล)



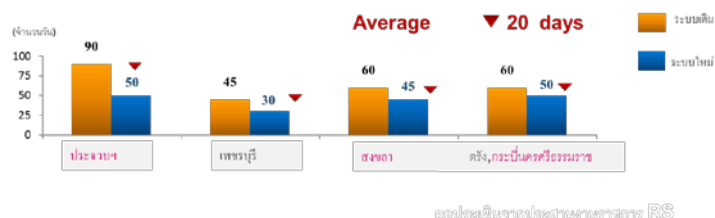
รูปที่ 8: แสดงผลของการทำข้อสอบก่อนและหลังการอบรมของภาคกลางแต่ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

จากรูปที่ 8 ได้ทำการทดสอบพนักงานของภาคกลางแต่ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเพื่อวัดความรู้ซึ่งได้ผลดังนี้ ก่อนอบรมได้ 48% หลังอบรมได้ 70% ได้ความรู้เพิ่มขึ้น 22%

5. สรุป

หลังจากได้จัดการอบรมและทดสอบความรู้ของพนักงาน พบว่าพนักงานมีความรู้มากขึ้นและทำให้ระยะเวลาของการยื่นขออนุญาตลดลงจนเป็นไปตามมาตรฐาน และทางผู้วิจัยจึงสรุปผลตามภาคได้ดังนี้

ภาคมณฑล RS (ภาคใต้)

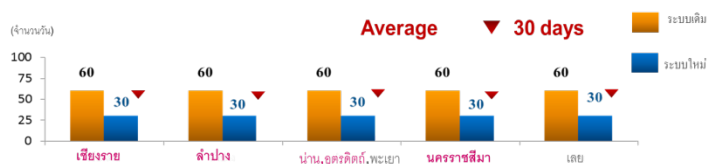


สรุปผลสืบจากหน่วยงานราชการ RS

รูปที่ 9: แสดงให้ระยะเวลาหลังปรับปรุงกระบวนการของภาคมณฑล RS (ภาคใต้)

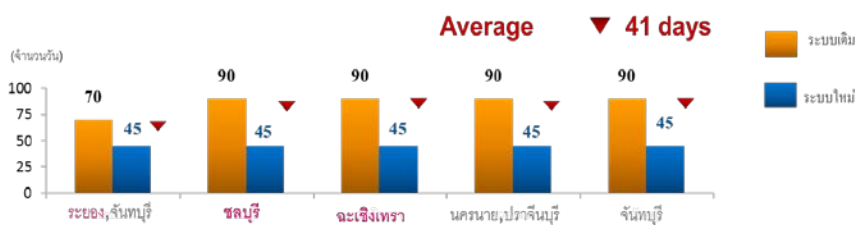
จากรูปที่ 9 หลังจากที่ได้จัดอบรมและทดสอบผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการทำงานของขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตของแต่ละจังหวัดของภาคใต้ ได้ผลดังนี้ก่อนอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 64 วัน และหลังอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 44 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลง 20 วัน

ภาคมณฑล RN (ภาคเหนือ)



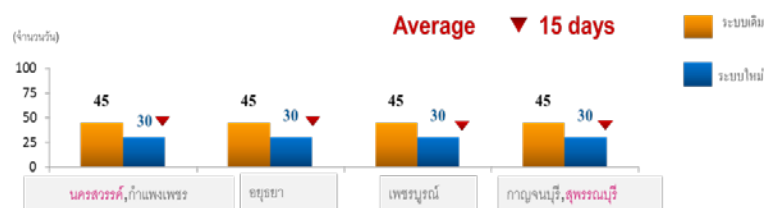
รูปที่ 10: แสดงให้ระยะเวลาหลังปรับปรุงกระบวนการของภาคมณฑล RN (ภาคเหนือ)

จากรูปที่ 10 หลังจากที่ได้จัดอบรมและทดสอบผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการทำงานของขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตของแต่ละจังหวัดของภาคเหนือ ได้ผลดังนี้ก่อนอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 60 วัน และหลังอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 30 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลง 30 วัน



รูปที่ 11: แสดงให้ระยะเวลาหลังปรับปรุงกระบวนการของภาคมณฑล RE (ภาคตะวันออก)

จากรูปที่ 11 หลังจากที่ได้จัดอบรมและทดสอบผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการทำงานของขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตของแต่ละจังหวัดของภาคเหนือ ได้ผลดังนี้ก่อนอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 86 วัน และหลังอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 45 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลง 41 วัน



รูปที่ 12: แสดงให้ระยะเวลาหลังปรับปรุงกระบวนการของภาคมณฑล RC (ภาคกลางแต่ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล)

จากรูปที่ 12 หลังจากที่ได้จัดอบรมและทดสอบผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการทำงานของขั้นตอนการยื่นแบบขออนุญาตของแต่ละจังหวัดของภาคมณฑล (ภาคกลางแต่ไม่รวมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล) ได้ผลดังนี้ก่อนอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 45 วัน และหลังอบรมมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 30 วัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลง 15 วัน

เอกสารอ้างอิง

วิทยานิพนธ์

นายภาสกร แยมสังข์ นางสาวหทัย ภัทรชัยธีระสุเวท, 2556, *การจัดเส้นทางรถโดยสารเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง*, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาวิธีการทำงานของโปรแกรม Microsoft Project, สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2557 ,URL Address http://www.bkkthon.ac.th/userfiles/file/Faculty_of_Science/MSProject.pdf
แผนภูมิพาเรโต, สืบค้นเมื่อ 22 กันยายน 2557 ,URL Address <http://www.kwamru.com/27>

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้ โดยใช้การจำลองสถานการณ์ THE INCREASE EFFICIENCY IN THE PRODUCTION OF SANDWICH POCKET PROCESS BY USING SIMULATION

ธีรเชษฐ์ มุสิกถาวร¹, ชลิตา ขาญวิจิตร²

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
E-mail: Chedman25@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้ โดยใช้โปรแกรม Arena จำลองสถานการณ์อัตราการผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อเป็นทางเลือก เนื่องจากการปรับปรุงระบบการผลิตจริงนั้นต้องการระยะเวลาในการปรับปรุงเพื่อให้ระบบสามารถใช้ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตที่จะต้องหยุดชะงักลง ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวทางการใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ เพื่อแสดงให้เห็นปัญหาและแนวทางการเปลี่ยนแปลงของระบบการผลิตจริง ที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการปรับปรุงทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจของบริษัทผู้ผลิตในการเลือกปรับปรุงกระบวนการผลิต จากนั้นทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ผลที่ได้หลังจากการจำลองสถานการณ์เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 5,539 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 6,274 ชิ้นต่อชั่วโมง คิดเป็น 13.26%

คำสำคัญ : การเพิ่มประสิทธิภาพ การจำลองสถานการณ์ กระบวนการผลิต

ABSTRACT

The objective of the study was to increase efficiency in the production of sandwich pocket by using Arena to simulate the production rate of production at present compared with a simulated program to increase production's efficiency as an alternative. Because of the improved production systems that required times for the system perfectly so it will affect to the product system to stop short working. Therefore the researchers have also suggested using modeling techniques of this situation to illustrate the problems and possible changing of the production system from the result of improvement. Moreover, it also can be used to guide the company's decision constructors to improve their production control systems. Then improved manufacturing process reduces waste going on by using simulation to increase effective the manufacturing process. The results of the simulations showed that the optimization process increased from 5,539 pieces per hour to 6,274 pieces per hour, equivalent to 13.26%

Keywords: Increase efficiency Simulation Manufacturing Process

บทนำ

อุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมลำดับแรกที่ได้รับการสนับสนุนมาตั้งแต่ประเทศไทยเริ่มประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 ในปี พ.ศ.2504 อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศและเพื่อการส่งออก เนื่องจากประเทศไทยมีพื้นฐานด้านการผลิตทางการเกษตรที่มั่นคงและมั่งคั่ง ทำให้มีผลผลิตที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปได้อย่างหลากหลายและต่อเนื่องซึ่งสภาพเศรษฐกิจปัจจุบันเต็มไปด้วยการแข่งขันที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตและอาศัยการจัดการที่ดี และเนื่องจากการปรับปรุงระบบการผลิตจริงนั้นต้องการระยะเวลาในการปรับปรุง เพื่อให้ระบบสามารถใช้ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อในบางส่วนหรืออาจจะทั้งหมดของระบบการผลิตหยุดชะงักลงผู้วิจัยจึงได้ใช้การจำลองทางคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์กระบวนการ เนื่องจากการสร้างแบบจำลองสามารถทำนายอนาคตของระบบได้โดยใช้เวลาน้อยกว่าในการประมวลผลผลลัพธ์ของแบบจำลอง โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยใช้โปรแกรมจำลอง เพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจบริษัทผู้ผลิตในการเลือกปรับปรุงกระบวนการผลิต

วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้ ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

กำหนดลักษณะปัญหาของกระบวนการผลิตที่พบ โดยการเก็บข้อมูลต่างๆที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต จากนั้นกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการปรับปรุงกระบวนการผลิต



รูปที่ 1: กระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

2. จำลองระบบการผลิตจริง

กำหนดแผนการเก็บข้อมูลที่จะเป็นสำหรับการสร้างตัวแบบจำลอง โดยนำข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วเข้าสู่ตัวแบบจำลอง โดยมีตัวแปรเวลา ตัวแปรจำนวนชิ้นงาน และลำดับขั้นตอนต่างๆในกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองว่าโปรแกรมให้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับระบบงานจริง

3. จำลองการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

โดยใช้โปรแกรม Arena การสร้างแบบจำลองตามแนวคิดที่ปรับปรุงไว้ พิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริงก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต วิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายผลตอบแทน และระยะเวลาคืนทุน

ผลการวิจัย

จากวิธีการดำเนินงานวิจัย สามารถแสดงผลการศึกษา และวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

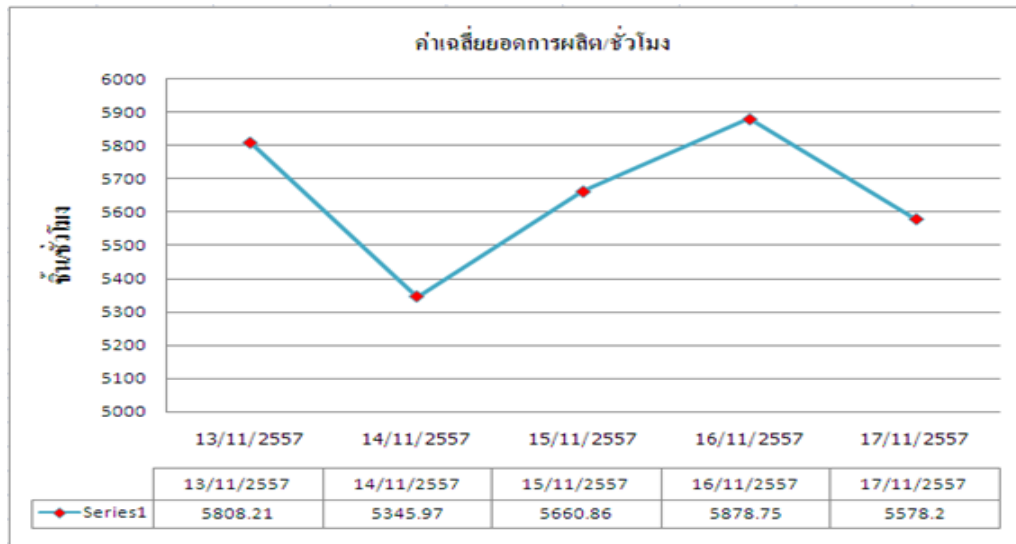
ก่อนทำการปรับปรุง ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลจากการเก็บบันทึกสถิติ อัตราการผลิตระหว่างเครื่องปั๊มกับเครื่องแพ็ค

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบอัตราการผลิตของเครื่องปั๊ม กับ เครื่องแพ็ค

Pocket Sandwich																	
No	Element Operation (M/C) No.	Observing Time (Sec)										Total time	Avg.	Pcs/min	Pcs/hr		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	เครื่องปั๊ม No.1	3.06	3.12	3.2	3.18	3.16	2.85	2.95	3.12	3.25	3.32	31.21	3.121	38.45	2306.95		
2	เครื่องปั๊ม No.2	3.75	4.12	4.28	3.48	3.88	4.02	4.32	4.05	4.2	3.95	40.05	4.005	29.96	1797.75		
3	เครื่องปั๊ม No.3	3.08	3.26	3.11	3.36	3.64	3.46	3.12	3.51	3.14	3.38	33.06	3.306	36.30	2177.86		
																104.71	6282.56
4	เครื่องแพ็ค	0.62	0.58	0.59	0.62	0.6	0.62	0.58	0.6	0.59	0.59	5.99	0.599	100.17	6010.02		

จากตารางการเก็บข้อมูลอัตราการผลิตระหว่างสายการผลิตเครื่องปั๊มทั้ง 3 สายการผลิต กับ เครื่องแพ็คพบว่าอัตราการผลิตเครื่องปั๊มกับเครื่องแพ็คโดยการผลิตของเครื่องปั๊มทั้ง 3 สถานี มีอัตราการผลิตมากกว่าเครื่องแพ็ค โดยอัตราการผลิตของเครื่องปั๊มสายการผลิตที่หนึ่งอยู่ที่ 38 ชิ้น/นาที, อัตราการผลิตของเครื่องปั๊มสายการผลิตที่สองอยู่ที่ 30 ชิ้น/นาที, อัตราการผลิตของเครื่องปั๊มสายการผลิตที่สามอยู่ที่ 36 ชิ้น/นาที เมื่อรวมอัตราการผลิตของเครื่องปั๊มทั้งสามเครื่องจะได้อัตราการผลิตอยู่ที่ 104 ชิ้น/นาที หรือ 6,282 ชิ้น/ชั่วโมง ในขณะที่อัตราการผลิตของเครื่องแพ็คอยู่ที่ 100 ชิ้น/นาที หรือ 6,000 ชิ้น/ชั่วโมง ทำให้เกิดปัญหาคอขวดระหว่างกระบวนการหน้าเครื่องแพ็ค

การเก็บบันทึกสถิติยอดการผลิตแซนวิชสอดไส้ก่อนการปรับปรุง โดยทำการสุ่มเก็บบันทึกข้อมูล 5 วันทำการผลิต โดยข้อมูลดังกล่าวคิดมาจากในหนึ่งวันทำงานเท่ากับ 8 ชั่วโมง คือ เริ่มทำงานเวลา 07.00-16.00 น.



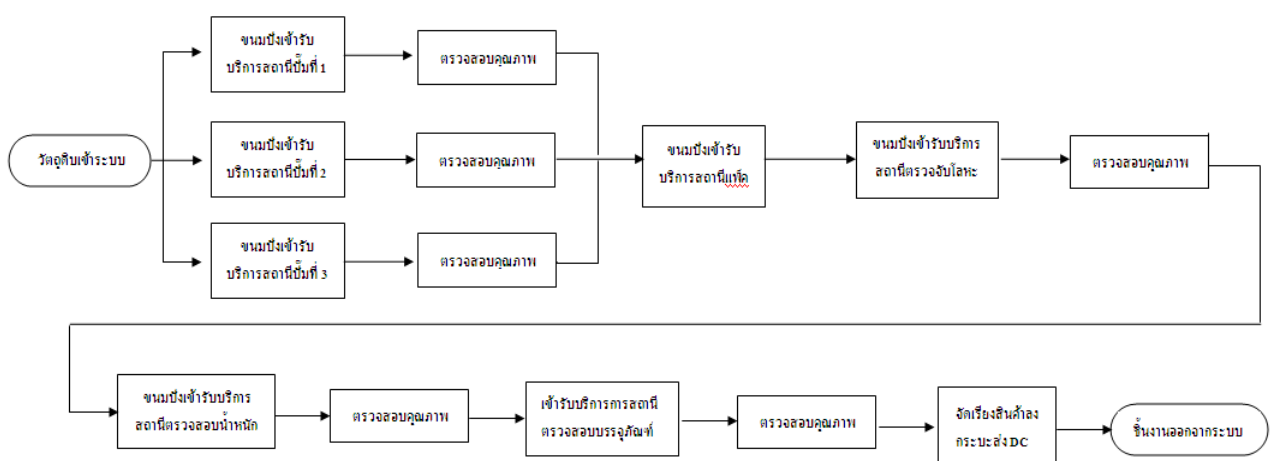
รูปที่ 2: ค่าเฉลี่ยยอดการผลิต/ชั่วโมง

จากกราฟจะพบว่าค่าเฉลี่ยยอดการผลิต/ชั่วโมง ของแซนวิชสอดไส้ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ค่าระหว่าง 5345.97 – 5878.75 ชิ้น/ชั่วโมง โดยทำการจำลองสถานการณ์ผลิตแซนวิชสอดไส้ในปัจจุบันให้อยู่ในค่าดังกล่าว

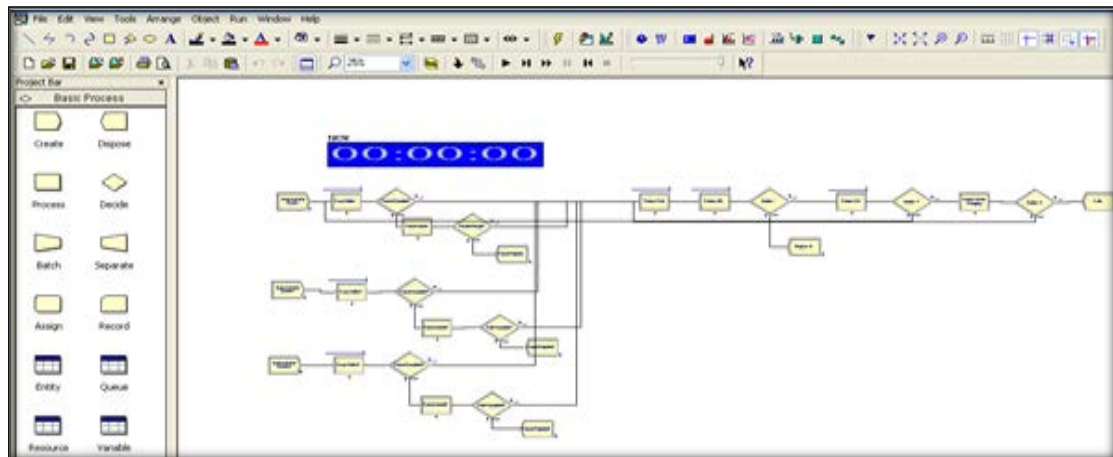
2. จำลองระบบการผลิตจริง

ข้อมูลที่เก็บได้จากกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าโดยใช้เครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena คือ Input Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบค่าการกระจายข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมว่ามีการกระจายแบบใดเพื่อนำมาใช้ในตัวแบบจำลองก่อนปรับปรุงที่ทำการสร้างไว้แล้ว

หลังจากได้ตัวแบบจำลองแล้วผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับค่าจริงพบว่าโปรแกรมแสดงค่าจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ในการผลิตจริง 5,539 ชิ้น/ชั่วโมง ซึ่งค่าที่เก็บข้อมูลจากระบบการผลิตจริงระหว่าง 5345.97 – 5878.75 ชิ้น/ชั่วโมง จึงถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



รูปที่ 3: แผนผังการไหลกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุง

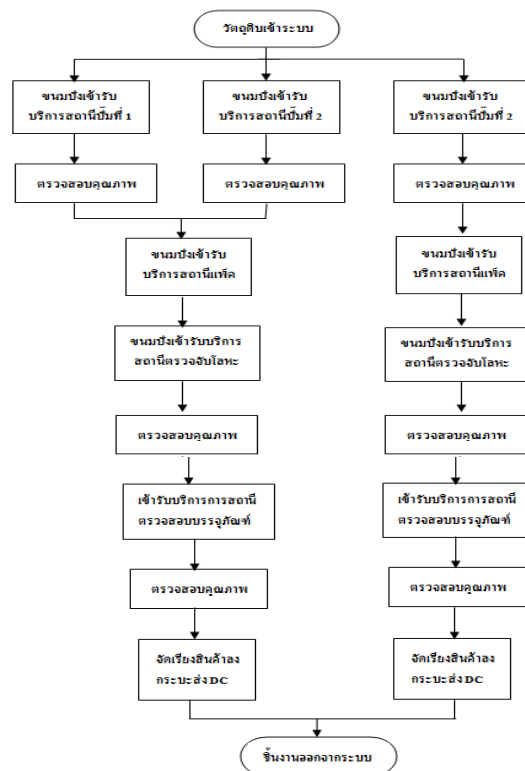


รูปที่ 4: ตัวแบบจำลองก่อนการปรับปรุง

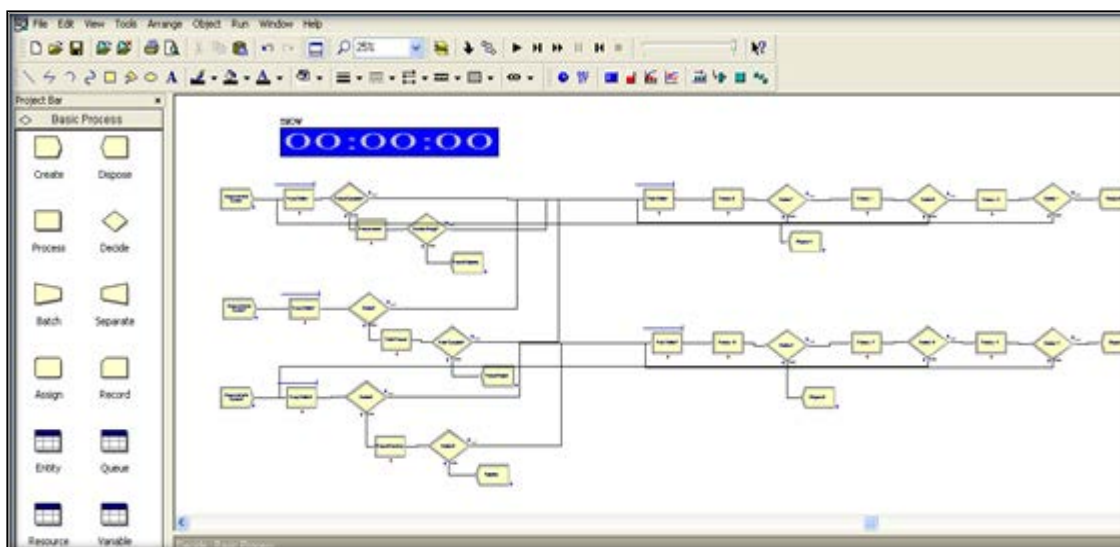
3. จำลองการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้

สำหรับแนวทางในการปรับปรุงนั้น ทำโดยการเพิ่มเครื่องแพ็คเข้ามาในระบบอีก 1 เครื่อง เพื่อกำจัดการรอคอยหน้าเครื่องแพ็คทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

เมื่อได้แนวทางในการปรับปรุงแล้วจึงจัดทำแผนผังการไหลหลังการปรับปรุง และสร้างตัวแบบจำลองหลังการปรับปรุง โดยตัวแบบจำลองหลังการปรับปรุงแสดงค่าจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ในการผลิตเท่ากับ 6,274 ชิ้น/ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริงก่อนการปรับปรุง 735 ชิ้น คิดเป็น 13.26%



รูปที่ 5: แผนผังการไหลกระบวนการผลิตหลังปรับปรุง



รูปที่ 6: แสดงการจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแซนวิชสอดไส้ โดยใช้โปรแกรม Arena การจำลองสถานการณ์อัตราการผลิตที่ผลิตได้ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ผลที่ได้หลังจากการจำลองสถานการณ์เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 5,539 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 6,274 ชิ้นต่อชั่วโมง คิดเป็น 13.26% โดยประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องแพ็คเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 74% เป็น 82% ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจจับโลหะเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 74% เป็น 85% และประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจจับน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 74% เป็น 83% ระยะเวลาคิวนั้น คือ 42 วัน ซึ่งผลที่ได้นี้สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการตัดสินใจการเลือกปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป

ข้อเสนอแนะ

สามารถนำโปรแกรม Arena ไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆได้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. “หลักการควบคุมคุณภาพ”. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- กุลรัตน์ สุราสติดิษฐ์. 2552. “การจัดการกระบวนการ”: หนทางสร้างคุณภาพการเพิ่มผลผลิต และศักยภาพเพื่อการแข่งขันกรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด
- รศ.ดร. รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ (สีเหลืองสวัสดี) 2553. “คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena” (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2544. “การจำลองแบบปัญหา” กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- จารุวรรณ คำมา.2551. “การจำลองสถานการณ์ระบบแถวคอยของการใช้บริการแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาล
หาดง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์การทำงานของระบบด้วยโปรแกรม Arena”ปริญญาวิทยาศา
สตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ณัฐภณ ทองใบและธนัญญา วสุศรี. 2552.“การจัดสรรหน่วยให้บริการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายสินค้า
กรณีศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าผู้ผลิตปูนซีเมนต์ผงสำเร็จรูป” บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและ
นวัตกรรม สาขาการจัดการโลจิสติกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- วินัย สุทธิคณะ. 2546.“การนำระบบคัมบังมาใช้ สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อลดปริมาณการ
จัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป” วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วรางคณา พุ่มดียิ่ง. 2553.“การประเมินทางเลือกในการขนส่งสินค้าไปยังพื้นที่จัดเก็บในโรงงานผลิตผง
คาร์บอนแบล็ค” ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
- วิลาสินี รอดนิม. 2548.“การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมการผลิตแบบผลึกและดิงและกำหนด
ขนาดคัมบัง โดยกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์” วิทยานิพนธ์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สถาพร พลแสน. 2543.“การใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่าน”
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อริยา วงศ์สุขศรี. 2553.“การจำลองสถานการณ์เพื่อจัดลำดับการขนส่งของรถเอจีวีที่เหมาะสมสำหรับ
อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์” ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การลดเวลาขัดข้องของเครื่องดึงใยในโรงงานผลิตแหวน

REDUCING BREAKDOWN TIME OF EXTRUDER MACHINE IN IN SEINE FACTORY

นางสาวชัชญา เอี้ยวถาวร^{1*}

อาจารย์จุฑาทิพย์ ลีลาธนาพิพัฒน์^{2**}

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

²อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

*E-mail: Chadchaya.praew@gmail.com

**Email: jutathip-lee@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรและเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การเก็บข้อมูลเครื่องจักร 88 เครื่องพร้อมวิเคราะห์หาเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรโดยพาเรโตพบว่าเครื่องจักรที่มีเวลาการขัดข้องมากที่สุด คือเครื่องจักรในแผนกดึงใยจำนวน 10 เครื่อง และทำการเก็บข้อมูลเครื่องจักรเพื่อนำข้อมูลมาวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมกับเครื่องจักร ซึ่งจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงานของเครื่องจักรหลังจากที่ได้นำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้งานในโรงงาน พบว่าสามารถทำให้จำนวนครั้งในการขัดข้องลดลง 82.67%, เวลาในการขัดข้องลดลง 89.97% และ อัตราการพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 83.03

คำสำคัญ : การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การขัดข้องของเครื่องจักร, อัตราความพร้อมใช้งาน

ABSTRACT

The objectives of this research are reducing breakdown time of extruder machines and improved efficiency in productivity by preventive maintenance. We using the data 88 machines for analysis breakdown time by Pareto and found 10 that the extruder machines are most faults. So we used the data to plan preventive maintenance. After that plan preventive maintenance to work in factories, we found that number of breakdown decreased by 82.67 percent, the breakdown time decreased by 89.97 percent and Overall Equipment Effectiveness (OEE) increased to 83.03 percent

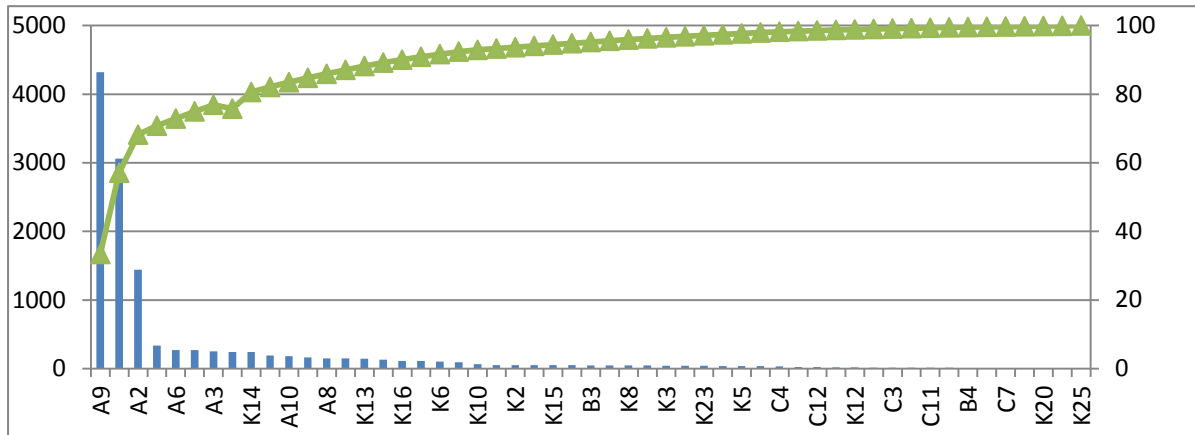
Keywords: Preventive Maintenance, breakdown, Overall Equipment Effectiveness

บทนำ

ปัจจุบันเครื่องจักรและอุปกรณ์เข้ามามีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะด้านการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดรวมทั้งให้ความสำคัญกับคุณภาพและเวลาส่งมอบสินค้าเครื่องจักรจึงเป็นตัวแปรสำคัญตัวแปรหนึ่งในการผลิต สำหรับกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้คือ บริษัททวิกิจอุตสาหกรรม จำกัด เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ซึ่งได้ก่อตั้งมายาวนานเป็นระยะเวลา 30 ปี และมีการผลิตอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มีแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรและจะทำการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเสียหรือเกิด

การชำรุดเท่านั้น โดยขั้นตอนในการผลิตแหวนมีขั้นตอนการผลิต 4 ขั้นตอน 1. ดึงใย (A) 2. ปั่นใย (B-C) 3. ทอ (K) 4.อบรีด

จากการเก็บข้อมูลเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรสามารถวิเคราะห์ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เวลาการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดการขัดข้องของเครื่องจักร
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องจักรโดย3. ให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

วิธีการวิจัย

การศึกษาข้อมูลในการวิจัยฉบับนี้ ได้ใช้ข้อมูลเครื่องจักรจากโรงงานของบริษัท ทวีกิจอุตสาหกรรม จำกัด เป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตแหวนตามคำสั่งของลูกค้า โดยมีสถานที่ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ

1. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

- 1) ศึกษาข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับเครื่องจักร
- 2) ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักร

พบในโรงงานของบริษัท ทวีกิจอุตสาหกรรม จำกัดเครื่องจักรภายในโรงงานเป็นเครื่องจักรเก่าที่มีการใช้งานมานานกว่า 30 ปี จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลพบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน คือ

(1) ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีมาตรฐาน โดยการบำรุงรักษาเครื่องจักรส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรขัดข้องหรือชำรุดเท่านั้น

(2) ไม่มีการบันทึกการบำรุงรักษาเมื่อมีการขัดข้องของเครื่องจักร ทำให้ไม่รู้อายุการใช้งานของชิ้นส่วนต่างๆ

(3) เวลาที่สูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องมีเวลาค่อนข้างสูง

(4) เครื่องจักรเกิดการขัดข้องเสียหายทำให้ต้องหยุดการผลิตในระหว่างการผลิตเป็น

ประจำ

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

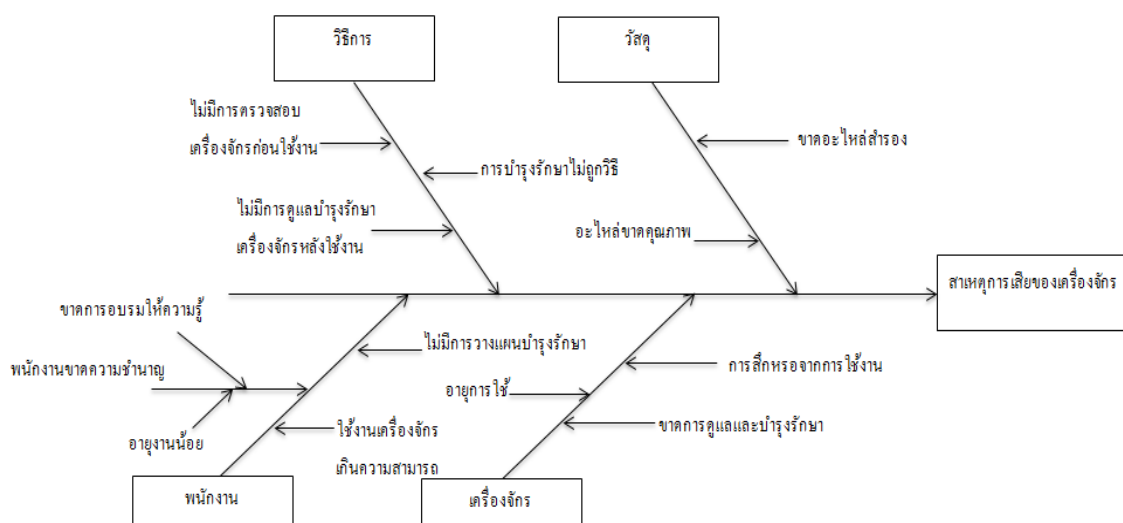
1) Why Why Analysis

การวิเคราะห์โดยใช้ Why Why Analysis ดังตารางที่ 1 เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของการขัดข้องของเครื่องจักร

ตารางที่ 1 วิเคราะห์การเสียของเครื่องจักรโดยใช้ Why Why Analysis

	สาเหตุที่ 1	สาเหตุที่ 2	สาเหตุที่ 3
why	เครื่องจักรเก่า	ใช้งานเกินความสามารถของเครื่องจักร	ช่างดูแลไม่ทั่วถึง
why	ไม่มีการดูแลบำรุงรักษา	พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจ	ช่างมีจำนวนน้อยเกินไป
why	ขาดอะไหล่	พนักงานไม่ได้รับการอบรม	ช่างทำงานเรียนรู้ทำงานเก่งแล้วลาออก
why	ไม่มีการสั่งอะไหล่มาเก็บไว้เนื่องจากไม่ทราบว่าจะเครื่องจักรต้องเปลี่ยนอะไหล่เมื่อไร	พนักงานใหม่	โรงงานอื่นให้สวัสดิการดีกว่า
why	ขาดการวางแผนการบำรุงรักษา		
why	ไม่มีการตรวจเช็คและบันทึกการเสียหายของเครื่องจักร		

2) แผนภูมิแก๊งปลา



รูปที่ 2: แผนภูมิแก๊งปลาแสดงสาเหตุการเสียของเครื่องจักร

จากการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาพบว่าสาเหตุหลักของการหยุดเครื่องจักรฉุกเฉินนั้นคือวิธีการทำงาน วัสดุ พนักงานและเครื่องจักร โดยมีปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดการเสียของเครื่องจักรฉุกเฉินเช่นวิธีการไม่มีการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนใช้งาน วัสดุขาดอะไหล่สำรองและอะไหล่ขาดคุณภาพ พนักงานขาดความชำนาญในการทำงาน เครื่องจักรขาดการดูแลรักษาและอายุการใช้งานมากเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

ผลการวิจัย

การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในกรณีศึกษาของโรงงานผลิตแหวน บริษัททวิกิจอุตสาหกรรมจำกัด ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาการเสียของเครื่องจักรแผนกดิงโยและวิเคราะห์ความสำคัญของชิ้นส่วนของเครื่องจักร เมื่อจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอะไหล่ให้เป็นหมวดหมู่รวมถึงได้ทำการบันทึกการเสียของเครื่องจักรและการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายและผลกระทบ เพื่อจะสามารถนำข้อมูลวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยอาศัยหลักของการวางแผนเชิงป้องกัน

พิจารณาผลจากดัชนีชี้วัด ได้แก่ จำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายของเครื่องจักร อัตราการพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร โดยผู้วิจัยขอการดำเนินการแก้ไข ปัญหาของเครื่องดิงโย ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่เกิดการเสียหายมากที่สุดมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบและผลกระทบจากความเสียหายของเครื่องจักรเพื่อให้รู้สาเหตุที่แท้จริงของการขัดข้องที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรเพื่อให้เกิดเป็นมาตรฐานเดียวกันโดยมีการวิเคราะห์รายละเอียด
2. การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียเวลาในการรอคอยเครื่องจักรเสียโดยไม่คาดคิดจึงควรที่จะมีการวางแผนการบำรุงรักษาล่วงหน้า โดยการศึกษาข้อมูลชิ้นส่วนของเครื่องดิงโย หน้าที่ของชิ้นส่วน รูปแบบความเสียหาย และผลการวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วน รวมถึงสาเหตุของการเสีย จากการวิเคราะห์อายุการใช้งาน ระยะเวลาการสั่งซื้อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น สามารถนำไปวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องดิงโย

ปีที่		1												2												3											
เดือนที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชิ้นส่วน	รายการชิ้นส่วนย่อย																																				
หัวปั๊ม	หัวปั๊ม 90	C											C																								
	หัวปั๊ม 120	C											C																								
แผงวงจรควบคุม	สายเคเบิ้ลแมกเนทรี 3m		C											C																							
	สายเคเบิ้ลแมกเนทรี 4m			C										C																							
	แอมมิเตอร์ 0-30													C																							
	สวิตช์ลูกร 25 mm													C																							
	แมกเนติก 32A 220V													C																							
	แมกเนติก 50A 220V													C																							
	แมกเนติก 60A 220V													C																							
	ทางปลาสเตอร์ 2.4													C																							
ทางปลาสเตอร์ 8.8													C																								
ทางปลาสเตอร์ 5.5-5													C																								
ลูกเต๋า 16 mm													C																								
ฮาร์ดแวร์	จานทำความร้อน 7"x3 1/2"																																				
	กระบอกทำความร้อน1300 w																																				
เซ็นเซอร์	สวิตช์ทางหนี																																				
น้ำมันเครื่อง	น้ำมัน 60x200 L																																				
สายพาน	B145																																				
โช้	60																																				
ซีล	oring 4mm																																				
	30-40-6																																				
	m-4-0-26																																				
	320																																				
	50x68-9																																				

ตารางที่ 2 (ต่อ): ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องดิงไย

ปีที่		1												2												3												
เดือนที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ชิ้นส่วน	รายการชิ้นส่วนย่อย																																					
ซีล	55-72-9	C			I							C			I		R							C	I					C	I						R	
	55-80-10	C			I							C			I		R							C	I					C	I					R		
	75-95-13	C			I							C			I		C	I						C	I					C	I					C		
	2233	C			I							C			I		R							C	I					C	I					R		
ลูกปืน	2205	C	I		C	L			I			C	L		I		R				I			C	L			I		C	L			I			R	
	6004 (มอเตอร์เล็ก)	C	I		C	L			I			C	L		I		R				I			C	L			I		C	L			I			R	
	6200 (มอเตอร์เล็ก)	C	I		C	L			I			C	L		I		R				I			C	L			I		C	L			I			R	
	6309 (มอเตอร์รองน้ำ)		I		C	L			I			C	L		I		C	L			I			C	L			I		C	L			I			C	
	6310 (มอเตอร์รองน้ำ)		I		C	L			I			C	L		I		C	L			I			C	L			I		C	L			I			C	
	6311 (มอเตอร์รองน้ำ)		I		C	L			I			C	L		I		C	L			I			C	L			I		C	L			I			C	
	UCP207		I		C	L			I			C	L		I		C	L			I			C	L			I		C	L			I			C	
	UKP209		I		C	L			I			C	L		I		C	L			I			C	L			I		C	L			I			C	
other	อุปกรณ์ทั้งหมดพร้อมใช้งาน		C			C			C			C			C		C			C			C			C			C			C			C			C
	ความเรียบร้อยหลังจากการทำ PM		I		I		I		I			I			I		I			I			I			I			I		I			I			I	

สัญลักษณ์

L = Lubricate (หล่อลื่น) = ที่ควรเพิ่มเติม/เปลี่ยนแปลง

I = Inspect (ตรวจสอบ) ว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

A = Adjust (ปรับแต่ง)

C = Clean (ทำความสะอาด) เช่น เช็ด เป่าทำความสะอาด

R = Replace (เปลี่ยน)

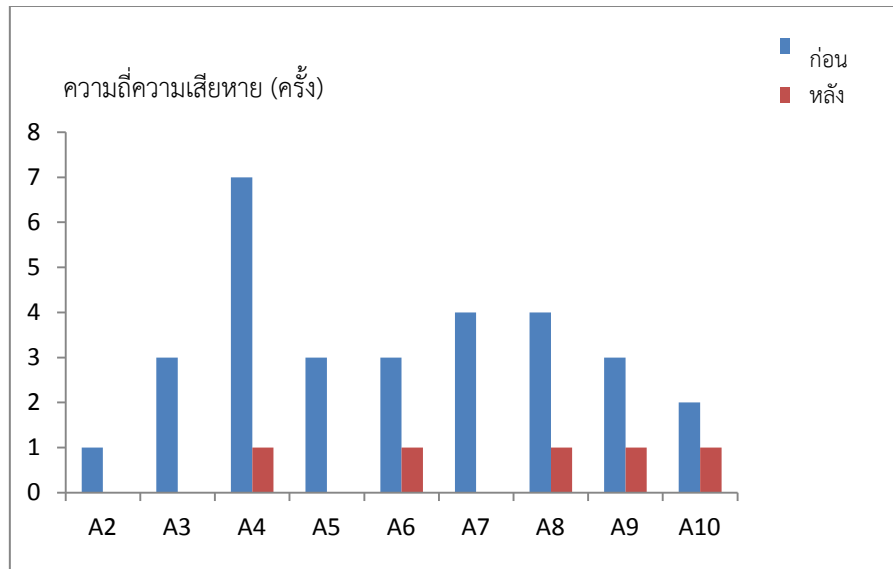
■ = ที่ควรเพิ่มเติม/เปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องจักรที่เมื่อเครื่องจักรหยุดทำงานฉุกเฉิน โดยเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายส่งผลต่อเครื่องจักรและการทำงานของโรงงานจึงมีการวิเคราะห์อัตราการทำงานที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรก่อนที่จะทำการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อลดระยะเวลาของการ Breakdown และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องดิงไยให้เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบการทำงานเดิมของโรงงานเป็นระยะเวลา 3 เดือน เดือน กรกฎาคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ได้ดังแสดง ตารางที่ 3

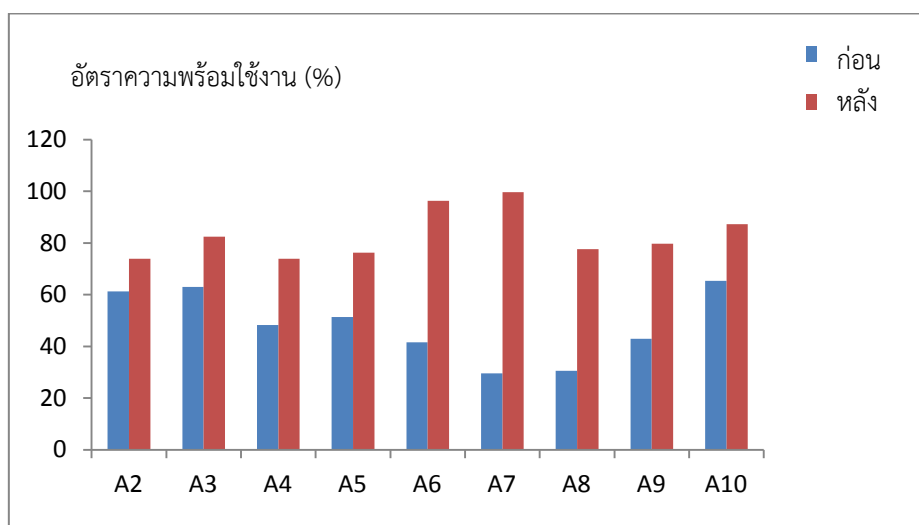
ตารางที่ 3 ค่าดัชนีที่ใช้สำหรับวัดผลการดำเนินงานก่อนการปรับปรุง

เครื่องจักร	ดัชนีวัดผล (3เดือน)		
	ความถี่การเสียหาย (ครั้ง)	เวลา Breakdown (นาที)	อัตราความพร้อมใช้งาน
A2	1	1440	61.27
A3	3	250	63
A4	7	3060	48.29
A5	3	35	51.4
A6	3	270	41.54
A7	4	165	29.59
A8	4	150	30.53
A9	3	4320	42.99
A10	2	180	65.35

ตารางที่ 4 : ผลเปรียบเทียบค่าจากการวัดผลการดำเนินงาน ก่อน-หลัง จากดัชนีชี้วัดโดยการวิเคราะห์ตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากระยะเวลาการใช้งานของชิ้นส่วน รูปแบบผลกระทบความเสียหายที่เกิดขึ้น



ลำดับ	ดัชนีชี้วัด	เครื่องจักร								
		A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
ก่อน	จำนวนความถี่ (ครั้ง)	1	3	7	3	3	4	4	3	2
	เวลา Breakdown (นาท)	1440	250	3060	35	270	165	150	4320	180
	อัตราการพร้อมใช้งาน (%)	61.27	63	48.29	51.4	41.54	29.59	30.53	42.99	65.35
หลัง	จำนวนความถี่ (ครั้ง)	0	0	1	0	1	0	1	1	1
	เวลา Breakdown (นาท)	0	0	55	0	30	0	93	85	60
	อัตราการพร้อมใช้งาน (%)	73.94	82.45	73.94	76.22	96.37	99.68	77.67	79.75	87.23



รูปที่ 5 : อัตราการพร้อมใช้งานของเครื่องดิงไยก่อน-หลังปรับปรุง

สรุปผลการวิจัย

จากที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วหลังจากการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปปฏิบัติ พบว่าทางกรณีศึกษาได้รับประโยชน์หลายด้านดังนี้

1. ด้านโรงงาน

1) จำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายของเครื่องดิงไยเฉลี่ย 1 ครั้งต่อเครื่อง หรือเฉลี่ยลดลงร้อยละ 82.67 ดังตารางที่ 1 เพราะว่า มีการวิเคราะห์หาสาเหตุและผลกระทบต่อความเสียหายเมื่อเครื่องจักรหยุดทำงานฉุกเฉินเพื่อป้องกันการเกิดขึ้นซ้ำอีก จึงทำให้มีการวางแผนการบำรุงรักษาให้เหมาะสมกับเครื่องดิงไย

2) เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องดิงไยเฉลี่ย 35.89 นาทีต่อเครื่อง หรือเฉลี่ยลดลงร้อยละ 89.97 เมื่อจำนวนครั้งของการขัดข้องเสียหายลดลงส่งผลต่อเวลาที่สูญเสีย เนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักรน้อยลงเวลาก็ลดลง

3) อัตราการพร้อมใช้งานของเครื่องดิงไยทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 83.03 หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 34.81 เมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียหายลดลงส่งผลให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรไม่เกิดการขัดข้องจึงทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 5 : สรุปผลการวิจัย

ดัชนีชี้วัด	ค่าเฉลี่ยที่ได้		ผล
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
จำนวนความถี่ (ครั้ง)	3.33	1	ลดลงร้อยละ 82.67
เวลา Breakdown (นาที)	1096.67	35.89	ลดลงร้อยละ 89.97
อัตราการพร้อมใช้งาน (%)	48.22	83.03	เพิ่มขึ้นร้อยละ 34.81

2. ด้านพนักงาน

1) เมื่อปรับปรุงการทำงาน โดยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทำให้พนักงานสามารถรู้สาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรได้โดยไม่ต้อง

2) พนักงานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็วพนักงานไม่ต้องวิตกกังวลว่าเครื่องจักรจะเกิดการขัดข้องเสียหายขณะเครื่องจักรทำงาน

3) มีแบบแผนในการบำรุงรักษาและระยะเวลาการสึกหรอที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องจักรทำให้พนักงานสามารถรู้ล่วงหน้าวันส่วนใดจะเสียหาย

4) บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

วารสารและนิตยสาร

ชัชชัย อ่อนเลิศ. 2554. การลดต้นทุนงานซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยวิธีการปรับปรุงการจัดเก็บบ่อไหล.

สารนิพนธ์. วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรม

อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปารเมศ ชุตินา. 2555. การปรับปรุงงานบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้พลังงานในกระบวนการผลิต.

วารสารวิจัยพลังงาน. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

- สืบพงษ์ มาลี. 2554. การบริหารระบบการซ่อมบำรุงภายในอาคารเชิงป้องกัน. วิทยานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวทัย ภูลี. 2555. การปรับปรุงงานบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ ใช้พลังงานในกระบวนการผลิต. วารสารวิจัยพลังงาน. สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุมาพร บุญสิริวัฒน์. 2549. การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรอุมา กอสนาน. 2554. การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาด้วยตนเอง สำหรับเครื่องฟั่นฉลาก. การประชุมวิชาการรายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.

หนังสือ

- ทองพันชั่ง พงษ์วารินทร์. 2557. BT-Training and Consulting.
- ธานี อ่วมอ้อ. 2547. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- ธานี อ่วมอ้อ. 2546. การบำรุงรักษาวิวัฒนาการแบบทุกคนมีส่วนร่วม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- ประภาส ศุภศิริสัตยากุล. 2554. การวางแผนซ่อมบำรุง.
- พีระ ยวงสุวรรณ. 2556. "กลยุทธ์ในงานบำรุงรักษา (Maintenance Strategy)". อุตสาหกรรมพัฒนา มูลนิธิสถาบันไทย-เยอรมัน.
- วันรัตน์ จันทกิจ. 2547. 17 เครื่องมือนักคิด = 17 problem solving devices. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. ชัยยศ ปี ตีเจตน์. 2554. โครงการ LTM. ตีพิมพ์ในวารสาร Energy Focus.
- อภิชาติ มณีงาม. 2554. การวางแผนบำรุงรักษารถบรรทุก (RCM+PM).

การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตผสมเศษผงเหล็ก

DEVELOPMENT OF COMPRESSIVE STRENGTH CONCRETE MIXED SCRAP IRON POWDER

โชคชัย ไตรยสุทธิ์
Chokchai Traiyasut

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
Faculty of Liberal Art and Science, Sisaket Rajabhat University
Email: ts.chokchai@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเศษผงเหล็กมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์เป็นคอนกรีตและทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่อัตราส่วนผสมต่างๆ โดยใช้เศษผงเหล็กเป็นส่วนผสมแทนปูนซีเมนต์ที่อัตราส่วนร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 โดยน้ำหนักในแต่ละสูตรผสมที่ 1-5 ตามลำดับ ผลการศึกษากำลังอัดของคอนกรีตตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง 1210-50 ใช้อัตราส่วนผสม 1:2:4 อายุการบ่มที่ 28 วัน พบว่าสูตรที่ 1-5 มีกำลังอัด 28.93, 28.76, 25.08, 19.12 และ 15.51 Mpa. ในการทดลองสูตรผสมที่ 2 ผสมผงเหล็กลงไปแทนปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ซึ่งไม่ทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบแล้ว พบว่า น้ำหนักของตัวอย่างทดสอบมีน้ำหนักไม่ต่างกันมากนัก และการนำผงเหล็กเข้าไปเป็นส่วนผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จะได้คอนกรีตมีกำลังอัดใกล้เคียงกับคอนกรีตที่ไม่ผสมเศษผงเหล็ก

คำสำคัญ: กำลังอัดของคอนกรีต ผงเหล็ก อัตราส่วนผสมคอนกรีต

ABSTRACT

This research is intended to be used scrap iron powder is mixed with cement and concrete compressive strength test of concrete at various ingredients. Using scrap iron powder is a mixture of cement ratio of 0, 5, 10, 15 and 20 by weight of the formulation 1-5, respectively. Results bundle concrete by the Department of Public Works and Town Planning 1210-50 using the 1: 2: 4 mixed concrete curing at 28 days was formula 1-5 with a compression is 28.93, 28.76, 25.08, 19.12 and. 15.51 Mpa. In experiments on Formula 2 scrap iron powder into the cement in the ratio of 5 percent by weight without the compressive strength of concrete fell. Compared to the weight of the samples and found that the weight of the sample does not weigh much different. Therefore, it is shown that the concrete used is a mixture of cement, scrap iron powder can be mixed with concrete and compression as well, and bringing the scrap iron powder into the mixture with cement in ratio of 5 percent by weight the concrete with compressive strength close to concrete not mixed with scrap iron powder.

Keywords: compressive strength of concrete, Iron powder, Concrete mix ratio.

บทนำ

ปูนซีเมนต์ที่ใช้กันทั่วไปในประเทศไทยจัดอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ใช้ในงานโครงสร้างด้วยคุณสมบัติเมื่อนำมาผสมกับ ทราย หิน และน้ำ แล้วจะได้เป็นคอนกรีตสามารถนำไปหล่อขึ้นรูปเป็นรูปโครงสร้างต่าง เช่น เสา คาน พื้น บันได หลังคา ฯลฯ คอนกรีตเข้ามามีบทบาทในการก่อสร้างจากอดีตจนถึงปัจจุบันว่าสามพันปี ด้วยคุณสมบัติการรับแรงกด (Compression) ได้สูง มีความแข็งแรงทนทาน ใช้งานได้นาน ค่าไม่สูงมาก มีความทนทานสูง ทนไฟได้ดีไม่ไหม้ไฟ สามารถทำให้ผิวสวยงาม การขนส่งสะดวก เป็นต้น แต่คอนกรีตก็มีข้อเสียเช่นเดียวกันคือ ความสามารถรับแรงดึงต่ำ มีความยืดตัวต่ำ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร และอัตราการค้ำต่อหน้าหนักต่ำ [1] ดังนั้นในปัจจุบันคอนกรีตยังคงรักษาความนิยมในอันดับต้นๆ ของวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งยังไม่มีวัสดุใดมาแทนที่ได้

วัสดุที่สำคัญอีกอย่างคือ เหล็ก ด้วยคุณสมบัติที่สามารถรับกำลังแรงกด และแรงดึง (Tension) ได้เป็นอย่างดี เหล็ก จึงเป็นที่นิยมนำมาเป็นวัสดุในการก่อสร้างด้วยเช่นกัน เสมือนว่าเหล็กกับคอนกรีตจะเป็นของที่มีมาคู่กันกับงานก่อสร้าง ถึงแม้เหล็กจะมีข้อดีอยู่หลายประการแต่เหล็กก็มีข้อเสีย เช่น ราคาสูง น้ำหนักมาก และที่สำคัญคือเหล็กเป็นสนิม นั่นคือข้อควรระวังเป็นอย่างมากในการนำเหล็กไปใช้ในการก่อสร้าง ถึงอย่างไรก็ตามเหล็กก็ยังเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบันในการนำมาทำเป็นโครงสร้างต่างๆ ด้วยข้อดีที่ก่อสร้างได้รวดเร็ว ดัดแปลงเป็นรูปทรงต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น สนามกีฬา รูปปั้นในประเทศจีน เป็นต้น เมื่อนำเหล็กมาทำเป็นโครงสร้างเป็นรูปทรงต่างๆ จำเป็นจะต้องทำการตัดและต่อเหล็กในกระบวนการนี้เองจะเกิดเป็นเศษผงเหล็กขึ้น เศษผงเหล็กนี้มีปริมาณแปรผันตามจำนวนเหล็กที่ใช้ยังมีปริมาณมากเศษผงเหล็กยิ่งมากตามด้วยเช่นกัน ดังนั้น ด้วยคุณสมบัติการรับแรงกดได้ดีของเหล็กเมื่อนำเศษผงเหล็กที่เหลือจากการตัดเหล็กนำมาผสมเป็นคอนกรีตเพื่อเป็นการทดแทนปริมาณของปูนซีเมนต์ อีกทั้งยังเป็นการนำเอาเศษวัสดุมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง

การผสมผสานกันระหว่างวัสดุที่นิยมนำมาใช้งานก่อสร้างระหว่างคอนกรีตกับเหล็กนั้นมีมานานแล้ว เช่น โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce Concrete) คอนกรีตอัดแรง (Prestress Concrete) ซึ่งการผสมกันระหว่างเหล็กกับคอนกรีตดังกล่าวจะเป็นไปในลักษณะแยกส่วนกัน กล่าวคือ เป็นคอนกรีตกับเหล็กเส้นหรือเหล็กรูปพรรณ การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเอาเศษผงเหล็กจากการตัดเหล็กและการเจาะเหล็กด้วยสว่านแท่นมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อทดแทนปริมาณของปูนซีเมนต์ในหนึ่งหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต เพื่อเป็นการนำเศษวัสดุมาใช้ประโยชน์อีกทาง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะนำเอาเศษผงเหล็กจากการตัดเหล็ก การเจาะเหล็กโดยสว่านแท่น ทำให้เหลือเศษผงเหล็กทั่วไปแล้วจะนำเศษผงเหล็กไปทิ้ง ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำมาทดลองผสมกับปูนซีเมนต์ผงโดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อนำเศษผงเหล็กจากการตัดเหล็กมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์เป็นคอนกรีตในอัตราส่วนต่างๆ
2. เพื่อทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตผสมผงเหล็กในอัตราส่วนต่างๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ใช้ปูนปอร์ตแลนด์ประเภท 1
2. ใช้เศษผงเหล็กจากการตัดเหล็ก และจากการเจาะเหล็กด้วยสว่านแท่น
3. อัตราส่วนในการผสม 1:2:4 (ปู:ทราย:หิน)

4. ใช้ มยพ.1210-50 ในการทดสอบตัวอย่าง [6]
5. ตัวอย่างทดสอบรูปทรง Cube. ขนาด 5x5x5 cm.
6. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
 - 6.1 ตัวแปรต้น ร้อยละโดยน้ำหนักระหว่างปูนซีเมนต์กับปริมาณผงเหล็กที่ใช้ผสมคอนกรีต
 - 6.2 ตัวแปรตาม กำลังอัดของคอนกรีตทำการทดสอบที่ 7,14 และ 28 วัน
 - 6.3 ตัวแปรควบคุม ปริมาณน้ำที่ใช้ผสม

การทบทวนวรรณกรรม

คอนกรีตคือวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายจากอดีตจนกระทั่งปัจจุบัน เพราะเป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมทั้งด้านราคาและคุณสมบัติต่างๆ คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสม 2 ส่วนคือ วัสดุประสาน อันได้แก่ปูนซีเมนต์กับน้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีตผสมกับวัสดุผสม ได้แก่ ทราย หิน หรือกรวด เมื่อนำมาผสมกันจะคงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่งพอที่จะนำไปใช้เทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการ หลังจากนั้นแปรสภาพเป็นของแข็ง มีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้นตามอายุของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น คอนกรีตและเหล็กเสริมเป็นวัสดุพื้นฐานที่ใช้สำหรับงานโครงสร้าง วัสดุทั้งสองชนิดบางครั้งจะใช้ร่วมกัน แต่บางครั้งวัสดุทั้งสองชนิดก็กลายเป็นวัสดุคู่แข่งซึ่งกันและกัน เพราะวัสดุทั้งสองชนิดสามารถทดแทนกันได้ [1]

พัฒนาการของคอนกรีตจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีนักวิจัยจากหลากหลายประเทศได้ศึกษาวิจัยในอัตราส่วนผสมของคอนกรีตผสมกับวัสดุอื่นมากมาย เช่น เศษวัสดุเหลือทิ้ง วัสดุเส้นใยจากธรรมชาติ น้ำยาธรรมชาติ การผสมกันระหว่างวัสดุต่างๆ ลงไปในคอนกรีตนั้นผู้วิจัยต่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวัสดุทดแทนในอัตราส่วนผสม หรือไม่ก็เป็นการค้นหาวัสดุใหม่ที่ทำให้คุณสมบัติใกล้เคียง หรือเทียบเคียงได้กับคอนกรีต แต่จากการวิจัยที่ผ่านมายังไม่สามารถค้นพบวัสดุทดแทนหรือวัสดุประสานชนิดใดเลยที่ให้คุณสมบัติได้เท่ากับคอนกรีต ดังเช่น การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ฝุ่นแกรนิตเป็นส่วนผสมแทนทราย กรณีสึกษา หินฝุ่นแกรนิตจากโรงโม่หินของบริษัทโรงโม่ไทยจำกัด พบว่าการใช้ฝุ่นหินแกรนิตเป็นอัตราส่วนผสมแทนทรายที่อัตราส่วนร้อยละ 20 40 60 80 และ 100 (แทนทรายทั้งหมด) ผลปรากฏว่าการรับน้ำหนักของคอนกรีตที่ 28 วันของแต่ละอัตราส่วนผสมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 258 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่มีฝุ่นหินแกรนิตซึ่งให้ค่ากำลังอัด 275 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าการผสมหินฝุ่น [2] การนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นักวิจัยได้พยายามนำเศษวัสดุกลับมาใช้เช่น คอนกรีตที่ถูกทุบทำลายนักวิจัยก็ได้ทำการทดลองโดยนำเอาเศษที่ถูกทุบทำลายมาใช้ทดแทนเป็นมวลรวมในคอนกรีตผลการทดลองพบว่า มวลรวมหยาบที่ได้จากการย่อยก้อนคอนกรีตมีค่ากำลังอัดที่อายุ 28 วันอยู่ในช่วงร้อยละ 85 ถึง 87 ของกำลังอัดคอนกรีตควบคุมซึ่งใช้มวลรวมปกติ ส่วนคอนกรีตที่ใช้มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดที่ได้จากการย่อยก้อนคอนกรีตมีค่ากำลังอัดอยู่ในช่วงร้อยละ 78 ถึง 89 ของกำลังอัดคอนกรีตควบคุม ซึ่งลดลงตามปริมาณการแทนที่ทรายด้วยมวลรวมละเอียดซึ่งได้จากการย่อยคอนกรีต [3] การใช้วัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติก็เป็นแนวทางหนึ่งที่นักวิจัยพยายามนำเอาเศษวัชพืช เศษพืชจากการเกษตรนำมาเป็นส่วนผสมของคอนกรีต เช่น แถ่กลบ พบว่าแถ่กลบที่มีความละเอียดสูงมีการทำปฏิกิริยาปอซโซลานิกสูงและสามารถใช้เป็นวัสดุซีเมนต์ในคอนกรีตได้แต่ค่าการยุบตัวจะน้อยกว่าคอนกรีตธรรมดา สำหรับส่วนผสมเดียวกันพบว่าหน่วยน้ำหนักในสภาพสดของคอนกรีตผสมแถ่กลบละเอียดลดลงเมื่อเพิ่มอัตราการแทนที่ซีเมนต์ด้วยแถ่กลบ [4]

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่านักวิจัยยังไม่สามารถค้นหา หรือ คิดค้นวัสดุอื่นที่สามารถนำมาใช้ทดแทนเป็นอัตราส่วนผสมของคอนกรีตและให้คุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับคอนกรีตได้ ดังนั้น ด้วยข้อดีและข้อ

ได้เปรียบระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำเอาเหล็กผสมกับคอนกรีตซึ่งมีลักษณะเป็นผงเข้าไปแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักและทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่อายุการบ่มที่กำหนดไว้

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตจากอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยการนำเอาผงเศษเหล็กจากการตัดเหล็ก การเจาะเหล็กด้วยสว่านแท่น นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

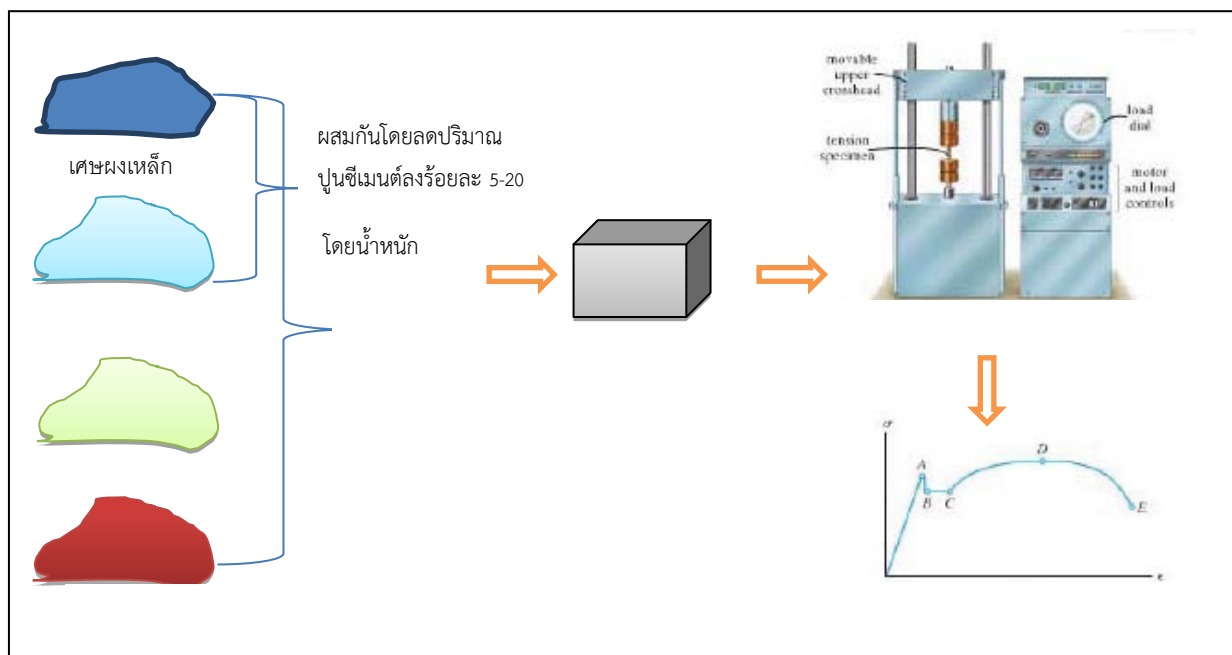
- 1.1 ปูนซีเมนต์เป็นปูนปอร์ตแลนด์ประเภท 1
- 1.2 ทราย เป็นทรายแม่น้ำในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดศรีสะเกษ
- 1.3 หิน เป็นหินเกล็ดขนาด 3/8" จากโรงโม่หินภายในจังหวัดศรีสะเกษ
- 1.4 เศษผงเหล็ก ได้จากการตัดเหล็ก และการเจาะเหล็กด้วยสว่านแท่น (รูปที่ 1)
- 1.5 น้ำ ใช้น้ำประปาในการผสมคอนกรีต



รูปที่ 1: วัสดุที่ใช้ในการผสม (ผงเหล็ก ปูนซีเมนต์ ทราย หิน)

2. ขั้นตอนการทดสอบ

- 2.1 ทำการผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนผสมปกติ คือ 1:2:4 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบทั้งทางด้านกำลังอัด และน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
- 2.2 สูตรการปรับอัตราส่วนผสมโดยเริ่มจากการลดปริมาณปูนซีเมนต์ลงร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และนำเอาเศษผงเหล็กผสมเพิ่มในปริมาณที่เท่ากัน ในการวิจัยในครั้งนี้กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์ลดลงสูงสุดที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก สูตรอัตราส่วนปูนซีเมนต์และผงเหล็กเป็นไปตามตารางที่ 1
- 2.3 ทำการหล่อตัวอย่างทดสอบโดยใช้แบบหล่อขนาดตัวอย่างทรงลูกบาศก์ (Cube) 5x5x5 cm. ตามสูตรผสมที่กำหนดไว้จำนวนสูตรละ 4 ตัวอย่าง
- 2.4 หลังจาก 24 ชั่วโมงทำการแกะแบบและทำการบ่มคอนกรีตด้วยน้ำประปา
- 2.5 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างทดสอบ
- 2.6 ทดสอบกำลังอัดด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต (Compressive strength) ที่อายุการบ่ม 7, 14, 21 และ 28 วัน ทั้งนี้แผนแบบการวิจัยในครั้งนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: แผนแบบการวิจัย

3. ตัวอย่างทดสอบและมาตรฐานการทดสอบ

แท่งตัวอย่างทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 cm. ต่อหนึ่งตัวอย่างประกอบด้วยมวลรวมละเอียดที่เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ทรายแม่น้ำและหินเกล็ดขนาด 3/8" ในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ จากนั้นนำมาผสมกับเศษผงเหล็ก ทำการแทนที่ปูนซีเมนต์โดยน้ำหนัที่อัตราส่วนร้อยละ 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แท่งตัวอย่างทดสอบนี้หลังจากแกะจากแบบหล่อแล้วจะนำไปทำการบ่มด้วยน้ำประปาหลังจากการบ่มที่ 7 14 21 และ 28 วัน นำมาทำการทดสอบตามสูตรผสมสูตรละ 4 ตัวอย่าง การทดสอบด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด (Compressive strength) แบบดิจิทัล ซึ่งสูตรผสมในแต่ละสูตรแสดงในตารางที่ 1 และมาตรฐานการทดสอบเป็นไปตาม มยผ.1210-50

ตารางที่ 1: สูตรผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ผงเหล็ก ทราย หิน น้ำ

สูตรที่	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	เศษผงเหล็ก (กรัม)	ทราย (กรัม)	หิน (กรัม)	น้ำ (กรัม)
1	100	0	200	400	140
2	95	5	200	400	140
3	90	10	200	400	140
4	85	15	200	400	140
5	80	20	200	400	140

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบความสามารถในการรับกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างทดสอบในแต่ละสูตรผสมโดยใช้ผงเหล็กแทนปูนซีเมนต์โดยน้ำหนักที่อัตราส่วนร้อยละ 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ แท่งตัวอย่างทดสอบนี้หลังจากแกะจากแบบหล่อแล้วจะนำไปทำการบ่มด้วยน้ำประปาหลังจากการบ่มที่ 7 14 21 และ 28 วัน นำมาทำการทดสอบตามสูตรผสมสูตรละ 4 ตัวอย่าง ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด ผลการทดสอบที่อายุการบ่มและอัตราส่วนผสมต่างๆ เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: ผลการทดสอบกำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ผสมด้วยเศษผงเหล็กที่อัตราส่วนต่างๆ

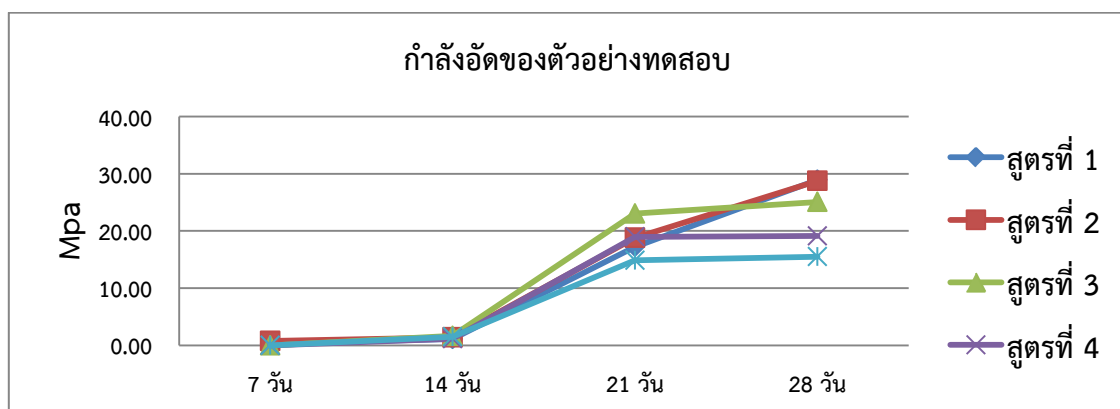
อายุการบ่มที่ 7 วัน	สูตรที่	น้ำหนัก (กรัม)	กำลังอัดเฉลี่ย (Mpa)
	1	301.2	0.30
	2	299.5	0.77
	3	302.5	0.00
	4	298.5	0.00
	5	303.5	0.00
อายุการบ่มที่ 14 วัน	สูตรที่	น้ำหนัก (กรัม)	กำลังอัดเฉลี่ย (Mpa)
	1	305.5	1.12
	2	298.9	1.40
	3	305.5	1.65
	4	298.4	1.15
	5	300.0	1.50
อายุการบ่มที่ 21 วัน	สูตรที่	น้ำหนัก (กรัม)	กำลังอัดเฉลี่ย (Mpa)
	1	308.4	17.24
	2	299.8	18.81
	3	303.3	23.04
	4	299.3	18.97
	5	298.7	14.86
อายุการบ่มที่ 28 วัน	สูตรที่	น้ำหนัก (กรัม)	กำลังอัดเฉลี่ย (Mpa)
	1	307.5	28.93
	2	305.0	28.76
	3	302.8	25.08
	4	297.6	19.12
	5	298.0	15.51

กำลังอัดที่ได้จากการทดสอบที่อายุการบ่มที่ 7 14 21 และ 28 วัน พบว่ากำลังอัดเฉลี่ยค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการบ่มจนกระทั่งสูงสุดที่ 28 วัน ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตแบบดิจิทัล สำหรับตัวอย่างทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5x5x5 cm. การวิบัติ (Failed) ของตัวอย่างทดสอบที่กำลังอัดสูงสุด (Ultimate strength) รูปแบบของการวิบัติเป็นไปตามรูปที่ 3



รูปที่ 3: รูปแบบการวิบัติของตัวอย่างทดสอบ

เมื่อพิจารณาในแต่ละสูตรการผสมกับกำลังอัดของคอนกรีตเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรผสมที่ 1 ซึ่งไม่มีผงเหล็กกับสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณากำลังอัดในสูตรที่ 3 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 3 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 เล็กน้อย หรือคิดเป็นร้อยละ 13.40 กำลังอัดของสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 4 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 34.00 และกำลังอัดของสูตรที่ 5 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 5 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 47.00 กำลังอัดของคอนกรีตผสมผงเหล็กในแต่ละสูตรผสมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: กำลังอัดของคอนกรีตผสมผงเหล็กที่อัตราส่วนต่างๆ

2. วิจัยผลการวิจัย

จากผลการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตในช่วงเริ่มต้นหรือ Initial set ค่อนข้างช้าในช่วง 7-14 วันและหลังจากนั้นกำลังอัดจะเพิ่มขึ้นในลักษณะปกติโดยเปรียบเทียบได้จากสูตรที่ 1 ที่ไม่ได้ผสมผงเหล็ก กำลังอัดของคอนกรีตที่อัตราส่วนผสมต่างๆ ทั้ง 5 สูตร พบว่า สูตรที่ 1 มีกำลังอัด 28.93 Mpa. ในการทดลองไม่ได้ผสมผงเหล็ก และสูตรที่ 2 มีกำลังอัด 28.76 Mpa. ในการทดลองผสมผงเหล็กลงไปแทนปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าผงเหล็กสามารถแทนที่ซีเมนต์ผงได้ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก โดยการนำผงเหล็กแทนปูนซีเมนต์ในการผสมเป็นคอนกรีตนั้นไม่ทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลดลง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบแล้วพบว่า น้ำหนักของตัวอย่างทดสอบมีน้ำหนักไม่ต่างกันมากนัก (307.50 กรัม และ 305.00 กรัม) แต่ในสูตรผสม 3 4 และ 5 ที่มีการผสมผงเหล็กลงไปแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ร้อยละ 10 15 และ 20 ตามลำดับ พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตต่ำลง ดังนั้น เมื่อพิจารณากำลังอัดของคอนกรีตอัตราส่วนผสมต่างๆ สูตรผสมที่ 2 เป็นสูตรผสมที่เหมาะสมที่สุดโดยการนำผงเหล็กแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แล้วทำให้กำลังอัดของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงไม่มาก หรือไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประกอบด้วยส่วนผสมสำคัญดังนี้ 1. หินปูน (Limestone) และดินสอพอง 2. Argillaceous Materials ได้แก่ ซิลิกา อลูมินา ซึ่งอยู่ในรูปของดินดำหรือดินเหนียว (Clay) และดินดาน (Shale) และส่วนผสมที่ 3. Iron Oxide Materials ได้แก่ แร่เหล็ก (Iron Ore) หรือ สีลาแลง (Laterite) [1] ด้วยส่วนผสมหลักของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีเหล็กแร่เหล็กเป็นองค์ประกอบสำคัญจึงอาจจะเป็นผลให้เมื่อแทนที่ผงเหล็กเข้าไปในปริมาณไม่มากนักจึงทำให้กำลังอัดของคอนกรีตไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

การลดลงของกำลังอัดเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณวัสดุเข้าไปแทนที่ซีเมนต์ซึ่งจากงานวิจัย[1-5] ที่ได้พบพบว่าผลเป็นไปในลักษณะเดียวกันคือเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนวัสดุแทนที่ปูนซีเมนต์ก็จะทำให้กำลังอัดลดลงทันที ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยยังไม่สามารถค้นพบวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่สามารถเทียบเคียงได้กับปูนซีเมนต์

ดังนั้น จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการนำผงเหล็กเข้าไปเป็นส่วนผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จะได้คอนกรีตที่มีกำลังอัดที่ยังคงสามารถใช้งานได้ปกติทั่วไป กำลังอัดไม่เปลี่ยน ทั้งนี้เศษผงเหล็กเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาผสมแทนที่ปูนซีเมนต์เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ลงได้ในปริมาณร้อยละ 5 ทุกๆ การผสมเป็นคอนกรีต และคอนกรีตยังสามารถให้กำลังรับแรงอัดได้ปกติและน้ำหนักของคอนกรีตก็ไม่เปลี่ยนเช่นกัน การวิจัยเพื่อพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตในครั้งนี้ยังไม่สามารถพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตจากเศษผงเหล็กได้ เพียงแต่สามารถชดเชยปริมาณปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมของคอนกรีตได้ในสัดส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักที่อัตราส่วนผสมคอนกรีต 1:2:4 ซึ่งไม่ทำให้กำลังอัดและน้ำหนักของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงมากนักและด้วยกำลังอัดที่ 28 วัน สูตรที่ 2 มีค่าถึง 28.76 Mpa. หรือ 293 Ksc. ซึ่งค่ากำลังอัดของคอนกรีตดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปได้ เช่น งานโครงสร้างประเภท A (งานโครงสร้างและผิวถนน) ตามข้อกำหนดใน ASTM C150 ที่ระบุค่ากำลังอัดประลัยไว้ไม่น้อยกว่า 210 Ksc. ที่อายุการบ่ม 28 วัน [2]

สรุปผลและเสนอแนะ

สรุปผล

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ นำเศษผงเหล็กจากการตัดเหล็ก และจากการเจาะเหล็กด้วยสว่านแทนมาใช้ผสมกับปูนซีเมนต์ ทราาย และหินเกล็ด ที่อัตราส่วนผสม 1:2:4 เป็นคอนกรีตและทดสอบกำลัง

อัดของคอนกรีตผสมผงเหล็กในอัตราส่วนต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ผงเหล็กที่นำมาผสมแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณการแทนที่ร้อยละ 5 – 20 โดยน้ำหนัก ให้กำลังอัดรับแรงอัดมีแนวโน้มลดต่ำลงในปริมาณการแทนที่ของเศษผงเหล็กเพิ่มมากขึ้น การทดสอบกำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตผสมเศษผงเหล็กที่อัตราส่วนผสมต่างๆ พบว่า กำลังอัดเฉลี่ยค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการบ่มจนกระทั่งสูงสุดที่ 28 วัน โดยในสูตรที่ 1 มีกำลังอัด 28.93 Mpa. สูตรที่ 2 มีกำลังอัด 28.76 Mpa. สูตรที่ 3 มีกำลังอัด 25.08 Mpa. สูตรที่ 4 มีกำลังอัด 19.12 Mpa. และสูตรที่ 5 มีกำลังอัด 15.51 Mpa. เมื่อพิจารณาในแต่ละสูตรการผสมกับกำลังอัดของคอนกรีตเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรผสมที่ 1 ซึ่งไม่มีผงเหล็กกับสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก พบว่า กำลังอัดของคอนกรีตไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณากำลังอัดในสูตรที่ 3 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 3 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 เล็กน้อย หรือคิดเป็นร้อยละ 13.40 กำลังอัดของสูตรที่ 4 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 4 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 34.00 และกำลังอัดของสูตรที่ 5 ที่มีปริมาณผงเหล็กร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก กับสูตรที่ 1 พบว่าสูตรที่ 5 กำลังอัดต่ำกว่าสูตรที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 47.00 ดังนั้นผลสรุปของการวิจัย พบว่า การวิจัยเพื่อพัฒนา กำลังอัดของคอนกรีตในครั้งนี้นี้ยังไม่สามารถพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตจากเศษผงเหล็กได้ เพียงแต่สามารถลดขนาดปริมาณปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมของคอนกรีตได้ในสัดส่วนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักที่อัตราส่วนผสมคอนกรีต 1:2:4 ซึ่งไม่ทำให้กำลังอัดและน้ำหนักของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงมากนัก

เสนอแนะ

1. การวิจัยในครั้งต่อไปควรเพิ่มปริมาณตัวอย่างการทดสอบมากขึ้น
2. อัตราส่วนผสมระหว่างเศษผงเหล็กกับปูนซีเมนต์ควรปรับสเกลให้เล็กลงเช่นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 หรือร้อยละ 0.5 เพื่อความถูกต้องของข้อมูลและค่าความคลาดเคลื่อนน้อยลง
3. ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างเศษผงเหล็กกับปูนซีเมนต์
4. ทดลองกับอัตราส่วนผสมอื่นๆ เช่น 1:3:5
5. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานประเภทต่างๆ เช่น ถนน สะพาน
6. พัฒนากำลังอัดของคอนกรีตด้วยเศษผงเหล็กผสมกับวัสดุอื่นกับซีเมนต์เพื่อใช้ผสมเป็นคอนกรีต
7. ควรศึกษารูปแบบของการวิบัติคว่ำคู่ไปกับการศึกษากำลังอัดของคอนกรีต
8. ควรศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและปฏิกิริยาไฮเดรชันของการก่อตัวของคอนกรีตที่ผสมเศษผงเหล็ก

เอกสารอ้างอิง

- ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. (2540). *คอนกรีตเทคโนโลยี*, พิมพ์ครั้งที่ 4, บริษัทปูนซีเมนต์ไทยอุตสาหกรรม.
- สุรัชย์ โกเมนธรรมโสภณ. (2555). การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ฝุ่นแกรนิตเป็นส่วนผสมแทนทราย
กรณีศึกษา หินฝุ่นจากโรงโม่หินของบริษัทโรงโม่ไทยจำกัด. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยนราธิวาส
ราชนครินทร์*. 4(3): 44-53.
- สุรศักดิ์ ภูสันติพงษ์. (2545). *การศึกษาคอนกรีตที่ถูกทำลายมาใช้ทดแทนมวลรวมในคอนกรีต*. วิทยานิพนธ์
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี.
- บุรฉัตร ฉัตรวิระ และวัชรการ วงศ์คำจันทร์. (2544). พฤติกรรมทางกลของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบละเอียด.
วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 24(3): 327-342.
- CPAC คอนกรีตเทคโนโลยี. 2000. คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต (C), 101 หน้า.

มยผ. 1210-50. มาตรฐานการทดสอบของกรมโยธาธิการและผังเมือง. เอกสารออนไลน์.

http://services.dpt.go.th/dpt_rsldg/modules/standard/data_standard/Std_ts_method/1210.pdf. สืบค้น 12 กันยายน 2557.

การปรับปรุงการจัดเส้นทางพาหนะสำหรับขนส่งสินค้าชาวมะขาม

IMPROVEMENT ON VEHICLE ROUTING MANAGEMENT FOR TRANSPORTATION BUBBLE TEA PRODUCTS

มนต์ชัย ประโชติรัตนกุล¹, ไพฑูรย์ ศิริโอหาร²

MONCHAI PRACHOTIRATTANAKUL¹, PAITON SIRIORAN²

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

¹ FACULTY OF ENGINEERING DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY

² คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

² FACULTY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY PANYAPIWAT INSTITUTE OF MANAGEMENT

Corresponding author, ¹ Email: mpracho@gmail.com, ² Email: paitoonsir@pim.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการจัดเส้นทางขนส่งสินค้าชาวมะขาม ในกรณีต้องการให้รถขนส่งสินค้าแต่ละคันมีระยะทางการขนส่งใกล้เคียงกัน โดยใช้วิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic Programming) ในการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสม กรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายชาวมะขาม มีจุดจำหน่ายชาวมะขามโดยรอบบริเวณจังหวัดนครปฐมจำนวน 120 จุด ใช้รถขนส่งชาวมะขามจำนวน 9 คัน แบ่งเป็น 9 เส้นทาง ทำการขนส่งสินค้าจำนวน 2 รอบ ต่อวัน

จากผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษา Visual C # 2005 พบว่าได้เส้นทางในการจัดการขนส่งใหม่ ซึ่งผลต่างของระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุดและต่ำสุด มีค่าแตกต่างกันน้อยกว่า ก่อนทำการปรับปรุง 50% และยังส่งผลให้ระยะทางที่ใช้ในการขนส่งสินค้าลดลง 34.41% อีกด้วย

คำสำคัญ : ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคน การโปรแกรมเชิงพลวัต

ABSTRACT

This research aims to improved vehicle routing for transportation bubble tea. In case that each vehicle was not different distance each other. Dynamic Programming was used to calculate the optimal solution. In this case study, a company was produced and sold bubble tea where has 120 sale points around Nakon Prathom province and has used 9 vehicles for transportation that divided into 9 routes. All vehicles will be transported twice rounds per day.

For the results of route management of the software program that developed from Visual C# 2005, found that improvement route has the minimize maximal distance less than before improved about 50% and also decreased total distance for transportation in all routes about 34.41%

Keyword: Multi travelling salesman problem , Dynamic Programming

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการผลิตสินค้า หรือการบริการต่างๆ ย่อมต้องมีกระบวนการขนส่ง เช่น ขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผ่านกระบวนการผลิตจนเป็นสินค้า จากนั้นต้องขนส่งสินค้าออกสู่ตลาดเพื่อกระจายให้ถึงผู้บริโภค

การวางแผนการขนส่งสินค้าที่ดีจะสามารถช่วยสถานประกอบการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งลงได้ กรณีศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจผลิตและจำหน่ายขนมไข่มุก มีจุดจำหน่ายขนมไข่มุกโดยรอบบริเวณจังหวัดนครปฐมจำนวน 120 จุด ใช้รถกระบะบรรทุกวิ่งขนส่งขนมไข่มุกทั้งหมด 9 คัน แบ่งเป็น 9 เส้นทาง ในแต่ละวันจะต้องทำการเดินทางจำนวน 2 รอบ คือในรอบเช้า และรอบเย็น โดยในรอบเช้าจะเดินทางเพื่อส่งวัตถุดิบขนมไข่มุกให้กับจุดจำหน่ายเพื่อขายในแต่ละวัน และในรอบเย็นจะเดินทางเพื่อไปเก็บเงินที่ได้จากการขาย รวมถึงการนำขนมไข่มุกที่เหลือกลับมายังบริษัท

พิพัฒน์ (2556) ได้ทำการจัดลำดับเส้นทางการขนส่งขนมไข่มุกดังกล่าว ด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต พบว่าสามารถช่วยลดระยะทางการขนส่งสินค้าลงได้ โดยก่อนปรับปรุงใช้ระยะทาง 2,060 กม. และหลังปรับปรุงลดลงเหลือ 1,686 กม. ลดลง 374 กม./วัน ถึงแม้ว่าผลการจัดเส้นทางที่ได้สามารถช่วยลดระยะทางในการขนส่งสินค้าได้ แต่พบว่าการจัดเส้นทางในลักษณะนี้ระยะทางรวมของแต่ละเส้นทางมีค่าต่างกัน จึงเป็นเหตุให้พนักงานขับรถขนส่งสินค้าเกิดความไม่เท่าเทียมกัน รถขนส่งสินค้าบางคันไปส่งสินค้าระยะทางไกล ในขณะที่บางคันไปส่งสินค้าระยะทางใกล้กว่า อีกทั้งประเด็นที่สำคัญคือในช่วงรอบเย็นรถขนส่งแต่ละคันจะเดินทางนำเงินที่ขายได้กลับมายังบริษัทเวลาไม่ค่อยใกล้เคียงกัน อันเนื่องมาจากระยะทางในการเดินทางไกลและใกล้แตกต่างกันมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าขนมไข่มุกให้กับจุดจำหน่าย 120 จุด ใหม่ โดยใช้รถกระบะบรรทุกสินค้าจำนวน 9 คัน เท่าเดิม

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งขนมไข่มุกให้กับจุดจำหน่าย 120 จุด โดยให้ระยะทางการขนส่งสินค้าที่เกิดขึ้นกับรถขนส่งสินค้าทั้ง 9 คัน สูงสุดมีค่าต่ำที่สุด

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าด้วยวิธีการโปรแกรมเชิงพลวัต (Dynamic Programming) จะต้องกำหนดจำนวนขั้นตอน (Stage) โดยขั้นตอนเริ่มต้นคือ ขั้นตอนที่ 0 และแต่ละขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นขั้นตอนที่ $n - 2$ โดย n คือ จำนวนลูกค้าทั้งหมดรวมถึงจุดเริ่มต้นการเดินทางด้วย และในแต่ละขั้นตอนจะมีสถานะ (state) คือขณะนี้ปัจจุบันอยู่ที่จุดใด จะไปที่จุดใด และในแต่ละสถานะอาจมีหลายทางเลือก (Alternatives) ซึ่งจะต้องเลือกในทางเลือกที่เดินทางน้อยที่สุด จะทำให้ได้ผลตอบแทน (Return) จากทางเลือกนั้นการคำนวณจะกระทำซ้ำๆกันไปทุกขั้นตอนโดยใช้สมการย้อนซ้ำ (Recursive Equation)

$$f_i(j, S) = \min_{K \in S} \{ f_{i-1}(k, S - k) + d_{kj} \} \quad (1)$$

$$\text{โดย } i = 1, 2, \dots, N - 2; j \neq 1; S \subseteq N_j$$

$$N_j = (2, 3, \dots, j - 1, j + 1)$$

และในการคำนวณรอบสุดท้ายจะเป็นการคำนวณผลรวมระยะทางที่ผ่านมากับระยะทางที่เดินทางกลับจุดเริ่มต้น ใช้สมการที่ 2

$$\min_{j=2,3,\dots,N} \{f_{N-2}(j; N_j) + d_{j1}\} \quad (2)$$

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการวางแผนการกระจายสินค้าจาก Depot จุดที่ 1 ไปยังตำแหน่งต่างๆ ของลูกค้าจำนวน 5 จุด โดยเดินทางเพียงรอบเดียว ระยะทางระหว่างจุดต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 10.1 จงเรียงลำดับตำแหน่งการขนส่งสินค้า โดยให้ระยะทางในการเดินทางขนส่งสินค้ารวมมีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 1: ระยะทางระหว่างจุดต่างๆ : หน่วย กิโลเมตร (ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร, 2554)

i \ j	1	2	3	4	5
1	0	3	1	5	4
2	1	0	5	4	3
3	5	4	0	2	1
4	3	1	3	0	3
5	5	2	4	1	0

จากขั้นตอนการคำนวณข้างต้นได้ผลดังนี้

ขั้นตอนที่ 0

$$f_0(2, _) = d_{12} = 3 \quad (1)$$

$$f_0(3, _) = d_{13} = 1 \quad (1)$$

$$f_0(4, _) = d_{14} = 5 \quad (1)$$

$$f_0(5, _) = d_{15} = 4 \quad (1)$$

ขั้นตอนที่ 1

$$f_1(2, \{3\}) = f_0(3, _) + d_{32} = 1 + 4 = 5 \quad (3)$$

$$f_1(2, \{4\}) = f_0(4, _) + d_{42} = 5 + 1 = 6 \quad (4)$$

$$f_1(2, \{5\}) = f_0(5, _) + d_{52} = 4 + 2 = 6 \quad (5)$$

$$f_1(3, \{2\}) = f_0(2, _) + d_{23} = 3 + 5 = 8 \quad (2)$$

$$f_1(3, \{4\}) = f_0(4, _) + d_{43} = 5 + 3 = 8 \quad (4)$$

$$f_1(3, \{5\}) = f_0(5, _) + d_{53} = 4 + 4 = 8 \quad (5)$$

$$f_1(4, \{2\}) = f_0(2, _) + d_{24} = 3 + 4 = 7 \quad (2)$$

$$f_1(4, \{3\}) = f_0(3, _) + d_{34} = 1 + 2 = 3 \quad (3)$$

$$f_1(4, \{5\}) = f_0(5, _) + d_{54} = 4 + 1 = 5 \quad (5)$$

$$f_1(5, \{2\}) = f_0(2, _) + d_{25} = 3 + 3 = 6(2)$$

$$f_1(5, \{3\}) = f_0(3, _) + d_{35} = 1 + 1 = 2(3)$$

$$f_1(5, \{4\}) = f_0(4, _) + d_{45} = 5 + 3 = 8(4)$$

ขั้นตอนที่ 2

$$f_2(2, \{3, 4\}) = \min\{f_1(3, \{4\}) + d_{32}, f_1(4, \{3\}) + d_{42}\} = \min[8+4, \underline{3+1}] = 4(4)$$

$$f_2(2, \{3, 5\}) = \min\{f_1(3, \{5\}) + d_{32}, f_1(5, \{3\}) + d_{52}\} = \min[8+4, \underline{2+2}] = 4(5)$$

$$f_2(2, \{4, 5\}) = \min\{f_1(4, \{5\}) + d_{42}, f_1(5, \{4\}) + d_{52}\} = \min[\underline{5+1}, 8+2] = 6(4)$$

$$f_2(3, \{2, 4\}) = \min[6+5, \underline{7+3}] = 10(4)$$

$$f_2(3, \{2, 5\}) = \min[6+5, \underline{6+4}] = 10(5)$$

$$f_2(3, \{4, 5\}) = \min[\underline{5+3}, 8+4] = 8(4)$$

$$f_2(4, \{2, 3\}) = \min[\underline{5+4}, 8+2] = 9(2)$$

$$f_2(4, \{2, 5\}) = \min[6+4, \underline{6+1}] = 7(5)$$

$$f_2(4, \{3, 5\}) = \min[8+2, \underline{2+1}] = 3(5)$$

$$f_2(5, \{2, 3\}) = \min[\underline{5+3}, 8+1] = 8(2)$$

$$f_2(5, \{2, 4\}) = \min[\underline{6+3}, 7+3] = 9(2)$$

$$f_2(5, \{3, 4\}) = \min[8+1, \underline{3+3}] = 6(4)$$

ขั้นตอนที่ 3

$$f_3(2, \{3, 4, 5\}) = \min\{f_2(3, \{4, 5\}) + d_{32}, f_2(4, \{3, 5\}) + d_{42}, f_2(5, \{3, 4\}) + d_{52}\} \\ = \min[8+4, \underline{3+1}, 6+2] = 4(4)$$

$$f_3(3, \{2, 4, 5\}) = \min[6+5, \underline{7+3}, 9+4] = 10(4)$$

$$f_3(4, \{2, 3, 5\}) = \min[\underline{4+4}, 10+2, 8+1] = 8(2)$$

$$f_3(5, \{2, 2, 4\}) = \min[\underline{4+3}, 10+1, 9+3] = 7(2)$$

และการคำนวณรอบสุดท้าย ที่ $j = 2, 3, 4, 5$

$$j = 2 \rightarrow [f_3(2, \{3, 4, 5\}) + d_{21}] = [4 + 1] = 5(2)$$

$$j = 3 \rightarrow [f_3(3, \{2, 4, 5\}) + d_{31}] = [10 + 5] = 15(3)$$

$$j = 4 \rightarrow [f_3(4, \{2, 3, 5\}) + d_{41}] = [8 + 3] = 11(4)$$

$$j = 5 \rightarrow [f_3(5, \{2, 3, 4\}) + d_{51}] = [7 + 5] = 12(5)$$

ทำการย้อนรอย (Back Tracking) หาเส้นทางทางเดินรถขนส่งสินค้าที่สั้นที่สุดได้ดังนี้

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$$

$$1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1$$

สลับทิศทางย้อนกลับ

1 → 3 → 5 → 4 → 2 → 1

1 1 1 1 1

ระยะทางการขนส่งรวม 5 กิโลเมตร

ไพฑูรย์ (2555) ได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคนด้วยโปรแกรมเชิงพลวัต สามารถจัดสรรเส้นทางการเดินทางขนส่งให้กับบริษัท บอสตัน เอ็นจิเนียริง จำกัด โดยมีการขนส่งสินค้าให้กับตัวแทนจำหน่ายจำนวน 18 ราย โดยใช้รถกระบะบรรทุก 3 คัน จัดเส้นทางการขนส่งสินค้าในกรณียานพาหนะหลายคัน โดยไม่มีเงื่อนไขด้านสมรรถนะในการขนส่ง เช่น ด้านความจุ ด้านกรอบเวลา ข้อมูลการใช้งานที่สำคัญต้องระบุระยะทางระหว่างคู่จุดทุกคู่ของจุดส่งสินค้า โดยหาระยะทางจากหน้าเว็บเพจของ Google maps สามารถลดระยะทางการขนส่งทั้ง 3 คัน รวม 363.4 กิโลเมตรต่อวัน

อัศวพล (2550) การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางขนส่งสำหรับร้านค้าสะดวกซื้อโดยมีสาขากระจายอยู่ในกรุงเทพมหานครและภาคตะวันออก จำนวน 1,724 สาขา ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือสร้างเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดย บริษัท UPS จำกัด มหาชน โดยวัตถุประสงค์คือการจัดกลุ่มจุดรับสินค้าและมอบสิทธิการเดินทางของกลุ่มจุดรับสินค้าที่จัดขึ้นแก่ผู้รับจ้างเดินรถ ส่วนที่สองคือ การสร้างเส้นทางเดินรถประจำวันโดยวัตถุประสงค์คือ การระบุขึ้นของสินค้าที่รถแต่ละคันจะต้องทำการขนส่งไปยังจุดรับสินค้า โดยพยายามใช้รถในการขนส่งสินค้าน้อยที่สุด โดยผลลัพธ์คือ แบบจำลองส่วนแรกสามารถลดระยะทางในการขนส่งได้ลงประมาณร้อยละ 2.66 หรือประมาณ 176,542 กิโลเมตรต่อปี และส่วนที่สองสามารถลดจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งและลดต้นทุนในการขนส่งลงได้ประมาณร้อยละ 2.98 หรือประมาณ 5.37 ล้านบาทต่อปี

ณัฐฐา (2556) การจัดเส้นทางขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทแฮมป์ โลจิสติกส์ จำกัด ด้วยการใช้อัลกอริทึมเชิงพลวัต จากคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาไปยังกลุ่มลูกค้าที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ภายในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและสระบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางในการการเดินทางขนส่งสินค้า ผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการหาตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มลูกค้า ใช้โปรแกรมเชิงพลวัต ในการคำนวณหาเส้นทางขนส่งสินค้า โดยมีจุดที่ต้องวิ่งส่งสินค้าให้ลูกค้าทั้งหมด 15 ราย ใช้รถขนส่งจำนวน 3 คัน ก่อนการปรับปรุง รถคันที่ 1 มีระยะทาง 98.9 กิโลเมตร คันที่ 2 มีระยะทาง 86.3 กิโลเมตร คันที่ 3 มีระยะทาง 140 กิโลเมตร รวม 325.2 กิโลเมตร และหลังจากการปรับปรุงเส้นทางผลคือ คันที่ 1 มีระยะทาง 151 กิโลเมตร คันที่ 2 มีระยะทาง 74 กิโลเมตร คันที่ 3 มีระยะทาง 77 กิโลเมตร รวม 302 กิโลเมตร ลดลง 23 กิโลเมตร คิดเป็น 7 เปอร์เซ็นต์

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงการเดินทางขนส่งขานมไ่มูกใหม่ จากเดิมที่พัพฒน์ (2556) ได้ทำการจัดเส้นทางขนส่งรถแต่ละคันด้วยการจัดเรียงลำดับการขนส่งเฉพาะคัน ซึ่งรถขนส่งทั้ง 9 คันจะถูกเรียงลำดับการขนส่งใหม่ จากการศึกษา สรุปผลได้ดังนี้

รถขนส่งคันที่ 1 การขนส่งขานมไ่มูก 12 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 130 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 114 กิโลเมตร

รถขนส่งคันที่ 2 การขนส่งขานมไ่มูก 11 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 258 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 210 กิโลเมตร

รถขนส่งคันที่ 3 การขนส่งขานมไ่มูก 17 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 222 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 196 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 4 การขนส่งขานมไข่มุก 15 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 140 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 124 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 5 การขนส่งขานมไข่มุก 10 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 380 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 274 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 6 การขนส่งขานมไข่มุก 14 จุดบริการ

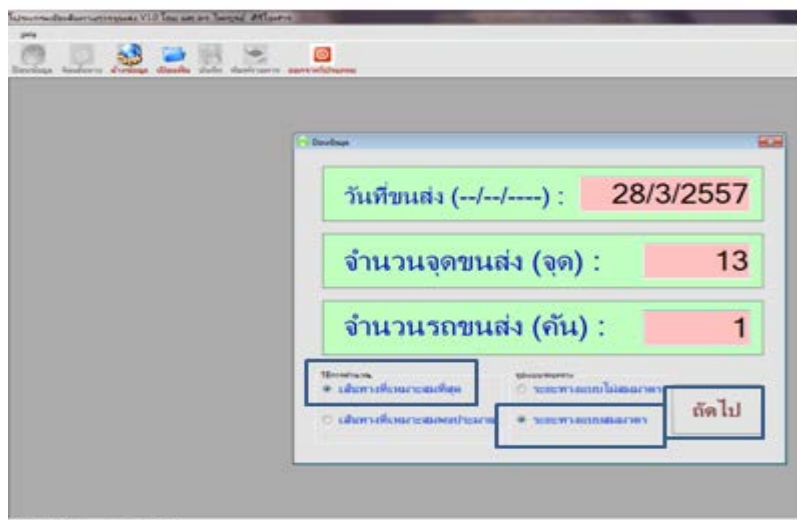
ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 222 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 214 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 7 การขนส่งขานมไข่มุก 12 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 314 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 200 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 8 การขนส่งขานมไข่มุก 15 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 130 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 126 กิโลเมตร
รถขนส่งคันที่ 9 การขนส่งขานมไข่มุก 14 จุดบริการ

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทาง 264 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 228 กิโลเมตร

ผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรม Vehicles Routing Manage ในการปรับปรุงเส้นทางใหม่ โดยทำการกำหนดจุดจำหน่าย
ทั้ง 120 จุด และจัดสรรให้กับรถขนส่งทั้ง 9 คันใหม่ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดเส้นทางใหม่ที่ต้องการ
ให้ระยะทางสูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละสายมีค่าต่ำที่สุด เพื่อให้รถขนส่งทั้ง 9 คัน มีระยะทางในการขนส่งใกล้เคียง
กัน โดยป้อนข้อมูลการขนส่งดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: ข้อมูลการขนส่ง

และป้อนระยะทางระหว่างคู่จุดที่ได้จากการขอเส้นทางจาก Google Map ดังรูปที่ 2 จะได้ผลการ
คำนวณจากโปรแกรม ดังรูปที่ 3

โปรแกรมจัดการเส้นทาง V1.0 โดย

เมนู

ป้อนข้อมูล จัดเส้นทาง ล้างข้อมูล เปิดแฟ้ม บันทึก พิมพ์รายการ ออกจากโปรแกรม

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Inf	2	4	3	1	5	6	10	2	
2	2	Inf	5	2	3	8	10	4	5	3
3	4	5	Inf	4	4	8	2	5	3	1
4	3	2	4	Inf	2	4	3	8	6	5
5	1	3	4	2	Inf	3	5	10	8	4
6	5	8	8	4	3	Inf	10	4	2	3
7	6	10	2	3	5	10	Inf	6	2	5
8	10	4	5	8	10	4	6	Inf	6	4
9	2	5	3	6	8	2	2	6	Inf	3
10	8	3	1	5	4	3	5	4	3	Inf

รูปที่ 2: การป้อนข้อมูลระยะทาง

โปรแกรมจัดการ

เมนู

ป้อนข้อมูล จัดเส้นทาง ล้างข้อมูล เปิดแฟ้ม บันทึก พิมพ์รายการ ออกจากโปรแกรม

วันที่ขนส่ง : 1/11/12
 จำนวนจุดขนส่ง : 10
 จำนวนรถขนส่ง : 3
 วิธีการคำนวณ : เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด
 รูปแบบระยะทาง : ระยะทางแบบสมมาตร

เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 1
 1 To 5 = 1
 4 To 7 = 3
 5 To 4 = 2
 7 To 1 = 6
 ระยะทางการขนส่งของรถขนส่งคันที่ 1 = 12
 เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 1 : 1->5->4->7->1

เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 2
 1 To 2 = 2
 2 To 10 = 3
 3 To 1 = 4
 10 To 3 = 1
 ระยะทางการขนส่งของรถขนส่งคันที่ 2 = 10
 เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 2 : 1->2->10->3->1

เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 3
 1 To 6 = 5
 6 To 8 = 4
 8 To 9 = 6
 9 To 1 = 2
 ระยะทางการขนส่งของรถขนส่งคันที่ 3 = 17
 เส้นทางขนส่งของรถขนส่งคันที่ 3 : 1->6->8->9->1

ระยะทางในการขนส่งรวมทั้งสิ้น = 39
 ระยะเวลาการคำนวณ : Days = 0, Hours = 00, Minutes = 00, Seconds = 01, mSec = 546

รูปที่ 3: ผลการคำนวณจากโปรแกรม

ผลการวิจัย

จากการปรับปรุงเส้นทางการเดินรถขนส่งขานมไข่มุก ซึ่งจะแสดงถึงผลของการทดลองของรถขนส่งทั้ง 9 คันโดยเปรียบเทียบ ทั้งจำนวนจุดบริการ/เส้นทาง และระยะทางได้ดังนี้

รถขนส่งคันที่ 1

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 12 จุดบริการ ระยะทาง 130, 114 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 207 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการเพิ่มขึ้น 1 จุดบริการ ผลต่างระยะทางเพิ่มขึ้น 77, 93 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 2

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 11 จุดบริการ ระยะทาง 258, 210 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 14 จุดบริการ ระยะทาง 133 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการเพิ่มขึ้น 3 จุดบริการ ผลต่างระยะทางลดลง 125, 77 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 3

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 17 จุดบริการ ระยะทาง 222, 196 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 143 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการลดลง 4 จุดบริการ ผลต่างระยะทางลดลง 79, 53 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 4

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 15 จุดบริการ ระยะทาง 140, 124 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 176 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการลดลง 2 จุดบริการ ผลต่างระยะทางเพิ่มขึ้น 36, 52 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 5

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 10 จุดบริการ ระยะทาง 380, 274 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 179 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการเพิ่มขึ้น 3 จุดบริการ ผลต่างระยะทางลดลง 201, 95 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 6

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 14 จุดบริการ ระยะทาง 222, 214 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 14 จุดบริการ ระยะทาง 82 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการเท่าเดิม ผลต่างระยะทางลดลง 140, 132 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 7

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 12 จุดบริการ ระยะทาง 314, 200 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 115 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการเพิ่มขึ้น 1 จุดบริการ ผลต่างระยะทางลดลง 199, 85 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 8

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 15 จุดบริการ ระยะทาง 130, 126 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 14 จุดบริการ ระยะทาง 193 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการลดลง 1 จุดบริการ ผลต่างระยะทางเพิ่มขึ้น 63, 67 กิโลเมตร ตามลำดับ

รถขนส่งคันที่ 9

ก่อนการจัดเส้นทางมีจุดบริการ 14 จุดบริการ ระยะทาง 264, 228 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีจุดบริการ 13 จุดบริการ ระยะทาง 123 กิโลเมตร ปรากฏ มีจุดบริการลดลง 1 จุดบริการ ผลต่างระยะทางลดลง 141, 105 กิโลเมตร ตามลำดับ

สรุปผลรวม 9 เส้นทางพบว่า

ก่อนการจัดเส้นทางมี ระยะทางรวม 2,060 และ 1,686 กิโลเมตร หลังการปรับปรุง มีระยะทาง 1,351 กิโลเมตร ผลต่างระยะทางลดลง 709 และ 335 กิโลเมตร ตามลำดับ ตามตารางที่ 2

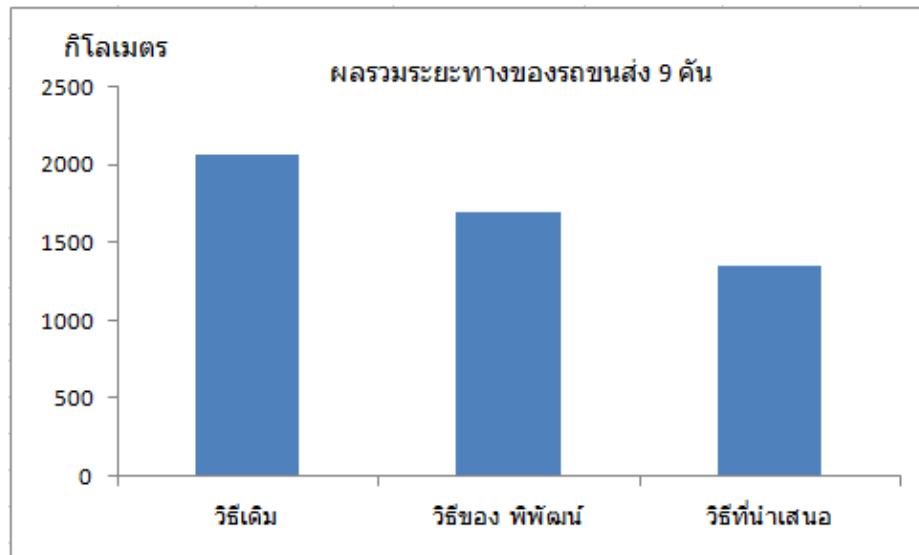
ซึ่งผลต่างระยะทางที่เกิดขึ้นสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละแบบ พบว่าได้ 250 , 160 และ 125 กิโลเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 2: ผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางที่ปรับปรุง

รถคันที่	แบบที่ 1 (เดิม)		แบบที่ 2 (พัฒนา)		แบบที่ 3 (รถ 9 คัน)	
	จุดบริการ	ระยะทาง	จุดบริการ	ระยะทาง	จุดบริการ	ระยะทาง
1	12	130	12	114	13	207
2	11	258	11	210	14	133
3	17	222	17	196	13	143
4	15	140	15	124	13	176
5	10	380	10	274	13	179
6	14	222	14	214	14	82
7	12	314	12	200	13	115
8	15	130	15	126	14	193
9	14	264	14	228	13	123
รวม	120	2,060	120	1,686	120	1,351

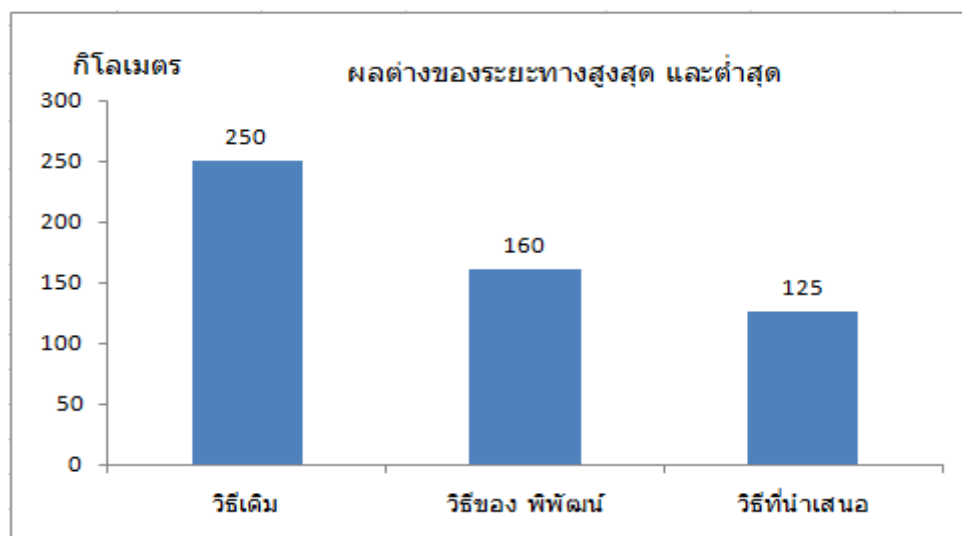
ซึ่งจะพบว่า หากทำการพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางใหม่ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 การจัดเส้นทางรถขนส่งใหม่ทั้งหมดให้กับรถขนส่งทั้ง 9 คัน จะสามารถลดระยะทางการขนส่งจากวิธีเดิม และจากงานวิจัยของ พัฒนา (2557) ได้ 709 กิโลเมตร และ 335 กิโลเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: ผลรวมระยะทางของรถขนส่ง 9 คัน

กรณีที่ 2 การจัดเส้นทางการขนส่งใหม่ทั้งหมดให้กับรถขนส่งทั้ง 9 คัน จะสามารถลดผลต่างของระยะทางของรถขนส่งสินค้าแต่ละคัน ซึ่งจากวิธีเดิม งานวิจัยของ พิพัฒน์ (2557) และการปรับปรุงเส้นทางใหม่ในงานวิจัยนี้ได้ 250 กิโลเมตร 160 กิโลเมตร และ 125 กิโลเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5: ผลต่างของระยะทางสูงสุด และต่ำสุด

สรุปผลการวิจัย

จากการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งใหม่สามารถลดระยะทางขนส่ง จากเดิมได้ 34.41% และลดลงจากวิธีของพีพัฒนา 19.86% และทำให้ผลต่างของระยะทางการขนส่งที่เกิดขึ้นสูงสุด มีค่าต่ำสุด ลดลงจากวิธีเดิม 50% และลดลงจากวิธีของพีพัฒนา 21.87%

จากการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานวิจัย การปรับปรุงการจัดเส้นทางพาหนะสำหรับขนส่งสินค้า ขนหมูไข่มุก โดยใช้รถขนส่งจำนวน 9 คัน แบ่งเป็น 9 เส้นทาง ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถแสดงถึงค่าใช้จ่ายที่ลดลง โดยกำหนดให้ราคาน้ำมันดีเซลลิตรละ 30 บาท อัตราสิ้นเปลืองเฉลี่ยต่อคันที่ 10 กิโลเมตรต่อลิตร พบว่ามีค่าใช้จ่ายจากราคาเชื้อเพลิง 3 บาทต่อกิโลเมตร ดังนี้

วิธีเดิมจะใช้ค่าเชื้อเพลิง 2,255,700 บาทต่อปี วิธีของพีพัฒนาใช้ค่าเชื้อเพลิง 1,846,170 บาทต่อปี ลดลง 409,530 บาท คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ และวิธีที่นำเสนอ มีค่าเชื้อเพลิง 1,479,345 บาทต่อปี ลดลง 776,355 บาทต่อปี และ 366,825 บาทต่อปี คิดเป็น 34 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบวิธีเดิมและวิธีของพีพัฒนา ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร. (2555). การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขายหลายคน.

การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์ และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 12, 22-23 พฤศจิกายน 2555 โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน จังหวัดเชียงใหม่.

พีพัฒนา กุลานูวัติ. (2557). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรมเชิงพลวัต กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมชาไข่มุกคณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

ณัฐา สุขจินดา. (2556). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา บริษัทแฮมป์ โลจิสติกส์ จำกัด. คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

อัศรพล เนื่องฤทธิ์. (2550). การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางสำหรับร้านค้าสะดวกซื้อ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3D Products Presentation using Augmented Reality Technology

วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล^{1*}, ธนธรรม แก้ววิชิต², จตุรงค์ เรือนเพ็ง³, กรณิศ ศรีสัมพันธ์⁴
Wanvipa Wongvilaisakul¹, Tanathum Keawwichit²,
Chaturong Rueanpheng³, Koranit Srisamphan⁴

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

³คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

⁴คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

* wanvipawon@pim.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการนำเสนอสินค้าต่างๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ทางการตลาดแก่ลูกค้ามากยิ่งขึ้น ทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบโมเดลสินค้าสามารท์โฟนและเตาไฟฟ้าในรูปแบบสามมิติ ทั้งนี้ ขั้นตอนในการพัฒนาประกอบด้วย การพัฒนาต้นแบบโมเดลสินค้า 3 มิติด้วยซอฟต์แวร์ Blender ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส เนื่องจากสามารถดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และมีฟังก์ชันเสริมที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน รวมถึงมีการพัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยโปรแกรม Vuforia และ Unity 3D

จากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านความเป็นจริงเสริม จำนวน 3 ท่าน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แอปพลิเคชันสามารถนำเสนอสินค้าแบบเสมือนจริงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และผลการประเมินโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 52 ท่าน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แอปพลิเคชันสามารถนำเสนอสินค้าแบบเสมือนจริงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 รองลงมาได้แก่ แอปพลิเคชันสามารถบอกถึงคุณลักษณะหรือวิธีการใช้งานของสินค้าได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ย 4.13 และแอปพลิเคชันมีความง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.07 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความเป็นจริงเสริม โมเดลสามมิติ ประสบการณ์ทางการตลาด

ABSTRACT

In the present day, Augmented Reality Technology has been used as a tool to present various types of products. This is to create a market experience for customers. The

researcher has come up with an idea to propose products in the form of 3D with augmented reality technology. The purpose is to develop the prototype model for smartphone and electronic oven products in 3D form. This is done with Blender software which is Opensource software. This is because it is capable of download without any additional fees and there is also an additional function which is suitable for work purposes. Moreover, there has also been a development of application for augmented reality on android system with Vuforia and Unity 3D program.

Based on the evaluation by 3 experts regarding Augmented Reality, it is found that the overall satisfaction for the application usage is equivalent to 3.66. The area with the highest mean is application has the ability to present product realistically in different forms; such as, visual, sound, or video which is equivalent to 4.00. Moreover, the evaluation by general users for the total of 52 samples found that the satisfaction for the application is equivalent to 4.23 and the area with the highest mean is application has the ability to present product realistically in different forms; such as, visual, sound, and video which is equivalent to 4.21. The second area is the application has the ability to indicate distinct characteristics or methods of product which is equivalent to 4.13, and application is easy to use which is equivalent to 4.07, respectively.

Keywords: Augmented Reality, 3D Model, Marketing Experience

บทนำ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่เรียกว่า “Augmented Reality” คือ เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยผ่านทางอุปกรณ์ต่างๆ อย่างกล้องถ่ายภาพ เซ็นเซอร์ และ GPS ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดของสินค้า ทั้งภาพ 3 มิติ ข้อมูลสินค้าเป็นภาษาอื่นๆ วิดีโอและเสียงบรรยายเพื่อนำเสนอฟังก์ชันการใช้งานและคุณสมบัติของสินค้าในรูปแบบที่ดึงดูดความสนใจของลูกค้ามากยิ่งขึ้น และถือว่าเป็นเครื่องมือการตลาดยุคใหม่ที่กำลังถูกจับตามอง

ในปัจจุบันการทำการตลาดที่สามารถสร้างประสบการณ์และความรู้สึกร่วม (Marketing Experience) แบบเสมือนจริงให้แก่ผู้บริโภค กลายเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้รายละเอียดของสินค้าในมุมมองต่างๆ ที่ช่วยกระตุ้นการตัดสินใจในการซื้อได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้บริโภคเกิดความเข้าใจในคุณลักษณะของสินค้ามากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าในบางประเภทที่มีข้อจำกัดในการนำเสนอรายละเอียดของสินค้า

สมาร์ทโฟนถือเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีข้อจำกัดในการนำเสนอข้อมูลให้แก่ลูกค้า เนื่องจากปัจจุบันร้านสะดวกซื้อส่วนใหญ่ได้มีการวางจำหน่ายสินค้าประเภทนี้ แต่ลูกค้าไม่สามารถแกะกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อดูรูปทรงและฟังก์ชันการใช้งานได้ รวมถึงลูกค้าชาวต่างชาติยังต้องการรับทราบข้อมูลสินค้าเป็นภาษาอื่นๆ และวิธีการใช้งานพื้นฐาน เช่น การใส่ซิมการ์ด เป็นต้น นอกจากนี้ การจำหน่ายสินค้าผ่านแคตตาล็อก เช่น ผลิตภัณฑ์เตาไฟฟ้า นับเป็นอีกหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสตัวสินค้าได้จึงทำให้ยากต่อการตัดสินใจซื้อ หากสามารถลดข้อจำกัดดังกล่าวได้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก็จะช่วยทำให้ลูกค้าเกิดความเข้าใจในตัวสินค้ามากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาต้นแบบโมเดลสินค้าสมาร์ทโฟนและเตาไฟฟ้าในรูปแบบสามมิติและพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์แก่ลูกค้าให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อการพัฒนาต้นแบบโมเดลสินค้าสมาร์ทโฟนและเตาไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

1. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) หรือ AR

AR จัดเป็นแขนงหนึ่งในงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยผสมผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงกับข้อมูลดิจิทัล ซึ่งกำลังเป็นที่รู้จักเป็นอย่างดีในการสร้างเป็นแอปพลิเคชันสำหรับผู้บริโภค เช่น การโฆษณาสินค้าทางหน้าต่างหนังสือพิมพ์ การจัดพิมพ์หนังสือที่มีเนื้อหาความเป็นจริงเสริม จนเรียกได้ว่าได้แสวงหาโค้งกอลมาเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน ทั้งนี้ เนื่องมาจากการที่สมาร์ทโฟนมีราคาถูกลง ทำให้เป็นการเปิดตลาดสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมมากยิ่งขึ้น ประกอบกับผู้ใช้งานมีศักยภาพและมีความพร้อมต่อการปรับใช้ AR ในแพลตฟอร์มต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม (Sanni Siltanen, 2012)

ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสริมได้ถูกนำมาใช้ในการแสดงข้อมูลสินค้า ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ของเล่น LEGO ที่มีตัว AR Terminal เพื่อให้ลูกค้าสามารถมองเห็นสิ่งที่บรรจุอยู่ในกล่องผลิตภัณฑ์ โดยใช้กล้องเว็บแคมร่วมกับมาร์คเกอร์ที่อยู่บนกล่อง จากนั้นโมเดลสินค้ารูปแบบ 3 มิติ จะถูกแสดงขึ้นมาบนกล่องทันที ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: Lego AR Terminal

ที่มา : <http://www.designcognition.com>

ระบบความจริงเสริมเคลื่อนที่ (Mobile Augmented Reality System: MARS) เป็นการแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติที่ถูกนำมาใช้กับอุปกรณ์การประมวลผลแบบเคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต เนื่องจากมีขนาดเล็กและราคาไม่แพง และสามารถเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อการใช้งานที่สะดวกขึ้น ทำให้มีการนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย (Reshma Jadhav & Vanita Mane, 2013) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมาร์ทโฟนได้นำพาการตลาดมาสู่จุดเปลี่ยน เนื่องจากมีคุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ กล้องถ่ายรูป GPS และเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในเครื่อง ซึ่งสมาร์ทโฟนที่รองรับเทคโนโลยีนี้ได้มีหลายยี่ห้อและมีระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย (พนิดา ต้นศิริ, 2553)

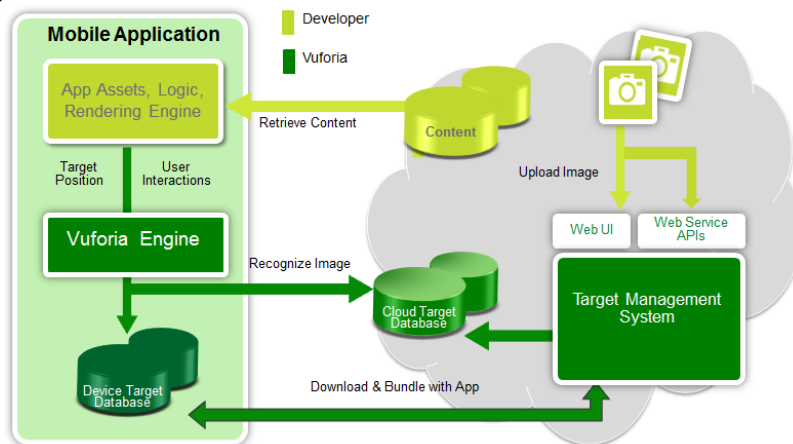
ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เป็นต้นมา ได้มีการส่งเสริมให้ผู้ใช้งานกันมาใช้ซอฟต์แวร์ฟรีและซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สมากยิ่งขึ้น ทำให้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กลายมาเป็นผู้นำในตลาด เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่มีผู้ร่วมพัฒนาเป็นจำนวนมากจึงเป็นเทคโนโลยีที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ยังเป็นมิตรกับผู้ใช้ มีการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีความยืดหยุ่นต่อการนำไปใช้งาน (Raviraj S. Patkar, 2013)

วิภาดา กิจแก้วกานต์ และ วีระพงศ์ มาลัย (2554) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี AR ที่มีต่อกลยุทธ์ทางการตลาดในหลายด้าน อาทิ ด้านการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ โดย AR สามารถบรรจุข้อมูลของสินค้าได้เป็นจำนวนมากทั้งภาพและเสียง ช่วยให้ผู้บริโภคสามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ 360 องศา นอกจากนี้ ยังรองรับการใช้งานสังคมออนไลน์ในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การใช้สินค้าหรือบริการระหว่างผู้บริโภคกับผู้บริโภค ตลอดจนการใช้ AR ช่วยสนับสนุนการจัดทำกิจกรรมทางการตลาดและการสร้างความสัมพันธ์ต่อลูกค้า เช่น การส่งคู่มือส่วนลด หรือการให้ข้อมูลเมื่อผู้บริโภคเดินทางผ่านร้านค้า เป็นต้น

อีกตัวอย่างที่มีการใช้ AR ในการโฆษณาเพื่อส่งเสริมการตลาด เช่น กรณี Nissan: The 2008 LA Auto Show ที่มีการใช้เว็บแคมให้ลูกค้าสามารถเข้าถึงรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายมุมมอง (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2553)

2. เว็บไซต์ Vuforia

Vuforia เป็นเว็บไซต์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของบริษัท Qualcomm ถูกนำมาใช้ในการสแกนวัตถุและสร้างการโต้ตอบผ่านสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตของผู้ใช้ และให้บริการเชื่อมต่อภาพถ่ายกับฐานข้อมูล



รูปที่ 2: กระบวนการทำงานของ Vuforia

ที่มา : <https://developer.vuforia.com>

3. เว็บไซต์ Unity

Unity เป็นเว็บไซต์ที่ให้การสนับสนุนการทำงานด้านกราฟิกและการเขียนโปรแกรมในการสร้างแอปพลิเคชันความจริงเสริม โดยมีหลักการทำงานที่ไม่ซับซ้อน สามารถเรียนรู้ได้ง่าย

บทความวิจัยชิ้นนี้ มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ที่เป็นโมเดลสามมิติประกอบเสียง เพื่อสร้างประสบการณ์ทางการตลาดให้แก่ผู้ใช้งาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาการพัฒนาด้านแบบโมเดลสินค้าสมาร์ทโฟนและเตาไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ทีมผู้วิจัยได้ใช้แนวคิด ADDIE มาเป็นแนวทาง ประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation)

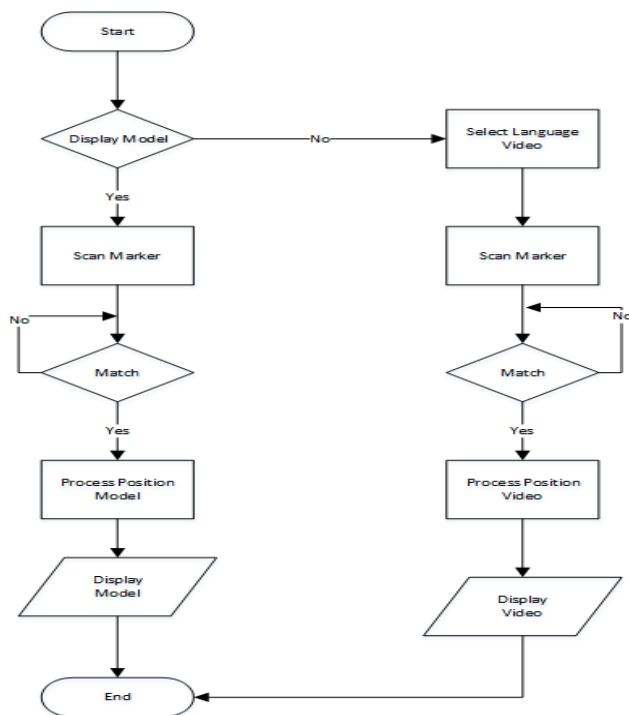
วิธีการดำเนินงานหลัก มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ระบบ (Analysis)

เมื่อได้ศึกษาระบบงานและเก็บรวบรวมข้อมูล ทีมผู้วิจัยได้วิเคราะห์เครื่องมือ Vuforia มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนา เนื่องจากทาง Vuforia มีบริการและการทำงานในด้านความจริงเสริมได้มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้ในการนำเสนอต้นแบบผลิตภัณฑ์เตาไฟฟ้าและสมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2. การออกแบบ (Design)

ลำดับการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย การใช้รูปโมเดลเป็นมาร์คเกอร์ในการเลือกเข้าสู่เมนูแสดงโมเดลหรือการแสดงวิดีโอในภาษาต่างๆ หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าตรงกับฐานข้อมูลหรือไม่ หากตรงกันจะนำข้อมูลของสินค้าออกมาแสดง ดังแผนภาพลำดับการทำงานของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3: แผนภาพลำดับการทำงานของแอปพลิเคชัน

3. การพัฒนา (Development)

3.1 พัฒนารูปแบบโมเดลสินค้า 3 มิติด้วยซอฟต์แวร์ Blender ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส



รูปที่ 4: โมเดลผลิตภัณฑ์เตาไฟฟ้า

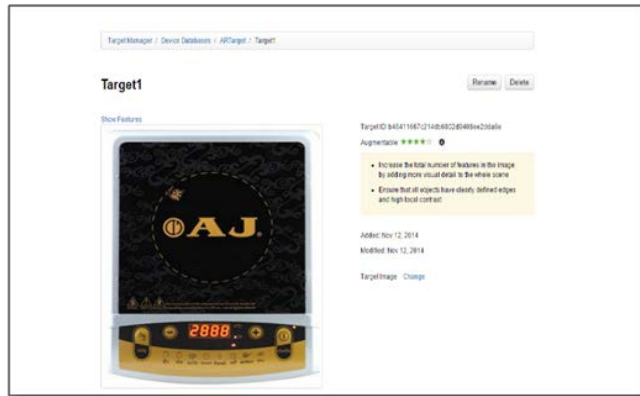


รูปที่ 5: โมเดลผลิตภัณฑ์สมาร์ทโฟน

3.2 พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยโปรแกรม Vuforia และ Unity 3D

ขั้นตอนที่ 1 เลือกภาพที่ต้องการให้เป็นมาร์คเกอร์แล้วทำการอัปโหลดไว้ที่ Vuforia โดยเลือกหัวข้อ Target Manager -> Create Database -> ทำการตั้งชื่อฐานข้อมูล -> ทำการเพิ่มมาร์คเกอร์ที่เตรียมไว้ โดยเข้าไปที่ Add Target เมื่อเรียบร้อยแล้วจะได้ดังรูปที่ 6

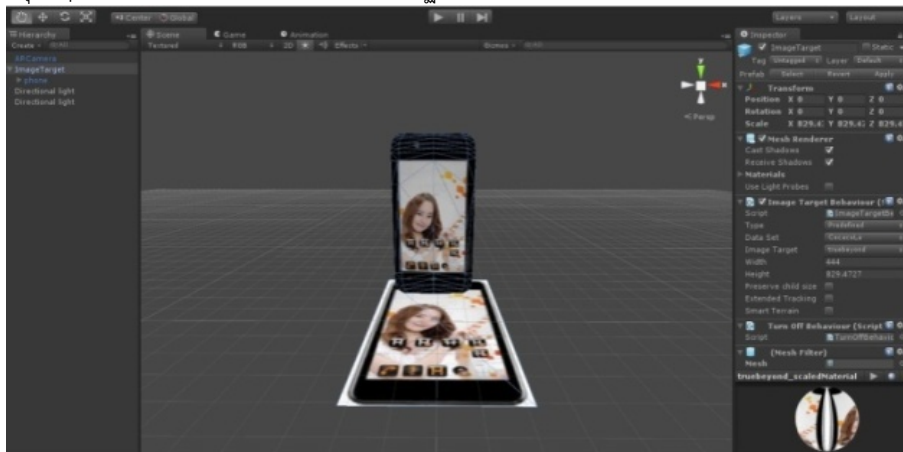
การประชุมวิชาการปัญญาวิวัฒน์ระดับชาติ ครั้งที่ 5
8 พฤษภาคม 2558 สถาบันการจัดการปัญญาวิวัฒน์



รูปที่ 6: การอัปโหลดมาร์คเกอร์ด้วยโปรแกรม Vuforia

ขั้นตอนที่ 2 ทำการดาวน์โหลดมาร์คเกอร์เพื่อนำมาใช้งาน โดยเข้าถึงฐานข้อมูลที่สร้างไว้ -> เลือกมาร์คเกอร์ที่ต้องการ -> เลือก Download Selected Targets -> เลือก Unity Editor และตั้งชื่อไฟล์ -> เลือก Create เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะได้ไฟล์นามสกุล .unitypackage

ขั้นตอนที่ 3 ทำการดาวน์โหลด Unity Extension - Vuforia v3.0 -> ทำการ Import Package ใน Unity 3D พร้อมทั้ง Import Package ฐานข้อมูลที่ทำการดาวน์โหลดมาใช้งานในขั้นตอนที่ 2 -> ดำเนินการป้อนข้อมูลมาร์คเกอร์และโมเดลในระบบโดยใช้เครื่องมือของ Unity 3D เมื่อทำการติดตั้งมาร์คเกอร์เสร็จแล้วจะใช้โปรแกรม Unity 3D เชื่อมโยงมาร์คเกอร์กับโมเดลสามมิติ ดังรูปที่ 7 จากนั้นจึงส่งออกไฟล์เป็นนามสกุล .apk เพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้



รูปที่ 7: โมเดลสามมิติในโปรแกรม Unity

4. การนำไปใช้ (Implementation)

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา C# ร่วมกับ Unity ในการนำเสนอต้นแบบผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นอกจากจะสามารถแสดงโมเดลผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติ ดังรูปที่ 8 แล้วยัง

การประชุมวิชาการปัญญาวัฒน์ระดับชาติ ครั้งที่ 5
8 พฤษภาคม 2558 สถาบันการจัดการปัญญาวัฒน์

สามารถแสดงเสียงบรรยายประกอบในภาษาต่างๆ ดังรูปที่ 10 รวมถึงแสดงวิดีโอสาธิตใช้งาน รูปที่ 10 อีกด้วย



รูปที่ 8: การแสดงผลโมเดลสมาร์ทโฟนในรูปแบบ 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



รูปที่ 9: การแสดงผลโมเดลเตาไฟฟ้าในรูปแบบ 3 มิติ พร้อมเสียงบรรยาย ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



รูปที่ 10: การแสดงผลวิดีโอสาธิตขั้นตอนการใส่ซิมการ์ดของสมาร์ทโฟน ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

5. การประเมินผล (Evaluation)

ในการประเมินผลการทำงานของแอปพลิเคชัน สามารถแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.1 การทดสอบในขั้นแอลฟา (Alpha Stage) เป็นการทดสอบหาข้อบกพร่องของแอปพลิเคชันโดยทีมผู้วิจัย

3.2 การทดสอบในขั้นเบต้า (Beta Stage) เป็นการทดสอบคุณภาพของแอปพลิเคชัน โดยปรับปรุงแบบประเมินมาจาก Digital Content Evaluation Framework (Gesci, 2555) ประกอบด้วย ผู้ทดสอบ 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 52 ท่าน

ผลการวิจัย

จากการสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าผู้ตอบแบบประเมินในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เป็นเพศชาย จำนวน 3 คน อายุระหว่าง 26 -35 ปี มีจำนวน 2 คน และ 35 ปีขึ้นไป มีจำนวน 1 คน แบ่งออกเป็นการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 2 คน และระดับสูงกว่าปริญญาโท จำนวน 1 คน

สำหรับกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปเป็นเพศชาย จำนวน 25 คน และเป็นเพศหญิง 27 คน รวม 52 คน โดยมีอายุต่ำกว่า 15 ปี จำนวน 1 คน อายุระหว่าง 16-25 ปี จำนวน 36 คน อายุระหว่าง 26 - 35 ปี จำนวน 12 คน และ 35 ปี ขึ้นไป จำนวน 3 คน แบ่งออกเป็นการศึกษาด้านปริญญาตรี จำนวน 17 คน ระดับปริญญาตรี จำนวน 33 คน และระดับปริญญาโท จำนวน 2 คน

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป เมื่อกำหนดค่าคะแนนของการประเมินจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด (5 4 3 2 1) แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.25–5.00 หมายถึง ดีมาก
- ค่าเฉลี่ย 3.50–4.24 หมายถึง ดี
- ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ปานกลาง
- ต่ำกว่า 2.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

ตารางที่ 1: ตารางแสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ		ผู้ใช้ทั่วไป	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
1. โมเดลสามารถแสดงรูปทรงของสินค้าได้เหมือนจริงและมองเห็นได้อย่างชัดเจน	3.66	ดี	3.92	ดี
2. แอปพลิเคชันสามารถบ่งบอกถึงคุณลักษณะหรือวิธีการใช้งานของสินค้าได้อย่างชัดเจน	3.66	ดี	4.13	ดี
3. แอปพลิเคชันสามารถนำเสนอสินค้าแบบเหมือนจริงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ	4.00	ดี	4.21	ดี
4. จากการใช้แอปพลิเคชัน ท่านมีความสนใจเพิ่มขึ้นในการตัดสินใจซื้อสินค้า	3.66	ดี	3.96	ดี
5. แอปพลิเคชันมีความง่ายต่อการใช้งาน	3.66	ดี	4.07	ดี
6. ท่านมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้แอปพลิเคชัน	3.66	ดี	4.23	ดี

Comment [a1]: ชื่อรูปภาพ 14 point
ตัวธรรมดา

จากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านความจริงเสริม จำนวน 3 ท่าน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แอปพลิเคชันสามารถนำเสนอสินค้าแบบเสมือนจริงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคต ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าควรมีการเชื่อมต่อกับ Web API ของระบบต่างๆ เพื่อให้สามารถนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้าได้มากขึ้น และเพิ่มลูกเล่นในการแสดงโมเดล 3 มิติ เช่น การแสดงผลแบบแอนิเมชันที่ผู้ใช้งานสามารถตอบโต้กับโมเดลสามมิติได้ เพื่อเพิ่มความสวยงามและดึงดูดใจผู้ใช้งานให้มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จากผลการประเมินโดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 52 ท่าน พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ซึ่งด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ แอปพลิเคชันสามารถนำเสนอสินค้าแบบเสมือนจริงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง หรือวิดีโอ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 รองลงมาได้แก่ แอปพลิเคชันสามารถบ่งบอกถึงคุณลักษณะหรือวิธีการใช้งานของสินค้าได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ย 4.13 และ แอปพลิเคชันมีความง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.07 ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยชิ้นนี้ต้องการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ 3 มิติด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยทีมผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาต้นแบบสินค้าจำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สมาร์ทโฟนและเตาไฟฟ้า เนื่องจากเป็นสินค้าที่มีข้อจำกัดในการนำเสนอสินค้าแบบทั่วไป หลังจากมีการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการนำเสนอสินค้าในรูปแบบโมเดล 3 มิติ และ การแสดงวิดีโอสาธิตขั้นตอนการใช้งาน พบว่าความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไปอยู่ในระดับที่ดี แต่ยังมีปัญหาในขั้นตอนการใช้งานแอปพลิเคชัน เนื่องจากกล้องของสมาร์ทโฟนในแต่ละรุ่นมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน ทำให้ความสามารถในการอ่านมาร์คเกอร์เพื่อแสดงรายละเอียดของสินค้ามีมากน้อยแตกต่างกัน

จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าในการพัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริม ควรใช้ทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image Processing) และผู้พัฒนาควรศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง การวิเคราะห์ค่าสี ตลอดจนมีความรู้และความเข้าใจในเครื่องมือที่ใช้ เพื่อให้สามารถเรียกใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่พบได้

ทั้งนี้ ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการประมวลผลและการให้บริการแบบคลาวด์ที่ช่วยสนับสนุนผู้ใช้ให้สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ ความสามารถของอุปกรณ์เคลื่อนที่ การพัฒนาบริการระบุตำแหน่งที่ตั้ง (location-based services) และความนิยมในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ผู้ใช้งานมีความพร้อมในการปรับใช้เทคโนโลยีนี้มากยิ่งขึ้น จึงเป็นโอกาสของผู้พัฒนาแอปพลิเคชันในการนำเสนอผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ผู้บริโภคต้องการได้มากที่สุด

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลายทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการที่ให้ความสำคัญต่อการรับรู้ทางสายตาของผู้ใช้งาน ตลอดจนการแสดงผลข้อมูลความจริงเสริมแบบ 3 มิติจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีมุมมองที่ดีขึ้นและสามารถเข้าใจสภาพแวดล้อมในการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- พนิดา ตันศิริ. (2553). *โลกเสมือนผสานโลกจริง*. วารสารนักบริหาร. ปีที่ 30 ฉบับที่ 2, หน้า 169-175.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. (2553). *เทคโนโลยีผสานความจริงเสมือน*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2553, หน้า 189-194.
- วิภาดา กิ่งแก้วกานต์ และ วีระพงศ์ มัลลย์. (2554). *4G และ AR เทคโนโลยีใหม่สำหรับการตลาด*. วารสารนักบริหาร. ปีที่ 30 ฉบับที่ 4, หน้า 187-191.
- Chris Penfold. (2010). *Adding value for consumers through internet & packaging in a Brave New World*. Retrieved January 21, 2015, from Website: <http://www.designcognition.com/tag/ar>
- Gesci. (2555). *Digital Content Evaluation Framework*. Retrieved January 7, 2015, from Website: <http://www.gesci.org/assets/files/Digital%20Content%20Evaluation%20Framework%20for%20Ghana.pdf>
- Raviraj S. Patkar, S. Pratap Singh and Swati V. Birje. (2013). *Marker Based Augmented Reality Using Android OS*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Volume 3, Issue 5, pages 64-69.
- Reshma Jadhav, Vanita Mane. (2013). *An Introduction To Augmented Reality With Mobile System*. Conference on Advances in Electronics, Electrical and Computer Engineering. pages 22-26.
- Sanni Siltanen. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality*. Kopijyvä Oy: Kuopio.
- Qualcomm Connected Experiences, Inc. (2010). *How To*. Retrieved January 30, 2015, from Website: <http://developer.vuforia.com>

การพัฒนาระบบการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานของหน่วยงานบริหารกลยุทธ์:

กรณีศึกษาบริษัทอุตสาหกรรมอาหาร

A DEVELOPMENT OF OPERATIONAL REPORTING SYSTEMS OF STRATEGIC MANAGEMENT SECTION : A CASE STUDY OF FOOD INDUSTRIAL COMPANY

พรพรรณ เตือประโคน¹, ณฐวัฒน์ เปล่งปลั่ง², อ.สุคนธ์ทิพย์ เพ็ญศิลป์^{3*}
Ponparn Tauprakhon¹, Nathawat Plengplang², Lect. Sukonthip Permsin^{3*}

^{1,2,3} สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2,3} Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology
Panyapiwat Institute of Management

*Corresponding author, E-mail: sukonthipper@pim.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน ของหน่วยงานบริหารกลยุทธ์ ในบริษัทอุตสาหกรรมอาหารแห่งหนึ่ง โดยผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน พบว่ามี กระบวนการอยู่ 4 ขั้นตอน คือ รวบรวมข้อมูล คัดกรองข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรูปแบบรายงาน ซึ่งการ ทำงานในปัจจุบันมีการจัดการและการประมวลผลข้อมูลด้วยมือ ทำให้ใช้ระยะเวลานานในการจัดทำรายงานในแต่ละ ครั้ง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้นำเสนอระบบการจัดทำรายงานแบบใหม่ โดยการสร้างระบบประมวลผล ข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Excel ภายในระบบที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมา ประกอบด้วย 1) ฐานข้อมูล 2) ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูล และ 3) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งทั้งสามส่วนนี้จะ เชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกันเพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูล และผู้วิจัยได้สร้าง Macro ที่จัดเก็บกลุ่มคำสั่งการ ทำงานอัตโนมัติด้วยภาษา VBA (Visual Basic for Application) เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อัตโนมัติ ผลการ ทดสอบพบว่า ระบบประมวลผลข้อมูลนี้ สามารถช่วยในการจัดทำรายงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วขึ้น โดย สามารถลดเวลารวมในการจัดทำรายงานลงได้ 64.13% แบ่งออกเป็นลดเวลาของแต่ละขั้นตอน คือ การคัด กรองข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรูปแบบรายงาน ได้ 88.16%, 99.21% และ 5.50% ตามลำดับ ส่งผลให้การ ทำงานมีประสิทธิภาพขึ้นด้วย

คำสำคัญ: ฐานข้อมูล รายงานผลการดำเนินงาน การลดเวลาการจัดทำรายงาน

ABSTRACT

The objective of this research is reduce operational report preparation time for Strategic Management Section in Food Industrial Company. The report preparation process are 4 steps; Data collection, Data sorting, Data analysis and Data reporting. Currently, the Strategic Management Section spends a lot of time to prepare the report by manually. To develop the report preparation process, the researchers propose a new reporting system by using automatic

computer program, Microsoft Excel, and create macro by using VBA (Visual Basic Application) to collect all command group of this system. The new reporting system contains 3 components: 1) Database 2) Model for data selection and 3) Data analysis program. To avoid any error in the reporting system all parts of data are linked and transferred to the next steps by automatic process. After implementation the new reporting system, the Strategic Management Section can improve accuracy of the report and reduce report preparation time to 47.50%, in step of Data sorting, Data analysis and Data reporting by 88.16%, 99.21% and 5.50% respectively.

Keywords: database, operational reporting system, reducing preparation time

บทนำ

จากการดำเนินงานทางธุรกิจอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการแข่งขันสูงและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผู้บริหารจึงต้องมีการวิเคราะห์วางแผนและตัดสินใจอย่างถูกต้องรวดเร็ว เพื่อช่วยให้ธุรกิจสามารถดำเนินไปได้อย่างมั่นคง ดังนั้นข้อมูลจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำเนินการ การใช้ข้อมูลเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจลงทุนภาคธุรกิจ และวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อแข่งขันกับคู่แข่ง ฉะนั้นการมีข้อมูลในหลายๆ ด้านจะทำให้มีโอกาสมและมีชัยชนะเหนือคู่แข่งได้ในระดับหนึ่ง แต่หากมองในทางกลับกันการมีข้อมูลจำนวนมากแต่ขาดการจัดการให้เป็นระบบ ยุ่งยากในการเข้าถึงและสืบค้น ธุรกิจอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาข้อมูลเหล่านั้นโดยไม่จำเป็น เพราะไม่ได้รับประโยชน์จากข้อมูลที่มี นอกจากนี้หากมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์อย่างผิดพลาดอาจจะก่อให้เกิดผลเสียหายได้ ซึ่งเป็นการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจไป ดังนั้นการกลั่นกรองและการจัดระบบข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อผู้บริหารจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะในยุคที่ผู้บริหารมีความต้องการข้อมูลในการตัดสินใจให้ทันต่อสถานการณ์

ในกรณีศึกษาเป็นหน่วยงานบริหารกลยุทธ์ของบริษัทอุตสาหกรรมอาหารแห่งหนึ่ง ที่มีการนำเอาข้อมูลการดำเนินงานของบริษัทมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวางแผนกลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น ข้อมูลยอดขาย ข้อมูลกำไร และข้อมูลต้นทุนในการผลิต เป็นต้น โดยมีหน่วยงานบริหารกลยุทธ์เป็นผู้จัดทำรายงานผลการดำเนินงานของบริษัทตามตัวชี้วัดกลยุทธ์ในแต่ละเดือน เพื่อนำเสนอต่อผู้บริหารในที่ประชุมเพื่อตัดสินใจวางแผนกลยุทธ์ ซึ่งฝ่ายบริหารกลยุทธ์จะต้องรวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลเหล่านั้น มาจัดทำเป็นรายงานที่แสดงค่าตัวชี้วัดต่างๆ ที่มีข้อมูลที่ครบถ้วนชัดเจน ครอบคลุมทุกมุมมอง แสดงภาพให้เข้าใจง่ายมีจุดตัดสินใจที่ต้องต้องแม่นยำ

เนื่องจากรายงานผลการดำเนินงานที่จัดทำในปัจจุบันนั้น ต้องมีข้อมูลที่ครบทุกด้าน ซึ่งก็จะมีข้อมูลจำนวนมากที่ต้องทำการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้รายงานที่ครอบคลุมทุกมุมมองของผลการดำเนินงาน จึงใช้ระยะเวลาในการจัดทำรายงานนาน ทำให้ผู้บริหารได้รับรายงานล่าช้าในแต่ละเดือน ส่งผลให้การตัดสินใจวางแผนกลยุทธ์ของผู้บริหารไม่ทันต่อสถานการณ์ อาจจะทำให้สูญเสียโอกาสทางธุรกิจไป ดังนั้นการพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงาน จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สามารถจัดทำรายงานได้รวดเร็วขึ้น โดยใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดการ ซึ่งจะสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จัดทำระบบประมวลผลข้อมูล เพื่อลดเวลาและขั้นตอนในการทำรายงานผลการดำเนินงาน

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการทำงาน (Work Study)

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ (2547 : 27-28) กล่าวว่า การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นคำที่ใช้แทนวิธีการต่างๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน และการวัดผลงาน ซึ่งในการศึกษาวิธีการทำงานของคนอย่างมีแผน และพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพและภาวะของการทำงานเพื่อปรับปรุงการทำงานนั้นให้ดีขึ้น

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Process Chart)

แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง หมายถึง แผนภูมิแสดงการเคลื่อนที่ของคนวัสดุ หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต โดยมีการบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดอย่างละเอียดทุกขั้นตอนของการทำงานมีเวลาหรือระยะทางที่เกิดขึ้นแสดงไว้ด้วย แผนภูมินี้เหมาะสำหรับใช้วิเคราะห์งานที่ต้องเสียเวลาทำงานนานๆ หรือวิเคราะห์งานที่เสียเวลาเคลื่อนย้าย

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภททั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธรา อังสกุลและ จิตมนต์ อังสกุล (2554) ได้ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยระบบได้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์กำไรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวขององค์กรตามความต้องการของผู้บริหาร ผลการทดลองพบว่า แบบจำลองการพยากรณ์กำไรมีความถูกต้องของตัวแบบมากกว่า ร้อยละ 86.13 ผู้ประกอบธุรกิจสามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรายได้ ต้นทุน และกำไร นอกจากนี้ระบบยังช่วยให้ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้อย่างสะดวกและรวดเร็วอีกด้วย

อารักษ์ พิทักษ์กุล (2554) ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดการใบเสนอราคา ในบริษัทผู้รับเหมาแห่งหนึ่ง ในงานวิจัยได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อลดระยะเวลากระบวนการจัดทำใบเสนอราคา โดยการประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในการเก็บข้อมูลตัวแทนจำหน่าย ข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ ข้อมูลการสอบราคา รวมถึงการเปรียบเทียบราคากับใบเสนอราคาที่ผ่านมาเพื่อการตัดสินใจ ผลจากการวิจัยนี้พบว่า การประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้ประมาณราคาสามารถสืบค้นข้อมูลได้สะดวกขึ้น และลดจำนวนรายการที่ต้องสอบราคากับตัวแทนจำหน่าย ส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาการจัดทำเอกสารใบเสนอราคาโดยเฉลี่ยจาก 6.6 วันเหลือเพียง 4.1 วันต่อโครงการ

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพบว่าการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ มีการใช้เทคนิคในการพัฒนาระบบที่แตกต่างกัน แต่การนำระบบมาใช้ส่วนใหญ่ มีจุดประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการและรวดเร็ว ง่ายต่อการดำเนินงานในด้านต่างๆ สำหรับงานวิจัยเล่มนี้เป็นการสร้างระบบประมวลผลข้อมูล โดยใช้หลักการวงจรชีวิตของการพัฒนาซอฟต์แวร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยการออกแบบฐานข้อมูลและมุ่งเน้นพัฒนาที่ตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ชุดคำสั่ง Macro ที่สร้างขึ้นด้วยภาษา VBA (Visual Basic for Applications) ซึ่งเป็นเครื่องมือพัฒนาระบบงานใน Microsoft Excel ให้ทำงานอัตโนมัติ

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การศึกษากระบวนการจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

สำหรับการศึกษากระบวนการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ตั้งแต่ลักษณะของรายงานขั้นตอนการจัดทำรายงาน และรวบรวมปัญหาต่างๆ ที่มีความสำคัญต่องานวิจัยนี้ต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ลักษณะของรายงานผลการดำเนินงาน

รายงานผลการดำเนินงานเป็นรายงานที่แสดงข้อมูลเป็นค่าดัชนีชี้วัดในแต่ละด้าน และดัชนีชี้วัดต่างๆ ที่มีอยู่ในรายงานนั้น จะต้องเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ โดยมีข้อมูลหลักที่ใช้ในการจัดทำรายงานดังนี้

- (1) ข้อมูลด้านบัญชี ได้แก่ ข้อมูลงบกำไร-ขาดทุนของกิจการ เป็นข้อมูลที่บอกถึงภาพรวมของผลประกอบการทั้งกิจการ
- (2) ข้อมูลด้านยอดขายได้แก่ ข้อมูลยอดขายและกำไรของแต่ละผลิตภัณฑ์
- (3) ข้อมูลด้านโรงงานได้แก่ ข้อมูลวัตถุดิบ ข้อมูลค่าแรง ข้อมูลของเสีย

โดยข้อมูลในแต่ละด้านจะถูกกลั่นกรองและวิเคราะห์เพื่อจัดทำรายงานนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูง โดยรูปแบบของรายงานจะแสดงผลเป็นค่าดัชนีชี้วัด ตาราง กราฟและแบบจำลอง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1

2) ขั้นตอนการจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาขั้นตอนในการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานนั้น มีขั้นตอนในการจัดทำ 4 ขั้นตอน โดยมีแผนภูมิการไหลดังรูปที่ 2 และมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจากหน่วยงานอื่นๆ เช่น ข้อมูลงบกำไร-ขาดทุน ข้อมูลยอดขาย-กำไร เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลหลักในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีชี้วัดในด้านต่างๆ

(2) คัดกรองข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลจะได้ข้อมูลดิบที่มีข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งมีข้อมูลที่ไม่จำเป็นต่อการวิเคราะห์อยู่ด้วย ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนการคัดเฉพาะข้อมูลที่มีจำเป็น และเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์

(3) วิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้คัดกรองไว้ มาทำการคำนวณหาผลลัพธ์ที่เป็นค่าดัชนีชี้วัดในด้านต่างๆโดยการคำนวณ และสร้างรูปแบบการแสดงผลเป็นตารางตาราง กราฟ และรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจผลลัพธ์ได้ง่ายขึ้น

(4) สร้างรูปเล่มรายงาน

การสร้างรูปเล่มรายงานเป็นขั้นตอนการรวมผลลัพธ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อจัดทำเป็นรายงานผลการดำเนินงาน โดยในรายงานเล่มนี้จะมีการสรุปผลที่ได้จากจากวิเคราะห์ในแต่ละด้าน พร้อมทั้งชี้ปัญหาในจุดที่ไม่ได้ตามเป้าหมายและเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

โดยในส่วน of หน่วยงานบริหารกลยุทธ์จะรับผิดชอบงานตั้งแต่ขั้นตอน การคัดกรองข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างรูปเล่มรายงาน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาเฉพาะขั้นตอน

ดังกล่าวโดยศึกษาด้วย Flow Process Chart ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอน สามารถสรุปเวลาที่ใช้ในการทำงานได้ดังตารางที่ 1 จะพบว่าทั้งกระบวนการใช้เวลาในการจัดทำรายงานเฉลี่ย 3,173 นาที หรือ ประมาณ 52.88 ชั่วโมง

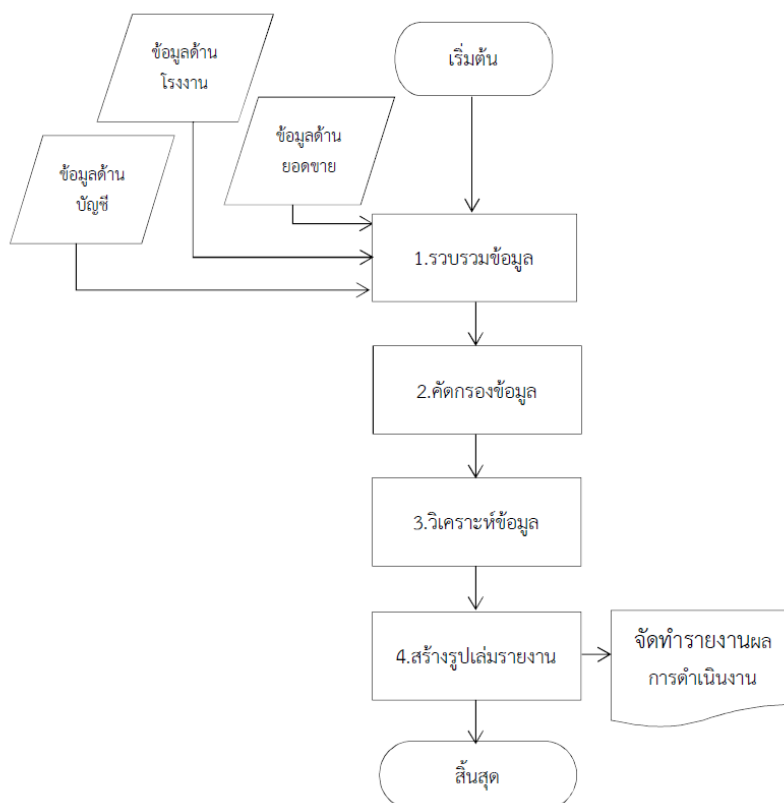
ตารางที่ 1: สรุปเวลาที่ใช้ในการทำรายงาน

ขั้นตอน	เวลา (นาที)
คัดกรองข้อมูล	811
วิเคราะห์ข้อมูล	1,270
จัดทำรูปแบบรายงาน	1,092
รวม	3,173

รายการ	Budget พ.ล. 57		Actual พ.ล. 57		Actual พ.ล. 56		Diff Budget	Diff L/Y	Achieve
	พันบาท	%	พันบาท	%	พันบาท	%	%	%	%
ขาย	40,000	100.00	38,000	100.00	39,000	100.00	0.00	0.00	95.00
หัก รับคืน	(10,000)	(25.00)	(8,500)	(22.37)	(9,500)	(24.36)	(2.63)	(1.99)	89.47
ขายสุทธิ	30,000	75.00	29,500	77.63	29,500	75.64	2.63	1.99	98.33
หัก ต้นทุนทางตรง	(12,000)	(30.00)	(11,300)	(29.74)	(8,900)	(22.82)	(0.26)	6.92	99.12
- วัตถุดิบทั่วไป	(1,000)	(2.50)	(900)	(2.37)	(900)	(2.31)	(0.13)	0.06	
- วัสดุบรรจุภัณฑ์	(5,000)	(12.50)	(4,500)	(11.84)	(3,000)	(7.69)	(0.66)	4.15	
- ค่าแรงทางตรง	(6,000)	(15.00)	(5,900)	(15.53)	(5,000)	(12.82)	0.53	2.71	103.51
กำไร(ขาดทุน)ส่วนเกิน	18,000	45.00	18,200	47.89	20,600	52.82	2.89	(4.93)	
หัก ค่าใช้จ่ายโรงงาน	(2,500)	(6.25)	(3,500)	(9.21)	(2,500)	(6.41)	2.96	2.60	
กำไร(ขาดทุน)ขั้นต้น	15,500	38.75	14,700	38.68	18,100	46.41	(0.07)	(7.73)	94.6
คชจ. ในการดำเนินงาน	(8,700)	(21.75)	(7,900)	(20.79)	(8,000)	(20.51)	(0.96)	0.28	
- คชจ. ในการขาย	(1,500)	(3.75)	(1,000)	(2.63)	(1,300)	(3.33)	(1.12)	(0.70)	70.18
- คชจ. ในการบริหาร	(3,200)	(8.00)	(3,000)	(7.89)	(2,900)	(7.44)	(0.11)	0.46	98.68
- คชจ. ในการบริหาร(บริหารกลาง)	(4,000)	(10.00)	(3,900)	(10.26)	(3,800)	(9.74)	0.26	0.52	102.63
กำไร(ขาดทุน)จากการดำเนินงาน	6,800	17.00	6,800	17.89	10,100	25.90	0.89	(8.00)	100.00
รายได้(รายจ่าย)อื่น	400	1.00	390	1.03	400	1.03	0.03	0.00	97.50
กำไร(ขาดทุน)ก่อนหักดอกเบี้ยจ่าย	7,200	18.00	7,190	18.92	10,500	26.92	0.92	(8.00)	99.86
หัก ดอกเบี้ยจ่าย	(9,500)	(23.75)	(9,200)	(24.21)	(9,300)	(23.85)	0.46	0.36	101.94
กำไร(ขาดทุน)หลังดอกเบี้ยจ่าย	(2,300)	(5.75)	(2,010)	(5.29)	1,200	3.08	0.46	(8.37)	87.39

Key Message : ยอดขายเดือน พ.ค. ต่ำกว่า Budget อยู่ 2 ล้านบาท และกำไรหลังดอกเบี้ยจ่ายทำได้ มากกว่า Budget เท่ากับ 0.29 ล้านบาท แต่ยังต่ำกว่าปีที่ผ่านมาในช่วงเวลาเดียวกัน

รูปที่ 1: ตัวอย่างรูปแบบของรายงานผลการดำเนินงาน



รูปที่ 2: แผนภูมิการไหลของขั้นตอนการจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

2. การสร้างระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงาน

ระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานเป็นระบบที่สร้างขึ้นบน Microsoft Excel2010 โดยการออกแบบของโครงสร้างของระบบแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1) การออกแบบระบบฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูลนี้จะประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์เพื่อจัดทำรายงาน โดยจะเลือกใช้ Microsoft Excel 2010 เป็นระบบฐานข้อมูล เนื่องจากง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน สามารถคัดลอกข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลลงในฐานข้อมูล และดึงข้อมูลไปใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว มีข้อมูลในช่วงเวลาต่างๆที่สามารถค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลได้ทันทีโดยระบบฐานข้อมูลของระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานแบ่งฐานข้อมูลออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- (1) ฐานข้อมูลด้านบัญชี เป็นข้อมูลที่สรุปผลประกอบการของบริษัทเป็นรายเดือน มีทั้งภาพรวมทั้งหมดของบริษัท และแยกแต่ละสาขา
- (2) ฐานข้อมูลด้านยอดขาย เป็นข้อมูลยอดขายและกำไรของแต่ละสินค้า
- (3) ฐานข้อมูลด้านโรงงาน เป็นข้อมูลต้นทุนทางตรง และข้อมูลค่าใช้จ่ายโรงงาน โดยในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบในส่วนของวัตถุดิบเท่านั้น เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้เวลานานที่สุด

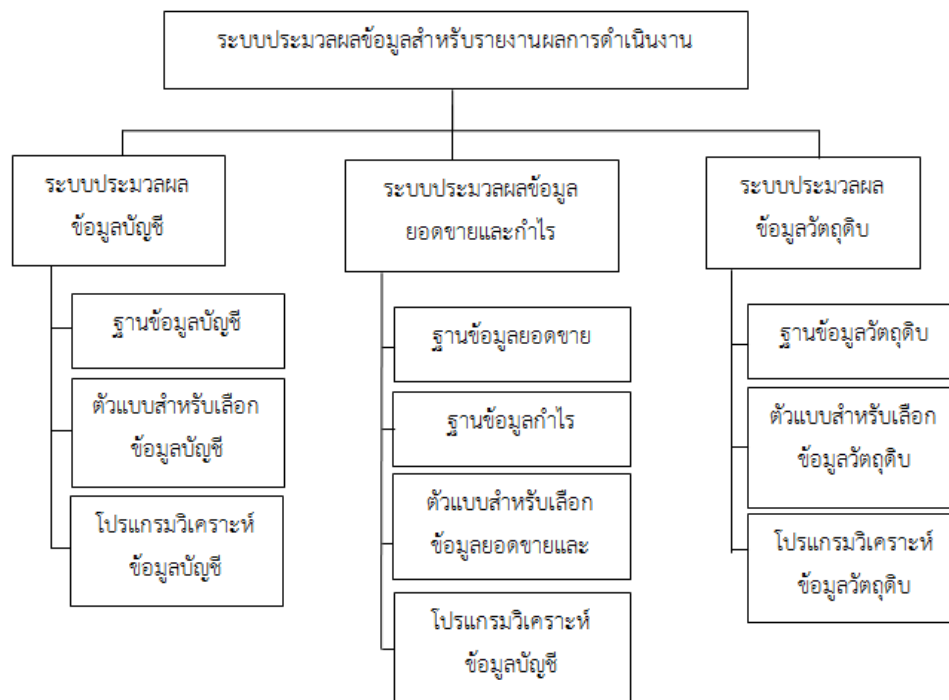
2) การสร้างตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูล

ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลเป็นระบบที่ใช้สำหรับกำหนดขอบเขตของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ เนื่องจากมีข้อมูลหลายชุดที่จัดเก็บในฐานข้อมูล ดังนั้นตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลจะช่วยให้ทำงานได้สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งใช้เครื่องมือ Pivot Table ที่มีอยู่ใน Microsoft Excel สร้างตารางสรุปข้อมูลที่เชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูล แล้วกำหนดขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลในตาราง ซึ่งจะทำให้สามารถเลือกข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาได้

3) การสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล

การสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานจะสร้างขึ้นใน Microsoft Excel 2010 โดยสร้างแบบฟอร์มในรูปแบบต่างๆที่ต้องการเช่น ตารางตัวเลข แผนภูมิและกราฟ ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

- (1) ผูกสูตรการคำนวณ โดยใช้การเชื่อมโยงข้อมูลจาก Pivot Table มาโยงแบบฟอร์ม และ ล็อกสูตรการคำนวณเพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของสูตร
- (2) สร้างเงื่อนไขจัดรูปแบบข้อมูลเพื่อแสดงสถานะของผลลัพธ์ เช่น การแสดงสถานะของข้อมูลเป็นสีเขียว-แดงเพื่อบ่งบอกว่าค่าของผลลัพธ์ที่ออกมาดีหรือไม่ดี
- (3) สร้างชุดคำสั่งการทำงานอัตโนมัติหรือที่เรียกว่า แมโคร (Macro) ใน Microsoft Excel เพื่อเรียกใช้ชุดคำสั่งนั้นในภายหลัง
- (4) เชื่อมโยงข้อมูลจาก Microsoft Excel ไปยัง Microsoft PowerPoint เพื่อให้เป็นข้อมูลเดียวกัน โดยที่ไม่ต้องทำการคัดลอกใหม่ทุกครั้ง



รูปที่ 3: โครงสร้างระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับผลการดำเนินงาน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบ

จากการพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงาน ทำให้ได้ระบบประมวลผลข้อมูลที่ประกอบด้วย ระบบประมวลผลบัญชี ระบบประมวลผลข้อมูลยอดขาย-กำไรและระบบประมวลผลข้อมูลวัตถุดิบ ซึ่งระบบในแต่ละด้านจะประกอบด้วย

- 1) **ฐานข้อมูล** เป็นระบบสำหรับจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการนำไปวิเคราะห์ในแต่ละด้าน
- 2) **ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูล** เป็นตาราง Pivot ที่ใช้สำหรับการคัดกรองข้อมูล เลือกชุดข้อมูล และจัดเรียงข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ต่อไป
- 3) **โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล** เป็นแบบฟอร์มที่จะแสดงข้อมูลในรูปแบบต่างๆที่ต้องการ โดยผ่านการคำนวณด้วยสูตรและเงื่อนไขต่างๆที่ตั้งไว้

ตัวอย่าง ระบบประมวลผลข้อมูลบัญชี จะบอกถึงภาพรวมผลการดำเนินการต่างๆ ของบริษัท ซึ่งระบบมีโครงสร้างมีรายละเอียดดังนี้

1) ฐานข้อมูลด้านบัญชี

เป็นฐานข้อมูลที่สรุปผลประกอบการของบริษัทเป็นรายเดือน มีทั้งภาพรวมทั้งหมดของบริษัท และแยกแต่ละสาขาแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4 ซึ่งข้อมูลในฐานข้อมูลจะมีข้อมูลของเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Budget) และข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง (Actual) โดยข้อมูลในฐานข้อมูลจะเชื่อมโยงไปยังหัวข้อที่ 1.2 ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลต่อไป

รายได้ (รายจ่าย)อื่น	กำไร(ขาดทุน) ก่อนหัก ดอกเบี้ยจ่าย	ดอกเบี้ยจ่าย	กำไร(ขาดทุน) หลังดอกเบี้ย จ่าย	โบนัส	กำไร(ขาดทุน) สุทธิจากการ บริหาร	สาขา	Month	Year	Bud./Act.
2,003	40,003	(900)	39,103	(2,000)	37,103	ภาพรวม	Dec	14	Bud
1,001	19,001	(400)	18,601	(1,000)	17,601	AA	Dec	14	Bud
1,002	21,002	(500)	20,502	(1,000)	19,502	BB	Dec	14	Bud

รูปที่ 4: ตัวอย่างฐานของข้อมูลบัญชี

2) ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลบัญชี

ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลเป็นระบบที่ใช้รับกำหนดขอบเขตของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ เนื่องจากมีข้อมูลหลายชุดที่จัดเก็บในฐานข้อมูล ดังนั้นตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลจะช่วยให้ทำงานได้สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลที่ต้องการให้ส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล สามารถเลือกข้อมูลแต่ละเดือนและปีได้ โดยตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลมีดังนี้

(1) ตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลผลประกอบการทั้งกิจการรายเดือน

ผลประกอบการทั้งกิจการรายเดือนคือ ชุดข้อมูลที่เลือกข้อมูลเฉพาะเดือนโดยมีขอบเขตสำหรับข้อมูล แสดงดังรูปที่ 5 ชุดข้อมูลในตัวแบบนี้จะส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลผลประกอบการทั้งกิจการรายเดือนและผลประกอบการในรูปแบบแผนภูมิ ตามลำดับ

Year	14		
Month	Dec		
	สาขา		
รายการ	ภาพรวม	AA	BB
Act			
Sum of ขาย	54,000	27,000	27,000
Sum of รับคืน	(2,000)	(900)	(1,100)
Sum of ขายสุทธิ	52,000	26,100	25,900
Sum of ต้นทุน	(5,450)	(2,700)	(2,750)

รูปที่ 5: ตัวอย่างตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลผลประกอบการทั้งกิจการรายเดือน

3) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลบัญชี

เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลด้านบัญชี ที่ออกมาในรูปแบบตาราง ด้วยการแสดงสถานะจากการตั้งเงื่อนไขจากสูตรคำนวณในแต่ละข้อมูล ได้แก่

(1) โปรแกรมวิเคราะห์ผลประกอบการทั้งกิจการรายเดือน

โปรแกรมวิเคราะห์ผลประกอบการทั้งกิจการ เป็นตารางคำนวณข้อมูลเฉพาะเดือนปัจจุบันได้แก่ เพอร์เซ็นต์ของ ข้อมูลที่ตั้งเป้าไว้, ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของเดือนปัจจุบันและที่ปีแล้วซึ่งในระบบโปรแกรมจะทำการคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้ง 3 ข้อมูล ไปยังตาราง ดังนี้

- Diff Budget คือ ผลต่างเปอร์เซ็นต์ของเดือนปัจจุบันระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงและข้อมูลที่ตั้งเป้าไว้
- Diff Last year คือ ผลต่างเปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของเดือนปัจจุบันระหว่างปีล่าสุดกับปีที่แล้ว

- Achieve คือ เพอร์เซ็นต์ความสำเร็จของค่าที่เกิดขึ้นจริงกับค่าที่ต้องเป้าไว้ ซึ่งในตารางรูปแบบของโปรแกรมจะถูกคำนวณ และแสดงสถานะไอคอนตามเงื่อนไขทันทีเมื่อเลือกข้อมูลจากตัวแบบข้อมูล ยกตัวอย่างการอ่านค่า หากไอคอนแสดงผลเป็นสีเขียวแสดงว่าค่านั้นทำยอดได้ตามเป้าที่ตั้งไว้

(2) โปรแกรมวิเคราะห์ผลประกอบการในรูปแบบแผนภูมิ

โปรแกรมวิเคราะห์ผลประกอบการในรูปแบบแผนภูมิ เป็นแผนภูมิแสดงข้อมูลทั้งกิจการ ข้อมูลสาขา ของค่าที่เป้าไว้ (Budget) ค่าที่เกิดขึ้นจริง (Actual) ผลต่างเปอร์เซ็นต์ที่ทำได้และแสดงสถานะบอกคำว่า “สูงกว่าหรือต่ำกว่า” ภายใต้เงื่อนไขข้อมูลที่ทำได้จริงเทียบกับเป้าที่ตั้งเป้าไว้

4) Macro ในระบบประมวลผลข้อมูลบัญชี

ปุ่ม Refresh ซึ่งอยู่ในแผ่นงานฐานข้อมูล เป็นปุ่มควบคุมให้ระบบทำงานได้อัตโนมัติภายใต้คำสั่ง Macro โดยเมื่อกดปุ่มคำสั่ง ระบบจะทำการอัปเดตข้อมูลในตัวแบบสำหรับเลือกข้อมูลของทุกแผ่นงานอัตโนมัติ ตัวอย่างปุ่มคำสั่งแสดงดังรูปที่ 6

2. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

การทดสอบและวิเคราะห์ผลจากระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานเป็นการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานของระบบเดิมกับระบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยศึกษาด้วย Flow Process Chart ซึ่งสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2

Refresh		ขายสุทธิ	ต้นทุนทางตรง	วัตถุดิบใช้ไป	วัสดุบรรจุภัณฑ์	ค่าแรงทางตรง
ขาย	รับคืน					
54,000	(2,000)	52,000	(6,000)	(2,000)	(2,000)	(2,000)
26,000	(1,000)	25,000	(3,000)	(1,000)	(1,000)	(1,000)
28,000	(1,000)	27,000	(3,000)	(1,000)	(1,000)	(1,000)

รูปที่ 6: ปุ่มชุดคำสั่ง Macro ของระบบประมวลผลด้านบัญชี

ตารางที่ 2: ตารางเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำรายงานของระบบเดิมและระบบใหม่

ขั้นตอน	เวลา (นาที)		%เวลาที่ลดได้
	ระบบเดิม	ระบบใหม่	
คัดกรองข้อมูล	811	96	88.16%
วิเคราะห์ข้อมูล	1,270	10	99.21%
จัดทำรูปเล่มรายงาน	1,092	1,032	5.5%
รวม	3,173	1,131	64.13%

สรุปและอภิปรายผล

ระบบประมวลผลข้อมูลสำหรับรายงานผลการดำเนินงานที่พัฒนาขึ้น สามารถประมวลผลข้อมูลได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยมีรูปแบบของระบบที่เข้าใจได้ง่ายสามารถใช้งานได้สะดวก ไม่ต้องสร้างแบบฟอร์มผูกสูตรการคำนวณ มีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากสูตรการคำนวณถูกผูกสูตรอยู่ในระบบ และข้อมูลในระบบจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ทำให้ช่วยลดความผิดพลาดจากการคำนวณได้ สามารถลดเวลาการจัดทำรายงานจาก 3,173 นาทีเหลือเพียง 1,131 นาที คิดเป็น 64.13%

ข้อเสนอแนะ

สามารถพัฒนาระบบประมวลผลข้อมูลเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น เว็บแมลล์ บล็อก เป็นต้น เพื่อให้ผู้บริหารสามารถเรียกดูข้อมูลได้ทันทีเมื่อต้องการและควรจำกัดการเข้าถึงข้อมูล เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ลับของบริษัท ควรมีการตั้งรหัสผ่านที่เข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

ธรา อังสกุลและจิตติมนต์อังสกุล. (2554). “การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับ
อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้าในประเทศไทย.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิทยานิพนธ์.

อารักษ์ พิทักษ์กุล . (2554). “การพัฒนาระบบข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดการใบเสนอราคากรณีศึกษา:
ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซิลเวอร์ เกท เอ็นบีเนียร์.” วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์.

<http://www.mcucr.com/home/includes/editor/assets/nares%20t7.pdf>

อดุลย์ ยิ้มงาม. “การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining).” สืบค้นเมื่อ กรกฎาคม 2557. จาก URL

Address; http://compcenter.bu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=1

“การศึกษาการทำงาน (Work Study).” สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2557. จาก URL Address;

<http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/260/7.%20%บพที่%20%20ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.pdf?sequence=6>

การวางแผนงานก่อสร้างระบบวางรางรถไฟไฟฟ้า โดยวิธีสายงานวิกฤติ

THE PLANNING CONSTRUCTION FOR TRACKWORK BY CRITICAL METHOD

นายวีระกุล เชื้อเท่า

นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Email: weerakulCC@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการวางแผนงานก่อสร้างโดยเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีสายงานวิกฤติ (CPM) กับวิธีการวางแผนงานก่อสร้างโครงการจากผู้รับเหมาช่วง โดยการเปรียบเทียบในด้านการจัดการใช้ทรัพยากร ได้แก่ ระยะเวลาแรงงานค่าเครื่องจักรและวัสดุ ให้สามารถลดลงโดยหลักเกณฑ์ในการชี้วัดผลดังกล่าวมาจากกิจกรรมงานระบบวางราง 3 กิจกรรมได้แก่ 1. งานวางราง (Track Laying) 2.งานเทพื้นคอนกรีตรองราง (Slab Track) และ 3. งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้า (Conductor Rail) จากผลการศึกษาและเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีการดังกล่าว พบว่าวิธีสายงานวิกฤติ (Critical Method :CPM) ใช้ระยะเวลาในงานก่อสร้าง 582 วัน ในขณะที่วิธีแผนงานก่อสร้างของโครงการจากผู้รับเหมาช่วงใช้ระยะเวลา 647 วัน แสดงให้เห็นว่าวิธีสายงานวิกฤติลดระยะเวลาลงได้ 65 วัน โดยกำหนดระยะเวลา เริ่มแผนงานเข้าสู่ 1 มิถุนายน 2558 และแล้วเสร็จเข้าสู่ 25 ตุลาคม 2559 สรุปค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลง 10,075,233 บาทโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ 1. ค่าใช้จ่ายทางอ้อมลดลง 26% 2. ค่าใช้จ่ายทางตรงลดลง 74% จากยอดค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่สามารถลดลง ในด้านทรัพยากร ค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร และวัสดุ

คำสำคัญ: วิธีสายงานวิกฤติ CPM งานวางราง งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้า

Abstract

The Object of this research to study the planning and construction scheduling by method comparison between the critical method (CPM) and the project's construction plan scheduling from sub-contract. By comparison in the management of two methods mentioned above regarding the ability to reduce; time, labor, equipment and material which used in the project. There are 3 activities from Trackwork system which used as criterion for such a measure in this issue as 1. The Track Laying 2. Slab Track and 3. Conductor Rail System. The results of the comparison to found that the Critical Path Method take the duration of the construction amount 582 days, meanwhile the construction plans of the project from sub-contractors take 647 days, indicating that the CPM method can be reduced the duration to 65 days. The period was used in this case by duration of the project was scheduled planning latest start on June 1st 2015 and latest finish on October 25th 2016. The cost can be decreased by total cost amount

10,075,233 Baht that divided into two categories: 1. Indirect costs decreased by 26% 2. Direct costs reduced by 74% of the total cost in terms of resources, labor, equipment and material.

keyword: The critical method (CPM), Track Laying, Conductor Rail System

บทนำ

ปัจจุบันโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้ามีความสำคัญและความจำเป็นต่อการดำเนินในชีวิตประจำวันของคนเมืองและปริมณฑล เนื่องจากปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเมืองคือ ปัญหาด้านการจราจร ทำให้รถไฟฟ้าช่วยให้สามารถเดินทางได้สะดวกรวดเร็ว ตรงต่อเวลาและมีความปลอดภัยสูงสำหรับการเดินทางการก่อสร้างรถไฟฟ้าในเขตกรุงเทพและปริมณฑล ได้มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี 2557 มีโครงการกำลังดำเนินการก่อสร้างทั้งหมด 4 สาย เช่น โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง ส่วนต่อขยายสายน้ำเงิน ส่วนต่อขยายสายสีเขียว สายสีแดงและมีแผนงานก่อสร้างของ รฟม. ที่จะเพิ่มมากขึ้น

งานก่อสร้างรถไฟฟ้าเป็นโครงการที่ต้องอาศัยระยะเวลาและการใช้ทรัพยากรที่มีเป็นจำนวนมาก การวางแผนงานก่อสร้างและการควบคุมด้วยการจัดตารางเวลาแผนงานก่อสร้างเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งในการบริหารโครงการให้ประสบผลสำเร็จ โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การขึ้นตอนวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสมที่ทำให้โครงการเสร็จสมบูรณ์ได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดและด้วยต้นทุนการก่อสร้างที่น้อยสุด อย่างไรก็ตามโครงการก่อสร้างในประเทศที่กำลังพัฒนามักประสบกับสถานะต้นทุนเกินงบและความล่าช้า ซึ่งจากงานวิจัยสำรวจในประเทศไทย (Toor and Ogunlana, 2008)[1] พบว่าสาเหตุสำคัญของความล่าช้าคือความไม่มีประสิทธิภาพในการวางแผนและการจัดตารางเวลาแผนงานก่อสร้าง (Planning and Scheduling deficiencies) และความไม่สมเหตุของแผนงาน (unrealistic project schedule) งานวิจัย (Lyer and jha, 2006) [2] ที่สำรวจถึงปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จและความล้มเหลวตามแผนงานของงานก่อสร้างในประเทศอินเดีย (กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา) ก็ได้พิจารณา รวมถึงปัจจัยทางด้านความสามารถและความใส่ใจของผู้จัดการโครงการในการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างและการใช้เทคนิคที่เหมาะสมเพื่อการวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง

จึงมีแนวความคิดสำหรับโครงการวิจัยครั้งนี้ เพื่อการวางแผนงานก่อสร้างระบบรางรถไฟฟ้า โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเขียว แบริง-สมุทรปราการ ระยะทาง 12.5 กิโลเมตร ระยะเวลาโครงการตามสัญญาสำหรับแผนงานติดตั้ง 2 ปีด้วยวิธีกิจกรรมสายงานวิกฤติ (Critical Method :CPM) มาใช้สำหรับวางแผนงานก่อสร้างที่เหมาะสม เพื่อลดการใช้ทรัพยากร โดยทำการเปรียบเทียบกับแผนงานโครงการของผู้รับเหมาช่วง พิจารณาความต้องการในการลดการใช้ทรัพยากร ได้แก่ค่าใช้จ่ายทางตรงที่เกิดขึ้นเช่นค่าเช่าสำนักงาน ค่าวิศวกร อื่นๆ และค่าใช้จ่ายทางอ้อมเช่นค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร ค่าวัสดุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อการวางแผนงานก่อสร้างระบบรางรถไฟฟ้าโดยเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีสายงานวิกฤติ กับวิธีการวางแผนงานก่อสร้างโครงการจากผู้รับเหมาช่วง ในการบริหารการใช้ทรัพยากร ได้แก่ ระยะเวลาแรงงานค่าเครื่องจักรและ วัสดุได้อย่างเหมาะสม

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะงานก่อสร้างในการกำหนดเวลาก่อสร้าง เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานโครงการให้สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด การกำหนดเวลาที่ถูกต้องสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง เช่น กำหนดเวลาก่อสร้างตามขั้นตอน การทำงานจริง คำนวณจากการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จริง และอุปสรรคต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นซึ่งจะมีผลกระทบกับการทำงาน เป็นต้น การกำหนดเวลาการก่อสร้างมีหลายวิธี เช่น การกำหนดเวลาแบบกราฟแท่ง (Bar Chart), การกำหนดเวลาแบบตาราง (Matrix Schedule) การกำหนดเวลาโดยเส้นสมดุลยภาพ (Linear Balance Chart) งานวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอการกำหนดแผนงานโดยแบบโครงข่าย หรือเรียกว่า วิธีกิจกรรมสายงานวิกฤต (Critical Method : CPM) หลักการ CPM เป็นเทคนิค สำหรับกำหนดเวลาของโครงการ ซึ่งมักจะมีระยะเวลาของโครงการที่จำกัดโดยโครงการจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆ โดยที่วันเริ่มต้นกิจกรรมแรก จะเป็นวันเริ่มต้นโครงการและวันสิ้นสุดการทำกิจกรรมสุดท้ายของโครงการจะเป็นวันสิ้นสุดโครงการ ซึ่งองค์ประกอบของหลักของโครงข่าย ประกอบด้วย กิจกรรม ซึ่งการพิจารณางานก่อสร้างวางรางรถไฟจะเสนอกิจกรรมหลักที่ใช้สำหรับวางราง มี 3 กิจกรรม ได้แก่ การวางราง (Track laying) งานเทพื้นคอนกรีตรองราง (Slab Track) และการติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้า (Conductor rail) ระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมและความสัมพันธ์ก่อนหลังของแต่ละกิจกรรม จากองค์ประกอบหลักทั้งสามทำให้สามารถเขียนเป็นโครงข่ายคำนวณค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดกิจกรรม เช่น หาเวลาเริ่มต้นเร็วสุด เวลาช้าสุด เวลาเร็วสุด เวลาช้าสุด และเวลาลอยตัวของกิจกรรมต่างๆ ระยะเวลาของโครงการ กิจกรรมวิกฤตและเส้นทางวิกฤต ซึ่งทำให้สามารถกำหนดความสำคัญก่อนหลังในการใช้ทรัพยากรของโครงการ กิจกรรมที่ประกอบเป็นโครงข่ายต้องมีความชัดเจนเพื่อที่จะสามารถกำหนดขอบเขตของงานงบประมาณและระยะเวลากิจกรรมได้

Oglesby, C. H., Parker, H. W., and Howell, G. A. [3] ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการทำงาน (Method Study) ผลต่อการปรับปรุงผลิตภาพและลดต้นทุนของงานก่อสร้างได้ค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับเทคนิคอื่นๆ ที่ใช้ในการบริหารงานก่อสร้าง อันได้แก่ การควบคุมต้นทุนและการวางแผนกำหนดเวลา และเทคนิคการ และทรัพยากร โดยในแต่ละกลุ่มจะจำแนกสาเหตุของความล่าช้าได้มากมาย เขาจึงสรุปโดยกำหนดตัวแปร ได้ดังนี้ ปัจจัยความเห็นด้วย(Rank agreement factor : RAF) จำนวนร้อยละของความเห็นด้วย (Percentage agreement :PA) และจำนวนร้อยละของความไม่เห็นด้วย(Percentage agreement :PD) ความแตกต่างในความเข้าใจของผู้ตอบ ในเรื่องความสำคัญของความล่าช้าและสาเหตุที่แท้จริงของความล่าช้า 6 โครงการ ที่ทำการศึกษาพบว่า ผู้ตอบมีแนวโน้มที่จะยอมรับข้อผิดพลาดที่สำคัญที่เป็นสาเหตุของความล่าช้า คือเกิดจากกลุ่มของลูกค้าและที่ปรึกษาโครงการโดยมี (PA=74%)

มรกด ไชยสัจย์ และคณะ[5] ใช้เทคนิคแนวคิดในการปรับปรุงผลิตภาพโดยเทคนิคแผนกำหนดเวลา LSM จากกรณีศึกษา โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 1 (ตอนเหนือ) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย โดยพิจารณาหลักของโครงการคือการรื้อรางและไม้หมอนรถไฟเก่าออกและใส่หมอนคอนกรีตเสริมเหล็กและรางรถไฟใหม่แทนพร้อมกับการปรับปรุงคันทางรถไฟให้มั่นคงแข็งแรง จากการศึกษางานดังกล่าวพบว่ามีความเป็นกระบวนการต่อเนื่องหรือ Line process ซึ่งสามารถแยกกิจกรรมเป็น 9 กิจกรรมย่อยทำงานต่อเนื่อง โดยแต่ละทีมประกอบด้วยคนและเครื่องจักร ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลรอบเวลาของแต่ละกิจกรรมย่อย และคำนวณเป็นค่าผลิตภาพในรูปแบบผลงานที่ทำได้เป็นระยะทาง(เมตร)ต่อนาที ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นคือเปลี่ยนรางรถไฟใหม่และหมอน

คอนกรีตเสริมเหล็ก การปิดรางเข้าแนว จัดระยะหมอนคอนกรีต ชั้มน็อตยึดรางรถไฟโดยคนและเครื่องจักร เชื่อมรางยาว งานหินโรยทาง งานปรับระดับหินและงานอัดหินทางรถไฟ

Ammarand Mohieldin[6] ได้ชี้ว่า เทคนิคในการวางแผนงานก่อสร้างสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือ duration-driven และ resource-driven โดย CPM เป็นตัวอย่างทั่วไปของเทคนิคแบบ duration-driven ซึ่งมีข้อมูลนำเข้าหลักๆเป็น กิจกรรม ระยะเวลา และความสัมพันธ์ เท่านั้นถึงแม้ว่าระยะเวลาของกิจกรรมจะเป็นฟังก์ชันกับทรัพยากรที่ต้องการใช้ (required resources) (ไม่ใช่ทรัพยากรที่มีอยู่ available resources) ในขณะที่เทคนิคแบบ resource-driven พิจารณาถึงเงื่อนไขความจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่เสมอ ในการวางแผนกิจกรรมต่างๆเพื่อให้ทั้งโครงการ เสร็จทันตามกำหนด ตัวอย่างได้แก่ Line of Balance, Simulation เทคนิคแบบ resource-driven จึงมีข้อดีเหนือกว่า duration-driven เนื่องจากให้แผนงานที่สมเหตุสมผลมากกว่า ได้ใช้โปรแกรม SIRBUS สำหรับสร้างโมเดลการวางแผนงานโครงการก่อสร้างด้วยการ Simulation ซึ่งจะทำให้เงื่อนไขด้านความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและความจำกัดของทรัพยากรได้รับการพิจารณาไปพร้อมกันในคราวเดียวได้ โดยที่หากมีกิจกรรมก่อสร้างหลายกิจกรรมต้องการใช้ทรัพยากรอันหนึ่งเกินกว่าจำนวนที่มีอยู่ กิจกรรมเหล่านี้จะต้องถูกจัดลำดับการทำได้ด้วยกฎของความสำคัญ (priority rule) ของกิจกรรม ซึ่ง priority rule ที่ใช้กันทั่วไปมีหลายรูปแบบ เช่น Greatest resource demand (GRD), Minimum slack time (MST), Late start time (LST), Current float (CF)

วชรภูมิ เบญจโอฬาร[7] การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างด้วยการกำหนดเวลาและต้นทุนที่เหมาะสมงานก่อสร้างเป็นงานแบบโครงการที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ทรัพยากรหลักของโครงการก่อสร้าง (Common project resources) ได้แก่ เวลา ต้นทุน วัสดุ แรงงาน/เครื่องจักร และเงินสด การบริหารโครงการก่อสร้างจึงมีหน้าที่สำคัญที่ต้องวางแผนและควบคุมการใช้ทรัพยากรหลักเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด อย่างไรก็ตามทรัพยากรหลักเหล่านี้มีความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างกันอยู่อย่างซับซ้อนทั้งโดยตรงและโดยอ้อม การเปลี่ยนแปลงของจำนวนทรัพยากรหลักประเภทใดประเภทหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้ทรัพยากรหลักประเภทอื่นๆ

KhuranaSunita and Banerjee Snigdha[8] ได้ทำการศึกษาวางแผนงานก่อสร้างถนนของ Rolai - Rinjlaiในประเทศอินเดีย ระยะทาง 5.5 กิโลเมตร โดยใช้เทคนิคสำหรับวางแผนงานก่อสร้างวิธีสายงานทางวิกฤต (Critical Path Method CPM) เพื่อจัดตารางเวลาแผนงานการดำเนินงานก่อสร้างให้ได้ระยะเวลาโครงการสั้นสุดพบว่าระยะเวลาโครงการมีความสัมพันธ์ต่อตำแหน่งเลือกใช้แหล่งวัสดุที่ใช้งานในการก่อสร้างถนนซึ่งส่งผลต่อการวางแผนงานก่อสร้าง จึงใช้เทคนิควิธีสายงานทางวิกฤต เพื่อหาระยะเวลาขนส่งแหล่งวัสดุในแต่ละแหล่งให้สั้นที่สุดและส่งผลให้เวลารวมของโครงการน้อยสุด ทำให้ผู้รับเหมาสามารถลดค่าใช้จ่ายทรัพยากรที่เกิดขึ้นคือค่าใช้จ่ายทางอ้อมและค่าใช้จ่ายทางตรง

วิธีดำเนินงานวิจัย

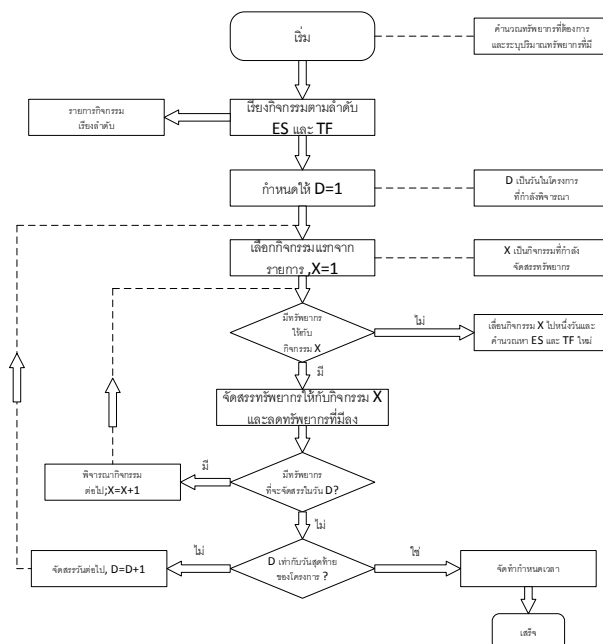
1. ทำการสัญญาของโครงการ เนื่องจากโครงการนี้เป็นแบบเหมารวม (Lum-sum Contract) ราคาค่าก่อสร้างจะถูกกำหนดตายตัว (Fix Price) ขณะทำการลงนามในสัญญา และทางผู้รับเหมาหลักในกำหนดระยะเวลาก่อสร้างให้เป็นไปตามระยะโครงการ อย่างไรก็ตามทำการกำหนดเวลา โดยวิธีนี้ต้องได้ระยะเวลาโครงการไม่มากกว่าระยะเวลาที่ทางฝ่ายเจ้าของงานกำหนด คำนวณระยะเวลาก่อสร้างงานวางรางและค่าใช้จ่ายทางตรงเพื่อ

คำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรได้แก่ แรงงาน เครื่องจักร และวัสดุ ซึ่งการศึกษานี้จะนำข้อมูลที่เสนอจากผู้รับเหมาช่วงมาใช้เป็นกรณีศึกษา

2. กำหนดแผนงานวิธีการก่อสร้างระบบวางรางรถไฟโดยพิจารณาเกี่ยวกับการจัดทำกำหนดผังบริเวณงานก่อสร้างและแผนประมาณระยะเวลากิจกรรม เนื่องจากกิจกรรมงานระบบวางราง จะแบ่งกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมได้แก่ 1. งานวางราง 2. งานเทพื้นคอนกรีตรองรางและ 3. งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าศึกษากระบวนการทำงานของ ระยะเวลากิจกรรมจะกำหนดเป็นวัน สำหรับการประมาณกิจกรรมระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับวิธีการทำงาน ทรัพยากรที่มีอยู่ ผลผลิตและข้อจำกัดต่างๆ ข้อมูลที่ใช้ประมาณระยะเวลากิจกรรม นำข้อมูลวิธีการทำงานแบบเดียวกันจากข้อมูลที่บ้านทักในโครงการก่อนหน้านี้ที่เสร็จแล้ว จากผู้รับเหมาช่วง

3. คำนวณหาแผนงานโดยวิธีสายทางกิจกรรมวิกฤตคำนวณกิจกรรมจากจุดเริ่มโครงข่ายสู่จุดสุดท้ายของโครงข่ายที่มีเวลาลอยตัวน้อยสุด ในกรณีที่เวลาเสร็จโครงการเท่ากับ เวลาเสร็จเร็วสุดของกิจกรรมสุดท้ายเวลาลอยตัวจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นการรวมระยะเวลาของกิจกรรมทั้งหมด บนเส้นทางสายงานวิธีสายทางกิจกรรมวิกฤตจะทำให้ได้ระยะเวลายาวที่สุด ซึ่งก็คือระยะเวลาโครงการนั่นเอง ขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

- จัดทำโครงข่าย CPM
- กำหนดทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้แต่ละกิจกรรม กิจกรรมหนึ่งๆ อาจจะมีทรัพยากรมากกว่าหนึ่ง
- คำนวณระยะเวลาของโครงข่าย CPM
- แสดงแผนงานกำหนดเวลาแบบ Bar Chart เรียงลำดับของ ES หรือ LS พร้อมทั้งคำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรแต่ละชนิดทั้งหมดในแต่ละวัน
- คำนวณปริมาณการใช้ทรัพยากรสะสมของเวลาเริ่มเร็วสุด(ES) และเวลาเริ่มช้าสุด(LS) ได้แก่ แรงงาน เครื่องจักร และวัสดุ

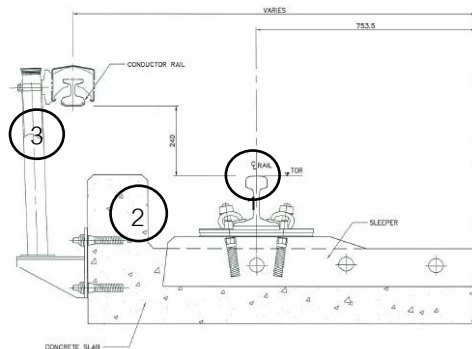


รูปที่ 1: ขั้นตอนการจัดสรรทรัพยากรให้กิจกรรมในโครงการงานระบบวางราง

4. ทำการเปรียบเทียบการวางแผนงานก่อสร้างระบบวางรางระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วงกับวิธีสายงานวิกฤติในการบริหารการใช้ทรัพยากร ได้แก่ ระยะเวลาแรงงานค่าเครื่องจักรและวัสดุได้อย่างเหมาะสม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแผนงานเปรียบเทียบระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วงกับแผนงานวิธีสายงานวิกฤติ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมคือ กิจกรรมงานวางราง,กิจกรรมงานเทพื้นคอนกรีตรองราง และ กิจกรรมงานติดตั้งรางนำไฟฟ้าได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้



รูปที่ 2: รูปตัดระบบวางรางรถไฟ

ที่มา : เอกสารแบบงานก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเขียว

สำหรับรูปที่ 2 เป็นรูปตัดงานก่อสร้างวางรางรถไฟซึ่งมีส่วนประกอบของวัสดุหลักดังนี้ รางรถไฟความยาวเส้นละ 25 เมตร ,เครื่องยึดเหนี่ยวจะติดตั้งทุกๆระยะ 70 เซนติเมตร,หมอนคอนกรีตรองรางจะติดตั้งทุกๆระยะ 70 เซนติเมตร,พื้นคอนกรีตรองรางยาวประมาณ5เมตรต่อชิ้นและรางนำไฟฟ้าจะประกอบด้วยวัสดุหลักคือรางอะลูมิเนียมยาวเส้นละ 15 เมตร อุปกรณ์ชุดรางนำไฟฟ้าและชุดอุปกรณ์รองรับรางนำไฟฟ้าจะติดตั้งทุกๆ 5 เมตร โดยประกอบเข้าด้วยกันดังนี้ กิจกรรมที่ 1 งานวางรางรถไฟ จะประกอบด้วยวัสดุรางรถไฟ เครื่องยึดเหนี่ยว และหมอนคอนกรีต นำไปวางในตำแหน่งที่ก่อสร้างโครงการ,กิจกรรมที่ 2 งานเทพื้นคอนกรีตพื้นรองราง จะทำก็ต่อเมื่อกิจกรรมที่ 1 ติดตั้งแล้วเสร็จ และทำการเทพื้นคอนกรีตรองรางและกิจกรรมที่ 3 งานติดตั้งรางนำไฟฟ้า จะทำก็ต่อเมื่อกิจกรรมที่ 2 แล้วเสร็จและจะทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์รองรับรางนำไฟฟ้าพร้อมกับอุปกรณ์ชุดรางนำไฟฟ้า

ตารางที่ 1: อัตราการทำงานของแต่ละกิจกรรม

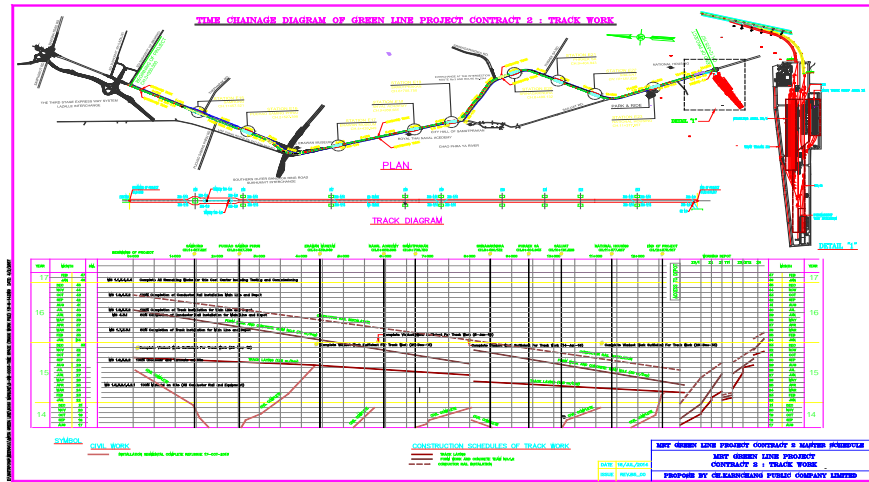
ลำดับ	กิจกรรม	อัตราการทำงาน(เมตรต่อวันต่อทีม)
1	งานวางราง	100
2	งานเทพื้นคอนกรีตรองราง	20
3	งานติดตั้งรางนำไฟฟ้า	25

จากตารางที่ 1 สรุปอัตราการการทำงานหลักก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม ได้แก่ การวางราง อัตราการทำงานประมาณ 100 เมตรต่อวันต่อทีม,งานเทพื้นคอนกรีตรองรางอัตราการทำงานประมาณ 20 เมตรต่อวันต่อทีม และการติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าอัตราการทำงานประมาณ 25 เมตรต่อวันต่อทีม(อ้างอิงจากข้อมูลบันทึกในโครงการก่อนหน้านี้แล้วเสร็จจากผู้รับเหมาช่วงเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมากำหนดแผนงานของโครงการ)

ตารางที่ 2: ตารางรายละเอียดแต่ละกิจกรรมงานก่อสร้างระบบวางรางรถไฟ

No .	กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)	No.	กิจกรรม	รายละเอียด	ระยะเวลา (วัน)
1	TK1	งานวางรางจากDepotถึงE23	13	16	C16	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E19ถึงE18	38
2	TK2	งานวางรางจากE23ถึงE22	12	17	C17	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E18ถึงE17	76
3	TK3	งานวางรางจากE22ถึงE21	8	18	C21	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E17ถึงE16	96
4	TK4	งานวางรางจาก E21ถึงE20	10	19	C22	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E16ถึงE15	79
5	TK5	งานวางรางจาก E20ถึงE19	24	20	C23	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E15ถึงจุดเริ่มโครงการ	73
6	TK6	งานวางรางจาก E19ถึงE18	10	21	CR11	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจากDepot ถึงE23	51
7	TK7	งานวางรางจาก E18ถึงE17	21	22	CR12	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจากE23ถึงE22	46
8	TK8	งานวางรางจาก E17ถึงE16	39	23	CR13	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจากE22ถึงE21	32
9	TK9	งานวางรางจาก E16ถึงE15	32	24	CR14	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจากE21ถึง E20	37
10	TK10	งานวางรางจาก E15ถึงจุดเริ่มโครงการ	30	25	CR15	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจากE20ถึง E19	72
11	C11	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก DepotถึงE23	64	26	CR16	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจาก E19ถึง E18	30
12	C12	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E23ถึง E22	57	27	CR17	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจาก E18ถึง E17	61
13	C13	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E22ถึง E21	39	28	CR21	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจาก E17ถึง E16	77
14	C14	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E21ถึง E20	46	29	CR22	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจาก E16ถึง E15	63
15	C15	งานเทพื้นคอนกรีตรองรางจาก E20ถึง E19	90	30	CR23	งานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าจาก E15ถึงจุดเริ่มโครงการ	59

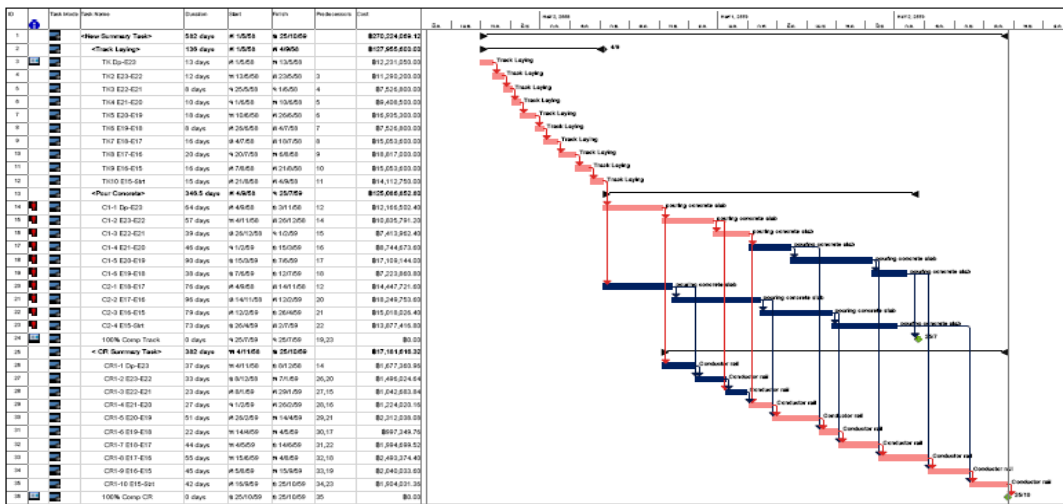
หมายเหตุ TK คือ การวางราง, C12คือ งานเทพื้นคอนกรีตรองรางทีมงานที่ 1 ช่วงที่ 2 และ CR23 คืองานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าทีมงานที่ 2 ช่วงที่ 3 E คือ สถานีรถไฟ Depot คือ โรงซ่อมบำรุงรถไฟ



รูปที่ 3: แผนงานระยะเวลาการติดตั้งระบบรางรถไฟฟ้าของโครงการจากผู้รับเหมาช่วง

ที่มา: แผนงานก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเขียวของผู้รับเหมาเดือนตุลาคม ปี 57

จากรูปที่ 3 คำนวณแผนงานระยะเวลาการติดตั้งของโครงการเสนอจากผู้รับเหมาช่วง เริ่มกิจกรรมที่ 1 งานวางราง วันเริ่มงาน 2 มีนาคม 58 วันแล้วเสร็จ 17 สิงหาคม 58 ใช้เวลา 181 วัน กิจกรรมที่ 2 งานเทพื้นคอนกรีตรองรางวันเริ่มงาน 11 เมษายน 58 วันแล้วเสร็จ 19กรกฎาคม 59 ใช้เวลา 497วัน และกิจกรรมที่ 3 งานติดตั้งรางนำไฟฟ้าวันเริ่มงาน 28 เมษายน 59 วันแล้วเสร็จ 25 ตุลาคม 59 ใช้เวลา 193 วัน รวมระยะเวลาที่ใช้สำหรับการติดตั้งวันเริ่มงาน 2 มีนาคม 58 วันแล้วเสร็จ 25 ตุลาคม 59 เท่ากับ 647 วัน



รูปที่ 4: การคำนวณวางแผนการก่อสร้างโดยวิธีสายงานวิกฤติ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MS Project

จากรูปที่ 4 คำนวณแผนการก่อสร้างโดยวิธีสายงานวิกฤติ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MS Project ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการจัดการบริหารโครงการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องของการจัดการขั้นตอนการทำงาน ระยะเวลาการทำงาน ทรัพยากรที่ใช้เกี่ยวข้องกับงาน รวมถึงการเงินในระหว่างการทำงาน

บริหารโครงการ ทำให้สามารถจัดการบริหารโครงการขนาดเล็กไปจนถึงโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งผลจากวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม สามารถหาระยะเวลาโครงข่ายที่น้อยที่สุดจากกิจกรรมวิกฤตที่เกิดขึ้นคือ TK1-TK2-TK3-TK4-TK5-TK6-TK7-TK8-TK9-TK10-C11-C12-C13-CR14-CR15-CR16-CR17-CR21-CR22-CR23 รวมระยะเวลาที่ใช้สำหรับการติดตั้งวันเริ่มงาน 1 พฤษภาคม 58 แล้วเสร็จ 25 ตุลาคม 59เท่ากับ582วัน

ตารางที่ 3: คำนวณค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดขึ้นของโครงการ

ลำดับ	แผนงาน	วันเริ่มงาน	วันสิ้นสุด	ระยะเวลา (วัน)	ค่าใช้จ่ายต่อวัน	จำนวนเงิน (บาท)
1	ผู้รับเหมาช่วง	จ 2/3/58	อ 25/10/59	647	40,593	26,263,671
2	วิธีสายงานวิกฤติ	ศ 1/5/58	อ 25/10/59	582	40,593	23,625,126
	รวมผลต่าง			65	40,594	2,638,610

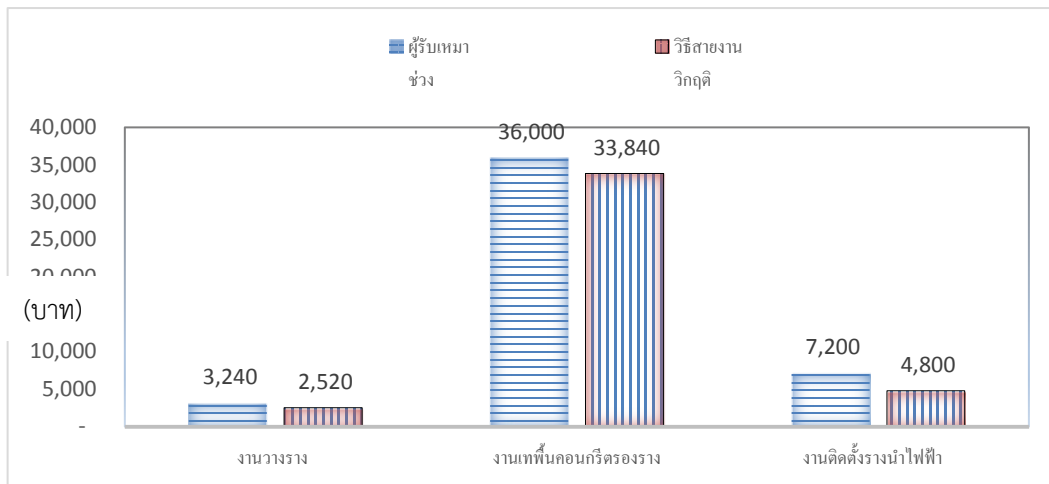
จากตารางที่ 3 คำนวณค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดขึ้นของโครงการ ทำการเปรียบเทียบระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วง (รูปที่ 3) ใช้ระยะเวลา647วันกับวิธีสายงานวิกฤติ (รูปที่ 4) ใช้ระยะเวลา 582วันจะเห็นได้ว่าระยะเวลาสามารถลดลงได้ 65 วัน ค่าใช้จ่ายทางอ้อมต่อวันเท่ากับ 40,593 บาท (อ้างอิงราคาจากผู้รับเหมาช่วงที่เสนอต่อผู้รับเหมาหลัก) ทำให้ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่สามารถลดได้มีค่าเท่ากับ 2,638,610 บาท

ตารางที่ 4: คำนวณค่าใช้จ่ายทางตรงของการใช้ทรัพยากรค่าแรงที่เกิดขึ้นของโครงการ

ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ผู้รับเหมาช่วง (ค่าแรง)	วิธีสายงานวิกฤติ (ค่าแรง)	เปรียบเทียบค่าต่าง (ค่าแรง)	ค่าแรงเฉลี่ยต่อคนต่อวัน(บาท)	รวมเป็นเงิน (บาท)	เปอร์เซ็นต์ %
1	งานวางราง	3,240	2,520	720	400	288,000	14%
2	งานเทคอนกรีตพื้นรองราง	36,000	33,840	2,160	400	864,000	41%
3	งานติดตั้งรางนำไฟฟ้า	7,200	4,800	2,400	400	960,000	45%
	ผลรวม	46,440	41,160	5,280	400	2,112,000	

จากตารางที่ 4 คำนวณค่าใช้จ่ายทางตรงของการใช้ทรัพยากรค่าแรงที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วงกับวิธีสายงานวิกฤติ พบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของผู้รับเหมาช่วงค่าแรงทั้งหมด 46,440 หน่วยและวิธีสายงานวิกฤติค่าแรงทั้งหมด 41,160 หน่วย คิดค่าแรงเฉลี่ยหน่วยละ 400 บาทต่อคนต่อวัน ซึ่งผลต่างของหน่วยค่าแรงที่เกิดขึ้นเท่ากับ 5,280 หน่วยสามารถลดลงได้จากยอดรวมทั้งหมด 2,112,000 บาท

โดยแบ่งแต่ละกิจกรรมดังนี้กิจกรรมวางรางลดลง 864,000บาทคิดเป็น 41% ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมด, กิจกรรมงานเทพื้นคอนกรีตรองรางลดลง 288,000 บาทคิดเป็น14%ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมดและกิจกรรมงานติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าลดลง960,000บาทคิดเป็น 45%ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมด แสดงตามกราฟเปรียบเทียบในรูปที่ 5



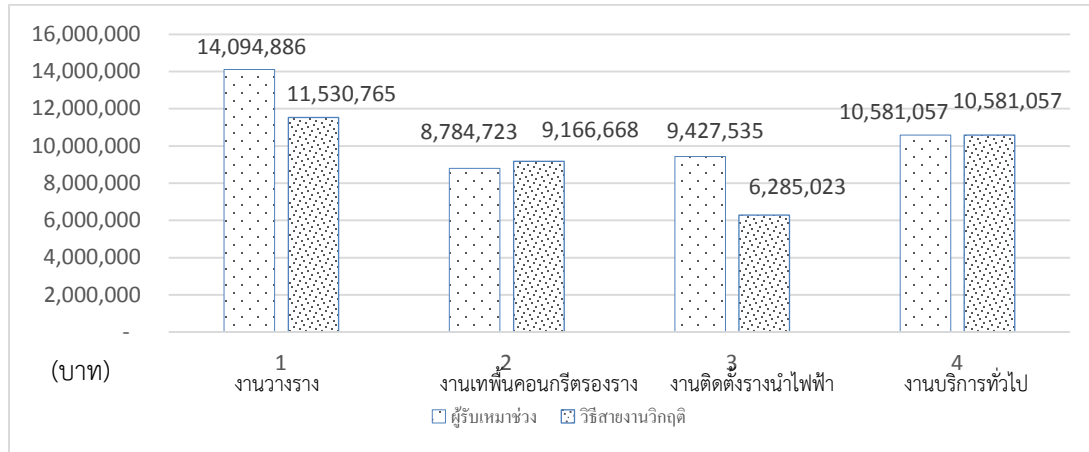
รูปที่ 5: กราฟแสดงการเปรียบเทียบทรัพยากรของค่าแรงของแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 5: คำนวนค่าใช้จ่ายทางตรงของการใช้ทรัพยากรเครื่องจักรที่เกิดขึ้นของโครงการ

ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ผู้รับเหมาช่วง (บาท)	วิธีสายงานวิกฤติ (บาท)	เปรียบเทียบ ผลต่าง(บาท)	เปอร์ เซ็นต์
1	งานวางราง	14,094,886	11,530,765	2,564,121	48%
2	งานพื้นคอนกรีตรองราง	8,784,722	9,166,667	-381,944	-7%
3	งานติดตั้งรางนำไฟฟ้า	9,427,535	6,285,023	3,142,512	59%
4	งานบริการทั่วไป	10,581,057	10,581,057	-	0%
	ผลรวม(บาท)	42,888,200	37,563,512	5,324,688	100%

จากตารางที่ 5 คำนวนค่าใช้จ่ายทางตรงของการใช้ทรัพยากรค่าใช้จ่ายสำหรับเช่าเครื่องจักรที่เกิดขึ้นของโครงการเปรียบเทียบระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วงกับวิธีสายงานวิกฤติพบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับเช่าเครื่องจักรจากผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวนเงินทั้งหมด 42,888,200 บาทและค่าใช้จ่ายสำหรับเช่าเครื่องจักรตามแผนงานวิธีสายงานวิกฤติเป็นจำนวนเงินทั้งหมด 37,563,512 บาทสามารถลดลงได้ทั้งหมด 5,324,688 บาท โดยแบ่งแต่ละกิจกรรมดังนี้กิจกรรมวางรางลดลงเป็นจำนวน 2,564,121 บาทคิดเป็น 41%ของยอดรวมที่ลดลงได้

ทั้งหมด,กิจกรรมงานเทพื้นคอนกรีตรองรางเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 381,944 บาทคิดเป็น-7% ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมดและกิจกรรมการติดตั้งระบบรางนำไฟฟ้าลดลงเป็นจำนวน 3,142,512 บาทคิดเป็น 59% ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมดแสดงตามกราฟเปรียบเทียบในรูปที่ 6



รูปที่ 6: กราฟแสดงการเปรียบเทียบทรัพยากรของเครื่องจักรแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 6: สรุปเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างแผนงานก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วงกับวิธีสายงานวิกฤติ

ลำดับ	รายละเอียดกิจกรรม	ผู้รับเหมาช่วง	วิธีสายงานวิกฤติ	ค่าต่างที่สามารถลดได้เป็นจำนวน (บาท)	เปอร์เซ็นต์	หมายเหตุ
1	ค่าใช้จ่ายทางอ้อม	26,263,671	23,625,126	2,638,545	26%	
2	ค่าใช้จ่ายทางตรง (งานติดตั้งระบบราง)	61,464,200	54,027,512	7,436,688	74%	
2.1	ค่าแรงงาน	18,576,000	16,464,000	2,112,000		
2.2	ค่าเครื่องจักร	42,888,200	37,563,512	5,324,688		
2.3	ค่าวัสดุ	0	0	0		ผู้รับเหมาหลักจัดซื้อ
	ผลรวม(บาท)	87,727,871	77,652,638	10,075,233	100%	

จากตารางที่ 6 จากผลการศึกษาและเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธีการดังกล่าว พบว่าวิธีสายงานวิกฤติใช้ระยะเวลาในงานก่อสร้าง 582 วัน ในขณะที่วิธีแผนงานก่อสร้างก่อสร้างจากผู้รับเหมาช่วง ใช้ระยะเวลา 647 วัน แสดงให้เห็นว่าวิธีสายงานวิกฤติลดระยะเวลาลงได้ 65 วัน โดยกำหนดระยะเวลา เริ่มแผนงานเข้าสู่ 1 มิถุนายน 2558 วันและแล้วเสร็จเข้าสู่ 25 ตุลาคม 2559 สรุปค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่สามารถลดลงได้เท่ากับ 10,075,233 บาท

โดยค่าใช้จ่ายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. ค่าใช้จ่ายทางอ้อมลดลงเท่ากับ 2,638,545 บาท คิดเป็น 26% ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมด 2. ค่าใช้จ่ายทางตรงลดลงเท่ากับ 7,436,688 บาทคิดเป็น 74% ของยอดรวมที่ลดลงได้ทั้งหมด

สรุป

จากผลการวิจัยพบว่า การวางแผนการก่อสร้างระบบวางรางรถไฟโดยวิธีสายงานวิกฤติสามารถช่วยในการบริหารการใช้ทรัพยากรลดลง ได้แก่ ระยะเวลาแรงงานค่าเครื่องจักรซึ่งจะทำให้ผู้บริหารโครงการที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนงานก่อสร้างสามารถตัดสินใจในการเลือกวางแผนงานได้อย่างเหมาะสมและเพื่อบริหารจัดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การวางแผนงานก่อสร้างโดยวิธีสายงานวิกฤติ สามารถวิเคราะห์วางแผนกำหนดระยะเวลาโครงการที่เหมาะสม เริ่มแผนงานล่าช้าสุด 1 มิถุนายน 58 วันแล้วเสร็จช้าสุด 25 ตุลาคม 59 ระยะเวลาที่ใช้เท่ากับ 582 วัน ถ้าหากไม่เริ่มงานตามวันเวลาดังกล่าว จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนงานก่อสร้างของโครงการ เช่น ค่าปรับที่เกิดขึ้นจากงานล่าช้าไม่สามารถเป็นไปตามแผนงานโครงการจำเป็นต้องเพิ่มทรัพยากรในการเร่งรัดงานให้แผนงานเร็วขึ้น ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายสำหรับใช้ในติดตั้งงานวางรางรถไฟสามารถลดลงได้เป็นจำนวนเงิน 10,075,233 บาท

เอกสารอ้างอิง

- Toor, S.R. and Ogunlana, S.O. (2008). Problems causing delays in major construction projects in Thailand. *Construction Management and Economics*, 26(4), 395-408.
- Lyer, K.C. and Jha, K.N. (2006). Critical factors affecting schedule performance: evidence from Indian construction projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(8), 871-81.
- Oglesby, C. H., Parker, H. W., and Howell, G. A. (1989). *Productivity, improvement in construction*. McGraw-Hill Publishing Inc., New York, NY.
- Tommy Y.Lo, Ivan W.H., Fung and Karen C.F. Tung. "Construction delays in Hong Kong Civil engineering project.", *Journal of construction engineering and management*, 132(6), (c2006): 636-649.
- มรกต ไชยสัตย์, วรุต อุดมดี, วุฒิชัย ประสิทธิ์ภูมิรพี (2542). การปรับปรุงผลผลิตของงานก่อสร้าง กรณีศึกษา : โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 1 (ตอนเหนือ) การรถไฟแห่งประเทศไทย. ปรินญาณพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยรังสิต, 2542.
- Ammar, M.A. and Mohieldin, Y.A. (2002). Resource constraint project scheduling using simulation. *Construction Management and Economics*, 20(4), 323-30.
- วชรภูมิ เบญจโอฬาร (2554). รายงานการวิจัย การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้างด้วยการกำหนดเวลา และต้นทุนที่เหมาะสม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Khurana Sunita and Banerjee Snigdha (2013). CPM Analysis of Rolai-Rinjlai Road Construction. *Research Journal of Mathematical and Statistical Sciences*, 1(2), 7-15, March (2013).

การประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานของสถานีงานยกกระสอบแป้ง

The Risk assessment of the performance of gestures work stations flour sacks.

ศรัณยพงศ์ เสยอินทร์¹, ชลิดา ชาญวิชิต²

Sranyaphong Soeii¹, Chalida Chanwichit²

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

E-mail : Sranyaphong@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานของพนักงานสถานีงานยกกระสอบแป้ง กรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง โดยทำการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานโดยหลักการทางกายศาสตร์ทั้งหมด 3 วิธี 1) การสำรวจสุขภาพ (Abnormal Index : AI) 2) แบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย (Body Discomfort Map) และ 3) การประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี (Rapid Entire Body Assessment: REBA) ซึ่งขั้นตอนการทำงานของสถานีงานยกกระสอบแป้งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง 2) ขั้นตอนการแกะถุงกระสอบแป้ง 3) ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้งและ 4) ขั้นตอนการเทแป้งลงเครื่องร่อนแป้ง จากการสำรวจสุขภาพ พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนน AI เท่ากับ 3.3425 ซึ่งหมายถึงมีปัญหามากถึงขั้นจะรับไม่ได้จึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข จากการสำรวจแบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย พบว่าพนักงานมีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ที่หลังส่วนกลางและหลังส่วนล่าง และมีความเมื่อยอย่างมากที่หัวไหล่และหลังส่วนบน และผลการประเมินท่าทางการทำงาน พบว่า ขั้นตอนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 11.2 ขั้นตอนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 5.7 ขั้นตอนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 10.5 ขั้นตอนที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.5 หลังจากผู้วิจัยทราบค่าการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานแล้วว่าขั้นตอนการทำงานใดที่มีความเสี่ยงที่ควรได้รับการแก้ไขซึ่งขั้นตอนที่ควรได้รับการแก้ไขคือ ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้งและขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ ผลปรากฏว่า ผลการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงาน ทั้ง 2 ขั้นตอนคือขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้งและขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง พบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ ขั้นตอนการยกเตรียมคะแนนกระสอบแป้งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 11.2 ลดลงเหลือ 7 และขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 10.5 ลดลงเหลือ 7 ผลการสำรวจสุขภาพหลังการปรับปรุงพบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ ค่าดัชนีความผิดปกติ AI จากเดิมคือ 3.21 ลดลงเหลือ 1.8 และผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าหลังการปรับปรุงพบว่าหลังจากการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ เปอร์เซ็นต์ความเมื่อยล้าของพนักงานลดลงจากเดิม คือหลังส่วนกลางและหลังส่วนล่างพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเมื่อยล้าลดลงจากเดิมคือ มีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง และความเมื่อยล้าของคอ หัวไหล่และหลังส่วนบนจากเดิมคือมีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง

Abstract

This study aims to assess the risk from the stance of employee work stations flour sacks. Case Study factory It assesses the risk of his work by the principles of ergonomics, all three ways: 1) Health Survey (Abnormal Index: AI) 2) were feeling the fatigue of the body (Body Discomfort Map), and 3) assessing posture. working methods (Rapid Entire Body Assessment: REBA) the procedure for running the station and sacks of flour consists of four steps as follows: 1) the process of lifting the flour sacks 2) Step Etching sack of flour. 3) preparation poured flour and 4) pour the batter into the process of flour. From health surveys The average score AI = 3.3425, which means there will not be much trouble even need to be fixed. The questionnaire survey feeling the fatigue of the body. Found that there were a lot of pain. At the middle and lower back. And are on a lot. Shoulder and upper back And evaluation gestures work that step 1 with average rating is 11.2 Step 2, the mean score was 5.7 Step 3 with an average score of 10.5, Step 4, with an average score of 7.5 after. the researchers note the risk assessment of the gesture, and then the process of working as a risk that should be fixed which steps should be resolved is. How to lift a sack of meal preparation and preparation process poured Flour. The researchers are working to improve the manner in accordance with the principles of ergonomics results appear. Assessment of the Risk of motion for both two-step process is preparing to lift a sack of flour and pour the preparation Flour. Found that after implementing the actions of the employees to be ergonomic. How to raise the score flour sacks with an average score decreased from a 11.2 decrease to 7, and the process of preparing to pour Flour with an average score lower than the 10.5 down to 7 of health surveys. adjusted found that after the manner of working to improve the ergonomics. AI from the abnormal index is 3.21, down to 1.8 and evaluation feeling at all times, to improve the appearance, after updating the employee to be according to the ergonomics. Percentage of fatigue of employees decreased. Is the central and lower back fatigue found that the percent reduction from the original. There is very little pain. Reduced to a moderate fatigue. And fatigue of the neck. From the shoulders and upper back are aching so much. Reduced to a moderate fatigue.

บทนำ

ความเมื่อยล้าของร่างกาย เป็นผลจากการปฏิบัติงานในท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมซึ่งสาเหตุมาจากผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการปฏิบัติงานในท่าทางการทำงานที่ถูกต้อง ตามสภาวะแวดล้อมของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ทำงาน หรือสถานที่ปฏิบัติงานไม่เอื้ออำนวยต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งเกิดจากการจัดการคนที่ไม่เหมาะสมกับงานโดยที่ไม่คำนึงถึงสัดส่วนของคนเข้าไปปฏิบัติงาน ส่งผลให้ท่าทางการทำงานหรือการทำงานที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติทำให้เกิดความเมื่อยล้า และอาจเกิดอาการบาดเจ็บขึ้นที่อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ปวดคอ ปวดหลัง ปวดแขน ปวดขา เป็นต้น หรือเกิดอาการเรื้อรังและทำให้เกิดโรคจากการทำงานขึ้นได้ อีกทั้ง

ความเมื่อยล้าจากท่าทางในการทำงานนั้นส่งผลเสียในหลายด้าน อาทิ ด้านประสิทธิภาพในการผลิต ด้านความสามารถในการทำงานให้ได้ตามปริมาณและคุณภาพของงานที่กำหนด ด้านค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าต้นทุนการผลิตตลอดจน ด้านขวัญและกำลังใจในการทำงาน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาผู้ทำการวิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาวิธีการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานเพื่อให้ทราบถึงปัญหาของอาการบาดเจ็บและโรคจากการทำงาน ดังนั้นการวิจัยนี้มุ่งที่จะประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการลักษณะท่าทางการทำงานโดยวิธีการประเมินทางกายศาสตร์ สำหรับสภาวะแวดล้อมและพฤติกรรมการทำงาน และนำไปสู่การปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานและสภาพแวดล้อม เพื่อลดการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและโรค จากการศึกษาการทำงานในสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาในเรื่องของสถานงานของกระบวนการผลิต พบว่ามีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของพนักงาน โดยเกิดจากการเคลื่อนย้ายของหนักที่ผิดวิธี ส่งผลให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าหรือเกิดโรคจากการปฏิบัติงาน



รูปที่ 1: ขั้นตอนการเคลื่อนย้ายกระสอบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์จากการทำงานของพนักงานจุดงานยกกระสอบแบ่ง
- 2.2 เพื่อป้องกันปัจจัยเสี่ยงอันเนื่องมาจากการทำงานของจุดงานยกกระสอบแบ่ง
- 2.3 เพื่อปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์

ทบทวนวรรณกรรม

ไวยวิทย์ (2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของการบาดเจ็บเนื่องจากท่าทางการทำงานและภาระงานที่เกิดจากการยกด้วยมือเปล่า วิธีการประเมินทางกายศาสตร์กายภาพ 3 วิธีคือ การประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็ว Rapid Upper Limb Assessment (RULA) การประเมินทั้งร่างกายแบบรวดเร็ว Rapid Entire Body Assessment (REBA) และจำลองชีวกลศาสตร์ในภาวะสถิต (Static Biomechanics Model) ผู้ที่เข้าร่วมในการศึกษานี้เป็นพนักงานที่มีอายุอยู่ในช่วง 19-24 ปี จำนวน 7 คน คะแนนรวมของการประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็วมีค่าเท่ากับ 6 และคะแนนรวมของการประเมินร่างกายแบบรวดเร็วเท่ากับ 11 แสดงให้เห็นว่าพนักงานต้องทำงานที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำไปซ้ำมาดังนั้นมีผลการพิจารณาการออกแบบระบบการทำงานให้เพื่อลดระดับปัจจัยเสี่ยงสำหรับงานยกด้วยมือเปล่าในการวางแผนพัฒนาระยะยาว อย่างไรก็ตามผลจาก

การคำนวณด้วยแบบจำลองชีวกลศาสตร์ในภาวะสถิตของหลังส่วนล่าง แสดงให้เห็นว่าแรงกดที่กระทำบนหมอนรองกระดูกมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน NIOSH ปี 1991 ทำให้สรุปได้ว่าค่าความต้องการของภาระงานยกนี้ (แรงกระทำภายนอกและโมเมนต์) ยังอยู่ในช่วงความสามารถความแข็งแรงของคนทำได้

กนกพร บุญบุตร และกิตติศักดิ์ มีพา (2556) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงการทำงานของพนักงานโรงงานประดิษฐ์ดอกไม้กระดาษ โดยหลักทางการยาศสตร์กายภาพ 3 วิธี ซึ่งประกอบด้วย 1) วิธีสอบถามพนักงานเกี่ยวกับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆของร่างกาย 2) ประเมินด้วยวิธี Abnormal index (AI) และ 3) การประเมินท่าทางการทำงาน Rapid Upper Limb Assessment (RULA) จากผลการวิจัยพบว่าการบาดเจ็บบริเวณก้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.13 บริเวณหลังส่วนบนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.00 บริเวณแขนส่วนล่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.88 และบริเวณไหล่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.75 จากการประเมิน AI พบค่าคะแนนเฉลี่ย AI เท่ากับ 4.36 ซึ่งหมายถึงรับไม่ได้ต้องแก้ไขทันที และผลประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $5(\pm 0.93)$ ซึ่งหมายถึงงานนั้นเริ่มเป็นปัญหาควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยของการประเมินความเสี่ยงจุดงานยกกระสอบแบ่งของสถานีกานกระบวนการร่อนแป้ง โดยมีวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 การศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานจุดงานยกกระสอบแบ่งของสถานีกานกระบวนการร่อนแป้ง เพื่อศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบันว่ามีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายและโรคจากการทำงานต่อตัวพนักงานหรือไม่ โดยใช้แบบประเมินสุขภาพ (Abnormal index: AI) ซึ่งค่าดัชนี AI เป็นค่าดัชนีใช้สำหรับประเมินความล้าทั้งทางด้านร่างกาย โดยใช้ความรู้สึกของพนักงานเป็นเกณฑ์ในการประเมิน เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผศ.น.ท. สุทธิ ศรีบุรพา (2551) ในการประเมินแต่ละหัวข้อจะแบ่งระดับความรุนแรงเป็น 9 ระดับ การคำนวณดัชนีความผิดปกติมีทั้งหมด 8 หัวข้อคือ 1) ความล้าโดยทั่วไป 2) ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและบาดเจ็บ 3) ระดับความสนใจต่องานที่ทำ 4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน 5) ความยากง่ายของการทำงาน 6) จังหวะของการทำงาน 7) ความรับผิดชอบในการทำงาน 8) ความเป็นอิสระในการทำงาน สูตรในการคำนวณ

$$\frac{\sum [1, 2, 4, 5, 6, 7] - [3, 8]}{8} = AI \quad . (1)$$

โดยการแปลความหมายของสมการ (1) ได้ค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) ดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน $AI < 0$ = ไม่มีปัญหาอะไรเลย

ระดับคะแนน $0 < AI < 2$ = มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้

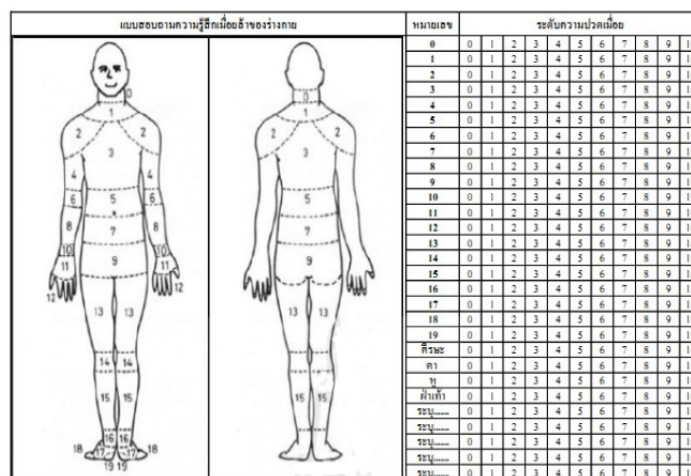
ระดับคะแนน $2 < AI < 3$ = ต้องเอาใจใส่ระมัดระวัง

ระดับคะแนน $3 < AI < 4$ = มีปัญหามากขึ้นจะรับไม่ได้

ระดับคะแนน $4 < AI$ = รับไม่ได้แก้ไขทันที

เมื่อทราบถึงค่าดัชนี AI ประเมินความล้าทางด้านร่างกายของพนักงานว่ามีความรู้สึกเจ็บปวดอยู่ในระดับใด ควรจะต้องมีปรับปรุงลักษณะการทำงานหรือไม่ ลำดับต่อมาคือการประเมินความเมื่อยล้าตามส่วนต่างๆของร่างกาย

4.2 แบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย (Body Discomfort Map) แบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกายที่ใช้ในการศึกษานี้ พัฒนาโดย Corlett และ Bishop (1976) การสำรวจความเมื่อยล้าจากการทำงานของผู้ถูกทดสอบ ทำหลังจากผู้ถูกทดสอบได้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆ โดยมีท่าทางการทำงานที่เหมือนการทำงานจริงของพนักงานแบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย ภายในแบบสอบถามจะเป็นการสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าในกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังรูปที่ 2 ซึ่งคะแนนทางด้านขวามือใช้ในการบ่งบอกถึงระดับความเมื่อยล้าของร่างกายส่วนต่างๆ



- รูปที่ 2: แบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย
- จากรูปที่ 2 บ่งบอกถึงส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังต่อไปนี้
- 1) ร่างกายส่วนที่ 0 คือ ต้นคอ (Nape, Scruff)
 - 2) ร่างกายส่วนที่ 1 คือ คอ (Neck)
 - 3) ร่างกายส่วนที่ 2 คือ หัวไหล่ (Shoulders)
 - 4) ร่างกายส่วนที่ 3 คือ หลังส่วนบน (Upper Back)
 - 5) ร่างกายส่วนที่ 4 คือ แขนส่วนบน (Upper Arms)
 - 6) ร่างกายส่วนที่ 5 คือ หลังส่วนกลาง (Mid Back)
 - 7) ร่างกายส่วนที่ 6 คือ ข้อศอก (Elbows)
 - 8) ร่างกายส่วนที่ 7 คือ หลังส่วนล่าง (Lower back)
 - 9) ร่างกายส่วนที่ 8 คือ แขนส่วนล่าง (Lower arm)
 - 10) ร่างกายส่วนที่ 9 คือ สะโพก (Buttocks)
 - 11) ร่างกายส่วนที่ 10 คือ ข้อมือ (Wrists)
 - 12) ร่างกายส่วนที่ 11 คือ ฝ่ามือ (Palms)
 - 13) ร่างกายส่วนที่ 12 คือ นิ้วมือ (Fingers)

- 14) ร่างกายส่วนที่ 13 คือ ต้นขา (Thighs)
- 15) ร่างกายส่วนที่ 14 คือ หัวเข่า (Knees)
- 16) ร่างกายส่วนที่ 15 คือ ขา (Legs)
- 17) ร่างกายส่วนที่ 16 คือ ข้อเท้า (Ankles)
- 18) ร่างกายส่วนที่ 17 คือ ฝ่าเท้า (Soles)
- 19) ร่างกายส่วนที่ 18 คือ นิ้วเท้า (Toes)
- 20) ร่างกายส่วนที่ 19 คือ ส้นเท้า (Heels)

การให้คะแนนความรู้สึกเมื่อยล้าเป็นระบบสเกลจาก 0-10 คะแนน ความหมายของแต่ละคะแนนได้ดัดแปลงมาจาก การประเมินจากความรู้สึกเหนื่อยจากการออกกำลังกาย โดยใช้สเกลดัดแปลงจากสเกลความเหนื่อยของบอร์ก (Modified Borg Scal) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: คะแนน และระดับความเมื่อยล้า

Borg Scale	ระดับความเมื่อย
0	ไม่เมื่อยมาก
1	เมื่อยน้อยมาก
2	เมื่อยเล็กน้อย
3	เมื่อยปานกลาง
4	เมื่อยค่อนข้างมาก
5	เมื่อยอย่างมาก
7	เมื่อยอย่างมากๆ
6	
8	
9	เมื่อยมากเกือบที่สุด
10	เมื่อยมากที่สุดจนทนไม่ไหว

เมื่อทราบระดับความเมื่อยล้าของร่างกายว่าเกิดที่บริเวณใดลำดับต่อมาคือการประเมินท่าทางการทำงาน

4.3 การประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี REBA เหมาะกับการประเมินการทำงานที่มีการใช้งานทั้งร่างกาย ทั้งในรูปแบบการทำงานที่เคลื่อนที่และหยุดนิ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินจากการบันทึกวิดีโอและนำวิดีโอการทำงานมาแบ่งเป็นภาพนิ่งเป็นส่วนย่อยๆ

คะแนนความเสี่ยงที่รวมได้ บ่งบอกถึงความเสี่ยงของท่าทางการทำงานในขั้นตอนนั้น ระดับความเสี่ยงและความหมายแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับคะแนนความเสี่ยงโดยการประเมินด้วยวิธี REBA

คะแนน	การแปลความหมาย
1	งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
2-3	งานนั้นควรได้รับการพิจารณา การศึกษาละเอียดขึ้นและติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่องการออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น
4-7	งานนั้นเริ่มมีปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว
8-10	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเร็ว
11-15	งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

ผลการดำเนินการวิจัย

5.1 ศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานจุดงานยกกระสอบแบ่งของกระบวนการยกกระสอบแบ่ง

5.1.1 การวิเคราะห์การทำงานของพนักงาน จากการศึกษาจุดงานยกกระสอบแบ่งของกระบวนการร่อนแบ่ง พบว่าในจุดงานนี้ต้องใช้แรงงานคนในการปฏิบัติงานทั้งหมด จากการสังเกตการปฏิบัติงานจุดงานยกกระสอบแบ่ง พบว่าผู้ใช้แรงงานต้องทำงานต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง แล้วจึงทำการพักและจะมาเริ่มปฏิบัติงานใหม่อีกครั้ง ในการปฏิบัติงานของพนักงานจะทำการยกกระสอบแบ่งโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 400-500 กระสอบ/กะ โดยขั้นตอนปฏิบัติงานในจุดงานยกกระสอบแบ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้คือ 1) ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแบ่ง 2) ขั้นตอนการแกะถุงกระสอบ 3) ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแบ่งและ 4) ขั้นตอนการเทแบ่งลงเครื่องร่อนแบ่ง แสดงดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 6



รูปที่ 3: ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง



รูปที่ 4: ขั้นตอนการแกะกระสอบแป้ง



รูปที่ 5: ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง



รูปที่ 6: ขั้นตอนการเทแป้งลงเครื่องร่อนแป้ง

5.2 ผลการสำรวจสุขภาพ (Abnormal Index : AI)จากการประเมินโดยจากการตอบแบบสอบถามด้วยวิธีดัชนีความผิดปกติของการปฏิบัติงานของจุดงานยกกระสอบแป้งสถานีงานกระบวนการร่อนแป้งของพนักงานจำนวน 10 คน แล้วคำนวณหาค่าดัชนีความผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3: แสดงผลการประเมินด้วยดัชนีความผิดปกติ

พนักงานจุดงานยกกระสอบแป้ง	ค่าคะแนน AI
1	4.0
2	2.0
3	4.0
4	2.63
5	3.88
6	3.88
7	3.25
พนักงานจุดงานยกกระสอบแป้ง	ค่าคะแนน AI
8	3.50

9	2.63
10	3.68
ค่าเฉลี่ย	3.35

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนน A ของสถานีนายกกระสอบแป้ง คือ 3.35 ซึ่งหมายถึงมีปัญหามากถึงขั้นจะรับไม่ได้จึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข

5.3 ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้า (Body Discomfort Map) จากการทำแบบประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าพนักงานได้ปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ โดยมีท่าทางการทำงานที่เหมือนการทำงานจริงของพนักงาน ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าผลการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกายโดยได้คำนวณร้อยละของค่าความเมื่อยล้าส่วนต่างๆ ของร่างกาย จากรูปข้างต้นสามารถอธิบายข้อมูลจากผู้ถูกทดสอบในการตอบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกายจากแบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าพบว่าผลกระทบต่อการเมื่อยล้าของร่างกายส่วนต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเกิดความเมื่อยล้าของร่างกายส่วนหลังโดยพบว่า มีความปวดเมื่อยอย่างมากที่หลังส่วนกลางและหลังส่วนล่าง และมีความเมื่อยอย่างมาก ที่หัวไหล่และหลังส่วนบน

5.4 ผลการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานโดยวิธี (Rapid Entire Body Assessment: REBA)

ตารางที่ 4: ผลคะแนนท่าทางการทำงานของสถานีนายกกระสอบแป้ง

ที่	ขั้นตอน	ค่าคะแนน REBA										ค่าเฉลี่ย
		เจ้าหน้าที่คนที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง	12	10	12	11	11	10	12	12	11	11	11.2
2	ขั้นตอนการแกะกระสอบแป้ง	8	6	5	5	5	6	6	6	6	4	5.7
3	ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง	12	7	10	10	11	11	11	11	11	11	10.5
4	ขั้นตอนการเทแป้งลงเครื่องร่อนแป้ง	7	7	7	9	8	7	7	7	7	9	7.5

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าค่าคะแนนประเมินความเสี่ยงจากท่าการทำงานของทั้ง 4 ขั้นตอนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่แตกต่างกันไปซึ่ง ขั้นตอนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 11.2 ขั้นตอนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 5.7 ขั้นตอนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 10.5 ขั้นตอนที่ 4 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.5

5.5 ปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ การวิเคราะห์ท่าทางการทำงานในสถานียานยกกระสอบแบ่งทั้ง 4 ขั้นตอนมีดังนี้ ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแบ่ง ขั้นตอนการแกะถุงกระสอบแบ่ง ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแบ่ง ขั้นตอนการเทแบ่งลงเครื่องร่อนแบ่ง พบว่าขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแบ่งและขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแบ่งมีค่าคะแนนท่าทางการทำงานอยู่ในระดับความเสี่ยงว่างานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที ควรได้รับการปรับปรุงท่าทางการทำงานดังนี้

- 1) ปรับตำแหน่งของคอเคลื่อนไหวไปทางด้านหน้าทำมุมไม่เกิน 0-20 องศา คือผู้ปฏิบัติงานไม่ควรแหงนคอ หรือ ก้มหน้ามากเกินไปขณะปฏิบัติงาน
- 2) ปรับตำแหน่งของลำตัวเคลื่อนไหวไปทางด้านหน้าทำมุมไม่เกิน 20-45 องศา คือผู้ปฏิบัติงานไม่ควรก้มลำตัวมากเกินไปขณะปฏิบัติงาน
- 3) ปรับตำแหน่งของขาทั้งสองขาให้ได้ตำแหน่งที่พอดีและผู้ปฏิบัติงานไม่ควรย่อเข่าเกิน 30-60 องศา ในขณะที่ปฏิบัติงาน
- 4) ปรับตำแหน่งแขนส่วนบนเคลื่อนไหวไปทางด้านหน้าทำมุมไม่เกิน 20 องศา
- 5) ปรับตำแหน่งแขนส่วนล่างเคลื่อนไหวทำมุมระหว่าง 60-100 องศา
- 6) ข้อมือเคลื่อนไหวทำมุมระหว่าง 0-15 องศา โดยไม่มีการพับ หรืองอข้อมือ คือให้ข้อศอกของผู้ปฏิบัติงานต้องแนบอยู่ข้างลำตัว ซึ่งเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับไหล่และแขน นอกจากนี้ ยังทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องบิดงอข้อมือ ก้มหรือบิดเอี้ยวตัว

ตารางที่ 5: ผลคะแนนท่าทางการทำงานของสถานียานยกกระสอบแบ่งหลังการปรับปรุง

ที่	ขั้นตอน	ค่าคะแนน REBA										ค่าเฉลี่ย
		เจ้าหน้าที่คนที่										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแบ่ง	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2	ขั้นตอนการเทแบ่งลงเครื่องร่อนแบ่ง	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

จากตารางที่ 4.5 พบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ขั้นตอนการยกเตรียมคะแนนกระสอบแบ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 11.2 ลดลงเหลือ 7 และขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแบ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 10.5 ลดลงเหลือ 7

5.6 ผลการสำรวจสุขภาพ (Abnormal Index : AI) หลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6: แสดงผลการประเมินดัชนีความผิดปกติ

พนักงานจุดงานยกกระสอบแบ่ง	ค่าคะแนน AI
1	2.0
2	1.13
3	2.75
4	1.63
5	2.13
6	1.63
7	2.25
8	1.0
9	1.75
10	1.63
ค่าเฉลี่ย	1.79

จากตารางที่ 6 พบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ค่าดัชนีความผิดปกติ AI จากเดิมคือ 3.21 ลดลงเหลือ 1.79 ซึ่งพบว่าการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ส่งผลดีต่อตัวพนักงาน

5.7 ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้า (Body Discomfort Map) หลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงาน จากการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เปอร์เซ็นต์ความเมื่อยล้าของพนักงานลดลงจากเดิม คือหลังส่วนกลางและหลังส่วนล่างพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเมื่อยล้าลดลงจากเดิมคือ มีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง และความเมื่อยล้าของคอ หัวไหล่และหลังส่วนบนจากเดิมคือมีความปวดเมื่อยอย่างมาก ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง ซึ่งพบว่าการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ส่งผลดีต่อตัวพนักงาน

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะทำการศึกษาถึงการดำเนินการป้องกันอันตรายและประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานของพนักงาน ด้วยวิธีการตามหลักการยศาสตร์ออกมาให้ทราบว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับใด เพื่อให้เป็นแนวทางแก่โรงงานนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อที่จะสามารถลดความเสี่ยงต่างๆที่เป็นเหตุให้เกิดอันตรายขึ้นได้ การทำงานของสถานียกกระสอบแบ่งจะทำงานในพื้นที่ทำงานที่มีอากาศร้อน และทำงานต่อเนื่องกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือบางครั้งอาจจะมากกว่า 2 ชั่วโมงแล้วแต่นักงานจะมีความเหนื่อยน้อยเพียงใด ขั้นตอนในการทำงานของสถานียกกระสอบแบ่งประกอบด้วย 1) ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแบ่ง 2) ขั้นตอนการแกะถุงกระสอบ 3) ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแบ่ง 4) ขั้นตอนการเทแบ่งลงเครื่องร่อน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการทำงานที่ต่อเนื่องกัน และมีการออกแรงเพื่อยกกระสอบแบ่งที่มีน้ำหนัก 22.5 กิโลกรัม ตลอดทั้งการทำงาน การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยพนักงานในสถานียกกระสอบแบ่งจากบริษัทตัวอย่าง ซึ่งทำการสำรวจสุขภาพ (abnormal index) เพื่อหาค่าดัชนีความผิดปกติของการปฏิบัติงานของจุดงานยกกระสอบแบ่ง จากนั้นทำแบบสอบถาม

ความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกาย (Body Discomfort Map) เพื่อบ่งชี้ว่าจุดที่พนักงานเมื่อยล้าที่สุดคือส่วนไหนของร่างกาย และทำการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากสถานีนายกกระสอบแป้ง และทำการประเมินจากแบบประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี (Rapid Entire Body Assessment: REBA) เพื่อปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

1) ผลการสำรวจสุขภาพ (abnormal index) ก่อนการปรับปรุงพบว่าค่าดัชนีความผิดปกติในการทำงานของสถานีนายกกระสอบแป้งมีค่าเฉลี่ยคะแนน AI ที่สูง คือ 3.3425 ซึ่งหมายถึงมีปัญหามากถึงขั้นจะรับไม่ได้จึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข

2) ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้า (Body Discomfort Map) ก่อนการปรับปรุง พบว่าผลประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าในการทำงานของสถานีนายกกระสอบแป้งของขั้นตอนการทำงานทั้ง 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง ขั้นตอนการแกะถุงกระสอบแป้ง ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง และขั้นตอนการเทแป้งลงเครื่องร่อน ทำให้ส่งผลกระทบต่อความรู้สึกเมื่อยล้าของร่างกายส่วนต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเกิดความเมื่อยล้าของร่างกายส่วนหลังโดยพบว่า มีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ที่หลังส่วนกลางและหลังส่วนล่าง และมีความเมื่อยอย่างมาก ที่หัวไหล่และหลังส่วนบน

3) ผลการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานโดยวิธี (Rapid Entire Body Assessment: REBA) ก่อนการปรับปรุงพบว่าค่าคะแนนประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานของทั้ง 4 ขั้นตอนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่แตกต่างกันไปซึ่ง ขั้นตอนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 11.2 ซึ่งหมายความว่างานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที ขั้นตอนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคะแนนคือ 5.7 ขั้นตอนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 10.5 ขั้นตอนที่ 4 ค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.5

4) ผลการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานโดยวิธี (Rapid Entire Body Assessment: REBA) หลังการปรับปรุง พบว่าค่าคะแนนประเมินความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานของทั้ง 4 ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง พบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ขั้นตอนการยกเตรียมคะแนนกระสอบแป้งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 11.2 ลดลงเหลือ 7 และขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้งมีค่าเฉลี่ยคะแนนที่ลดลงจากเดิมคือ 10.5 ลดลงเหลือ 7

5) ผลการสำรวจสุขภาพ (abnormal index) หลังการปรับปรุง พบว่าค่าดัชนีความผิดปกติในการทำงานของสถานีนายกกระสอบแป้งของขั้นตอนการทำงานทั้ง 2 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง พบว่าหลังการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ค่าดัชนีความผิดปกติ AI จากเดิมคือ 3.21 ลดลงเหลือ 1.8

6) ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้า (Body Discomfort Map) หลังการปรับปรุงพบว่าผลประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าในการทำงานของสถานีนายกกระสอบแป้งของขั้นตอนการทำงานทั้ง 2 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนการยกเตรียมกระสอบแป้ง ขั้นตอนการเตรียมเทลงเครื่องร่อนแป้ง พบว่าหลังจากการปรับปรุงลักษณะท่าทางการทำงานของพนักงานให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เปอร์เซ็นความเมื่อยล้าของพนักงานลดลงจากเดิม คือหลังส่วนกลางและหลังส่วนล่างพบว่าเปอร์เซ็นความเมื่อยล้าลดลงจากเดิมคือ มีความปวดเมื่อยอย่างมากๆ ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง และความเมื่อยล้าของคอ หัวไหล่และหลังส่วนบนจากเดิมคือมีความปวดเมื่อยอย่างมาก ลดลงเหลือที่ความเมื่อยปานกลาง

เอกสารอ้างอิง

- สำนักกองทุนเงินทดแทน(2556).การประสบอันตรายหรือการเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานประเภทกิจการที่มี
จำนวนลูกจ้างประสบอันตรายสูงสูงสุดและผลของการประสบอันตรายที่เกิดขึ้นสูงสุดของการประสบ
อันตราย 2556.กรุงเทพมหานคร: สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน.
- ไวยวิทย์ ไวยกาญจน์ และคณะ. (2555). การประเมินทางการยศาสตร์สำหรับงานยกในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยาน
ยนต์.การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, 17-19 ตุลาคม 2555. ชะอำ เพชรบุรี.
- กนกพร บุญจูบุตร และกิตติศักดิ์ มีพา. (2556). การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานทำดอกไม้
กระดาษ.การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, 16-18 ตุลาคม 2556. พัทยา ชลบุรี.
- วรรณรา ชื่นวัฒนา,ปานิสร่า ศรีใจ.(2555) การวิเคราะห์ท่าทาง และความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทำงาน
โดยเค้นการประเมินท่าทางร่างกายทั้งลำตัว : กรณีศึกษาบริษัท ผลิตภัณฑ์รถยนต์แห่งหนึ่งของพนักงาน
ปฏิบัติงานในแผนกตัดผ้าใบ : วิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
- คมกฤต เมฆสกุล,น้ำเงิน จันทรมณี.(2555) การเปรียบเทียบการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีทางการยศาสตร์
ในโรงปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรม : กรณีศึกษากระบวนการเชื่อมไฟฟ้า:วิศวกรรมการแพทย์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- นิธิเศรษฐ เพชรจุ.(2555) การลดความเสี่ยงของการบาดเจ็บจากการทำงานโดยหลักการทางการยศาสตร์ :
กรณีศึกษา สหกรณ์กองทุนสวนยางพิจิตร จำกัด: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์
- อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก.(2555) การวิเคราะห์ความเครียดจากการทำงานคอนกรีตของผู้ใช้แรงงานก่อสร้างอาคาร :
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การลดเวลาสูญเสียและของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ WASTES TIME AND DEFECT REDUCTION IN PLASTIC VACUUM FORMING PROCESS.

วัชรกร อรุณวิราม^{1*} บุญชัย แซ่ลิว² ศุภรัชชัย วรรัตน์³
Miss Watcharagorn Aroonviram*, Mr. Bunchai Sae-Sio,
Assit.Prof.Dr. Suparatchai Vorarat

¹บัณฑิตศึกษา สาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

¹ Graduate Program in Engineering Management, Faculty of Engineering, Dhurakijpundit University
E-mail:w.aroonviram@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) และเทคนิคของการปรับตั้งค่าเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minutes Exchange of Die: SMED) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตและลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ เนื่องจากกระบวนการผลิตของโรงงานมีความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรที่ใช้เวลานานและมีของเสียจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยได้นำเครื่องมือมาใช้ในการวิเคราะห์ด้านคุณภาพ ได้แก่ แผนภูมิพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล แผนภูมิควบคุม โดยวิเคราะห์ตั้งแต่การติดตั้งแม่พิมพ์ไปจนถึงผลิตจนครบจำนวนการส่งผลิต ผลการดำเนินงานพบว่าอาการของเสียแบ่งเป็น ชิ้นงานเป็นจิบ 25.4% ชิ้นงานขึ้นรูปแล้วไม่คม 24.3% ชิ้นงานบาง 18.9% และชิ้นงานเสียรูป 17.3% คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียทั้งหมด 85.9% สามารถคำนวณมูลค่าความเสียหายได้ 10,549.35 บาทต่อเดือน จากการวิเคราะห์พบข้อสรุปได้ว่าการปรับตั้งเครื่องจักรส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ขั้นตอนการปรับปรุงจึงแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้จริงในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร ผู้วิจัยได้จำแนกขั้นตอนการทำงานของพนักงานออกเป็นงานภายในและงานภายนอก จากนั้นเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอกด้วยเทคนิค SMED เพื่อลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรและผู้วิจัยกำหนดมาตรการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตดังนี้คือการปรับปรุงการควบคุมตัวทำความร้อนของเครื่องจักรให้สามารถควบคุมได้แบบตัวต่อตัวรวมถึงปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมปรับตั้งค่าแรงดันลมให้มีความชัดเจน กำหนดมาตรฐานการทำงานและปรับตั้งเครื่องจักรของพนักงานแบบคู่ขนาน หลังการปรับปรุงพบว่าสัดส่วนของเสียเหลือ 1.68% คิดเป็นมูลค่าของเสีย 996.4 บาทต่อเดือน สามารถลดระยะเวลาและขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรลง 6 ขั้นตอนโดยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิม 345 นาที เหลือ 281 นาทีต่อครั้งต่อการผลิต 1,000 ชิ้น นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ในปริมาณ 266 ชิ้นต่อวันหรือ 8,246 ชิ้นต่อเดือนสามารถคิดเป็นมูลค่า 87,407 บาท เมื่อปรับปรุงแล้วกำลังการผลิตจะเพิ่มขึ้น 17.04% หรือคิดมูลค่าเพิ่มขึ้น 1,048,891 ต่อปี

คำสำคัญ: การปรับตั้งเครื่องจักร การลดความสูญเสีย ระบบสูญญากาศ ผลิตภาพ

ABSTRACT

This research apply 7 quality control tools (7QC Tools) and techniques for quickly set up machines (Single Minutes Exchange of die: SMED) in plastic vacuum forming process. The objectives are to analyze the production process and reduce waste in the process of forming a vacuum system due to the enormous amount of waste and the amounts of machine adjustment time. The researcher use the 7 quality control techniques, including Pareto chart, Cause and Effect Chart, Control charts, to analyze the data from a setup mold process until completion the order. Initially, there are 4 kinds major of waste product, 25.4% pleat, 24.3% blunt, 18.9% slim and 17.3% lose shape. The total of waste is 85.9% or 10,549.35 Baht per month. After analyst the data, properly adjustment of the machines has an effect on the quality of work. Improvement is divided into two parts, Keeping the actual time spent in the process separating the internal from external activities, and changing the internal to the external with SMED techniques to reduce the process of adjusting the machine and the researchers determined some procedure to increase the efficiency of the production process as follows: The heating control can be controlled individually, the improvement of pressure control device and The standard of work of employees and adjust the machine accordingly. The result revealed only 1.68% of the total waste, approximate 996.4 baht. It saves 6 setup time steps and the set up time was reduced from 345 minutes to 281 minutes per adjustment for 1,000 pieces. Furthermore, increase the production rate increase 266 units per day or 17.04% thus, increasing final product value approximately 1,048,891 baht per year.

Keyword: Single Minute Exchange of Die, Waste Reduction, Vacuum, Productivity

บทนำ

อุตสาหกรรมพลาสติกเติบโตอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งพลาสติกสำเร็จรูปเข้ามามีบทบาทในวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นจำนวนมาก อาทิ กล่องอาหาร ถาดผักสด กล่องขนมหรือพลาสติกบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ ส่วนใหญ่อุตสาหกรรมการผลิตต่างๆมักประสบปัญหาเรื่องของเสียที่อาจเกิดจากรูปแบบของการผลิตหรือสิ่งแวดล้อมในการผลิต ซึ่งในส่วนของขั้นตอนการผลิตพลาสติกของโรงงานกรณีศึกษาก็คือประสบปัญหาเหล่านี้ อาทิ มูลค่าของเสียเพิ่มขึ้น การสูญเสียโอกาสในผลิตเพิ่มขึ้น อัตราค่าลังการผลิตไม่เป็นไปตามแผนการผลิตและไม่ทันตามความต้องการ ซึ่งในบางกรณีอาจจะต้องเพิ่มต้นทุนด้านแรงงานเนื่องจากต้องให้พนักงานทำงานล่วงเวลา นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกของเครื่องจักรมีจำนวนที่เป็นวิกฤติ และที่สำคัญปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงศึกษาปัญหาด้วยหลักการควบคุมคุณภาพ ของงานที่ขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสูญญากาศ พบของเสียคิดเป็นร้อยละ 85.9% ของชิ้นงานที่ผ่านการผลิตและพบว่า การปรับตั้งเครื่องจักรส่งผลให้เกิดกับคุณภาพของชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการปรับตั้งเครื่องจักรที่เป็นสาเหตุหลักและตั้งสมมติฐานว่าถ้าแก้ปัญหในการปรับตั้งเครื่องจักรให้ได้มาตรฐานที่ต้องการจะสามารถส่งผลให้ลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบการผลิตได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นๆให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดขั้นตอนการทำงานการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิต
2. เพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต
3. เพื่อเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาทางคุณภาพโดยใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อเลือกปัญหาที่ควรแก้ไขอย่างเร่งด่วนก่อนจากนั้นนำข้อมูลปริมาณของเสียที่ได้มาวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในงานและจำแนกชนิดของปัญหาหลักวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแกงปลาจากนั้นตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุด้วยหลักทฤษฎี Why Why Analysis แล้วทำการวิเคราะห์ความสำคัญของปัญหาและสาเหตุที่เป็นไปได้ที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อการปรับตั้งเครื่องจักรด้วยหลักการของ SMED

1. แผนภูมิพาเรโต (คุเมะ, 2535: 13-17)

ใช้ในการจำแนกปัญหาที่มีความสำคัญออกจากปัญหาที่ไม่สำคัญ อันเป็นวิธีการแจกแจงความถี่ของข้อมูล แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภาพที่สามารถบ่งบอกได้ถึงความมีเสถียรภาพของข้อมูลที่เป็นข้อมูลนับถ้าข้อมูลเหล่านี้อยู่ในสถานะเสถียรและข้อมูลที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย (Vital Few) ในขณะที่ข้อมูลที่มีความสำคัญเล็กน้อยแต่มีจำนวนมากมาย (Trival Many)

2. ผังแสดงเหตุและผล

ผังแกงปลาสามารถใช้แสดงเพื่อสรุปรวมเอาสาเหตุหรือปัจจัยจำนวนมากมายที่มีผลต่อคุณลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วแสดงไว้ในแผนภาพหรือผังเพียงแผนเดียวได้อย่างเป็นระบบช่วยให้การวิเคราะห์สรุปสาเหตุของปัญหาเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผังแสดงเหตุและผลหรือผังแกงปลาประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วนคือส่วนโครงกระดูกที่เป็นตัวปลาซึ่งได้รวบรวมปัจจัยอื่นที่เป็นสาเหตุของปัญหาและส่วนหัวปลาที่เป็นข้อสรุปผลของสาเหตุที่กลายเป็นตัวปัญหา

3. แผนผังการควบคุม (Control Chart)

"แผนภูมิควบคุม" คือ แผนภูมิที่ใช้สำหรับเฝ้าติดตาม (Monitoring) ค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่า เกิดความผันแปรเกินพิกัด (ขีดจำกัด) ที่กำหนดไว้หรือไม่ และความผันแปรนั้นมีแนวโน้มอย่างไร

4. ทฤษฎี Why Why analysis (อิโตชิ, 2545)

การวิเคราะห์ ทำไม ทำไม เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้พบต้นตอหรือรากเหง้าที่แท้จริงและที่สำคัญคือเพื่อนำไปสู่การแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำต่อไป

5. ทฤษฎี SMED (Shingeo Shingo, 2550)

SMED แนวคิดของ Shingeo Shingo ผู้พัฒนาระบบ SMED โดยการเฝ้าสังเกตสิ่งที่พนักงานปฏิบัติในขณะที่ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรและคิดวิธีที่จะสามารถติดตั้งเครื่องจักรให้มีเวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) สั้นที่สุด

1. การปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักรสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท

งานใน (Internal Setup) หมายถึง งานที่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรเท่านั้นจึงจะสามารถทำได้ เช่น การถอดเปลี่ยน การติดตั้งแม่พิมพ์ การปรับตั้งศูนย์

งานนอก (External Setup) หมายถึง งานที่ไม่จำเป็นต้องหยุดเครื่องจักรก็สามารถทำได้ เช่น การขนย้ายแม่พิมพ์ใหม่มารอการติดตั้ง การขนย้ายแม่พิมพ์เก่าไปเก็บ เป็นต้นในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยทั่วไปจะประกอบด้วยงานในและงานนอกรวมอยู่เป็นงานเดียวกัน ไม่ได้มีการแยกงานออกจากกันอย่างชัดเจน เป็นเหตุให้กระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรนั้นใช้เวลานานกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากมีงานในและงานนอกผสมปะปนกันอยู่ซึ่งส่งผลให้ในระหว่างการปรับตั้งเครื่องจักรนั้น เครื่องจักรมีการสูญเสียเวลาจากการรอคอยที่มากนั่นเอง

2. เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Changeover Time)

สามารถลดเวลาลงได้อย่างมากและทำให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องปฏิบัติงานได้นานยิ่งขึ้นโดยการแปลงการปฏิบัติการปรับตั้งค่าเครื่องภายในให้เป็นการปฏิบัติการตั้งค่าเครื่องภายนอกให้มากที่สุด

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จินตนา ไชยคุณ (2553) ศึกษาวิธีลดเวลาการสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED กรณีศึกษา อุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติก ซึ่งโรงงานกรณีศึกษามีเครื่องจักรใช้ในการผลิต 6 เครื่อง ขนาดและความสามารถต่างกัน จากการเก็บข้อมูลเดือนมกราคม-ธันวาคม 2552 พบว่าการสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อมียาวนานทั้งหมด 113,713 นาที / ปี และเครื่องจักรที่ 1 ใช้เวลาในการปรับตั้งยาวนานที่สุด โดยมีเวลาการสูญเสียสูงถึง 54,500 นาที/ปี คิดเป็นร้อยละ 49.97 จากนั้นนำการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยเทคนิค SMED ผลการดำเนินงานพบว่าขั้นตอนการทำงานเดิมมีทั้งหมด 64 ขั้นตอน เป็นงานนอก 10 ขั้นตอนย่อยและเป็นงานใน 54 ขั้นตอน พนักงานปฏิบัติงานจำนวน 2 คน ช่วยกันทำงาน 64 ขั้นตอน ใช้เวลาทำงานทั้งหมด 143 นาที สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่าการประกอบอุปกรณ์ทำให้เกิดความยุ่งยาก จึงได้ออกแบบเครื่องมือช่วยเป็นชุดสำเร็จรูป สรุปผลจากการปรับปรุงพบว่าเวลาในการติดตั้งงานนอกก่อนปรับปรุงเพิ่มขึ้นจากเดิม 30 นาที เป็น 104 นาที และงานในลดลงจากเดิม 224 นาที ลดลงเป็น 76 นาที ก่อนทำการปรับปรุงใช้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรทั้งหมดเป็นเวลา 143 นาทีต่อครั้ง และหลังการปรับปรุงใช้เวลาลดลงเหลือ 50 นาทีต่อครั้ง ทำให้สามารถลดเวลา การปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิมลงได้ 93 นาที คิดเป็นร้อยละ 65.03

ธีรเดช เรืองศรี (2550) ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการควบคุมการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อลดความสูญเสีย กรณีศึกษาโรงงานผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ จากการตรวจสอบในแต่ละแผนกพบว่าจำนวนของเสียสูงสุดอยู่ที่งานพิมพ์คิดเป็น 55.12% รองลงมาคือแผนกคงคลังคิดเป็น 20.39 % จากผลเสียดังกล่าวเมื่อนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปเฉลี่ยต่อเดือนสูงถึง 52,247 บาท ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎีการควบคุมคุณภาพ 7QC tools ทฤษฎีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทฤษฎีออกแบบการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์และลดความสูญเสียเปล่า ซึ่งมุ่งเน้นกระบวนการควบคุมการพิมพ์ ในเครื่อง Mitsubishi CH-5 เมื่อวิเคราะห์และศึกษาเพิ่มเติมด้วยแผนภูมิแก๊งปลาพบว่า น้ำหมึกมีผลต่อคุณภาพชิ้นงานและของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งจาก

ผลการศึกษาพบว่า มี 3 ปัจจัย คือค่าของ PH น้ำฟาว์นเทนไม่เหมาะสม น้ำหนักไม่เหมาะสมและเครื่องพิมพ์ไม่สะอาด และนำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ด้วยแพททอเรียลแบบเพิ่มจุดศูนย์กลางเพื่อหาสถานะที่เหมาะสม และนำ check sheet มาตรวจสอบหลังการปรับเปลี่ยนค่าความเหมาะสมของปัจจัยทั้ง 3 ในกระบวนการควบคุมการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์พบว่าของเสียลดลงเฉลี่ยจากเดิม 8,469 แผ่นต่อเดือนเหลือจำนวนของเสีย 5,274 แผ่นต่อเดือน และสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปในแต่ละปีได้ถึง 180,198 บาทต่อปี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัญหา

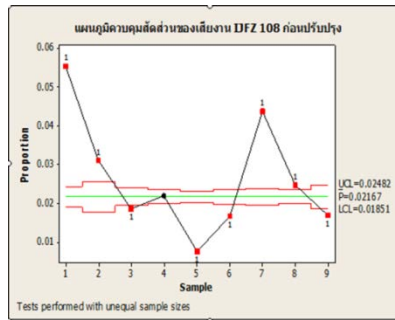
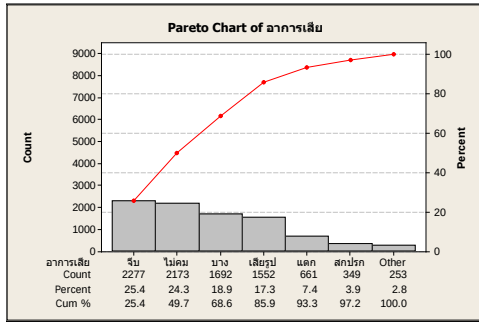
1.1 เก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบการผลิตในช่วงเดือนมกราคม – กันยายน 2557 สามารถเก็บข้อมูลโดยมีสัดส่วนของเสียคิดเป็น 2.16 % ต่อยอดการผลิต 413,403 ชิ้น ซึ่งโรงงานกรณีศึกษามีปริมาณชิ้นงานเสียในระยะเวลา 9 เดือนคิดเป็นมูลค่า 94,944.20 บาทหรือ 10,549.35 ต่อเดือน

ตารางที่ 1: ข้อมูลของเสียที่เกิดจากการขึ้นรูปพลาสติก

ข้อมูลชิ้นงานเสีย เดือนมกราคม – กันยายน 2557			
เดือน	ปริมาณที่ผลิต (ชิ้น)	ปริมาณชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)
มกราคม	28,450	1,578	16,726.80
กุมภาพันธ์	12,513	388	4,112.80
มีนาคม	34,986	647	6,858.20
เมษายน	58,747	1,294	13,716.40
พฤษภาคม	115,243	862	9,137.20
มิถุนายน	49,967	834	8,840.40
กรกฎาคม	36,647	1,607	17,034.20
สิงหาคม	57,709	1,422	15,073.20
กันยายน	19,141	325	3,445.00
รวม	413,403	8,957	94,944.20

จากตารางแสดงให้เห็นปริมาณการผลิตที่สูงไม่ส่งผลต่อปริมาณจำนวนของเสีย ซึ่งทำให้เห็นว่าสาเหตุของเสียอาจเกิดจากปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง

1.2 วิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียโดยการนำหลักการและเครื่องมือควบคุมคุณภาพแผนภูมิพาเรโตมาใช้



รูปที่ 1: วิเคราะห์ของเสียด้วยแผนภูมิพาเรโตและกราฟแสดงสัดส่วนของเสีย

จากแผนภูมิพาเรโตแสดงอาการหลักที่ต้องแก้ไขก่อนตามลำดับของเสียที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ

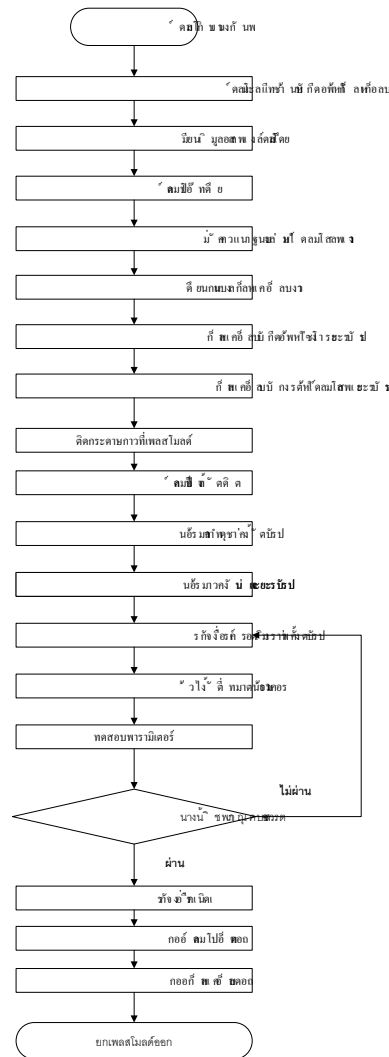
2.ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

2.1 ศึกษากระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

ขั้นตอนในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปสุญญากาศ (Vacuum Forming) นั้นมีขั้นตอนหลักๆ ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันมี 3 ขั้นตอนคือ 1.ขั้นตอนการขึ้นรูปพลาสติก 2.ขั้นตอนการตัดแบ่ง 3.ขั้นตอนการจัดเก็บและบรรจุ

2.2 ผลิตภัณฑ์ในโรงงานกรณีศึกษาซึ่งสามารถจัดกลุ่มประเภทผลิตภัณฑ์ได้ดังต่อไปนี้ สำหรับผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ที่ต้องการคำนึงถึงไฟฟ้าสถิต ที่จะเข้าไปทำลายอุปกรณ์บางอย่างของชิ้นงาน อาจทำให้เกิดความเสียหาย หรือมีอายุการใช้งานที่สั้นลง ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปยังสามารถใช้พลาสติกหรือน้ำยาป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ ถาดใส่บรรจุอาหาร โดยปกติจะใช้พลาสติก (PP: Polypropylene) ทนความร้อน น้ำมันความชื้น เข้าไมโครเวฟได้, (PS: Polystyrene) พลาสติกชนิดพิเศษป้องกันไฟฟ้าสถิตเหมาะในงานบรรจุชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์, (APET: Amorphous Polyethylene Terephthalate) เนื้อใสเหนียวทนทาน ทนน้ำมันและความชื้นได้อย่างดี

2.3 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนการขึ้นรูปพลาสติกในระบบสุญญากาศ



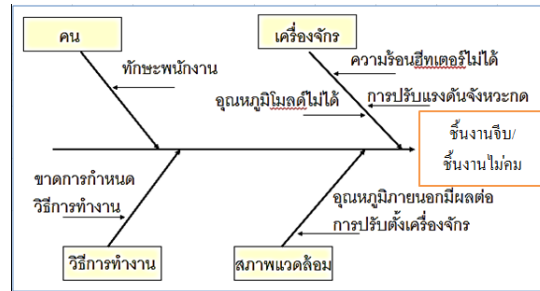
รูปที่ 2: ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร

2.4 วิธีการทำงาน ปัจจุบันพนักงานใช้ทักษะส่วนบุคคลในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรให้ดำเนินการผลิตโดยยังขาดวิธีการทำงานที่ชัดเจน

3. การเลือกปัญหา

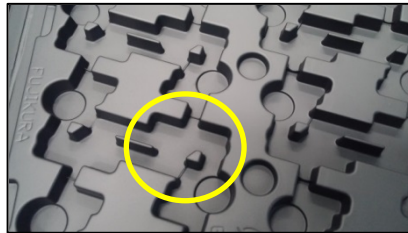
3.1 วิเคราะห์สาเหตุ

จากการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาด้วย 7QC Tools พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นที่มีปริมาณที่สูงคือ ชิ้นงานจิบ ชิ้นงานไม่คม ชิ้นงานบาง และชิ้นงานเสียรูป โดยสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยสาเหตุแผนภูมิแก๊งปลาได้ดังต่อไปนี้

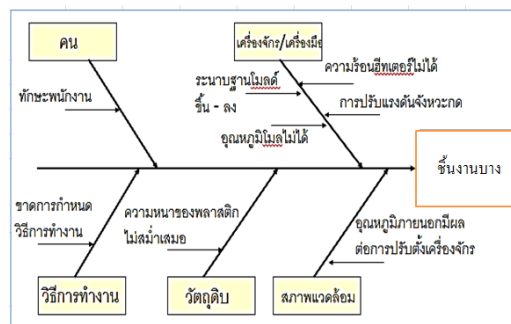


รูปที่ 3: แผนภูมิแก๊งปลาวิเคราะห์สาเหตุอาการจืดและอาการไม่คม

จากแผนภูมิแก๊งปลา ผู้วิจัยได้นำอาการจืดและไม่คมมาวิเคราะห์ร่วม เนื่องจาก 2 อาการดังกล่าวมีความใกล้เคียง ดังนั้นสาเหตุการเกิดอาจไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 4: อาการชิ้นงานเป็นจืดและไม่คม



รูปที่ 5: แผนภูมิแก๊งปลาวิเคราะห์สาเหตุอาการชิ้นงานบาง



รูปที่ 6: ตัวอย่างชิ้นงานบาง

จากการวิเคราะห์พบว่า ชิ้นงานเป็นจิบ ชิ้นงานไม่คม ควรให้ความสำคัญในการแก้ไขปรับปรุงก่อน เนื่องจาก อาการชิ้นงานเป็นจิบและไม่คมนั้นเกิดจากสาเหตุเดียวกันกับอาการชิ้นงานบาง ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงโดยเน้นที่อาการชิ้นงานไม่คมและชิ้นงานเป็นจิบเพราะผลการปรับปรุงทำให้ลดอาการงานบางลงได้ด้วยเช่นกัน

3.2 วิเคราะห์ด้วยหลักการ Why Why Analysis

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิกังพลามาวิเคราะห์ด้วยหลักการ Why Why Analysis เพื่อหาสาเหตุและต้นตอที่แท้จริงเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 2: วิเคราะห์สาเหตุจากเครื่องจักรที่ทำให้งานเป็นจิบและงานไม่คม

ปรากฏการณ์	ทำไม1	ทำไม2	ทำไม3
งานเป็นจิบ, งานไม่คม	ความร้อนHeater	ร้อนไม่เท่ากัน	ไม่สามารถควบคุมความร้อนได้
	การปรับแรงดันจิ้งหะ	การตั้งค่าแรงดันจิ้งหะ ไม่เหมือนกัน	ไม่มีตัวอ่านค่าแรงดันที่ชัดเจน
	อุณหภูมิโมลต์	ไม่มีตัวทำ ความ ร้อน ให้กับโมลต์	อุณหภูมิผ่านซีทจึงต้องทดสอบ จนกว่าความร้อนจะได้ที่

ตารางที่ 3: วิเคราะห์สาเหตุจากเครื่องจักรที่ทำให้งานบาง

ปรากฏการณ์	ทำไม1	ทำไม2	ทำไม3
งานบาง	ความร้อนHeater	ร้อนไม่เท่ากัน	ไม่สามารถควบคุมความร้อนได้
	การปรับแรงดันจิ้งหะ	การตั้งค่าแรงดันจิ้งหะ ไม่เหมือนกัน	ไม่มีตัวอ่านค่าแรงดันที่ชัดเจน
	อุณหภูมิโมลต์	ไม่มีตัวทำ ความ ร้อน ให้กับโมลต์	อุณหภูมิผ่านซีทจึงต้องทดสอบ ไปเรื่อยๆจนกว่าความร้อนจะได้ ที่
	ระบบฐานโมลต์ขึ้น-ลง	เกิดการเสื่อมสภาพของ เครื่อง/รูปแบบของ เครื่องที่ใช้	เครื่องจักรเก่า

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการตั้งปัญหาพบว่าอาการของเสียที่พบเกิดจากสาเหตุของการปรับตั้งเครื่องจักรไม่ได้มาตรฐานตามที่ต้องการ ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีข้อบกพร่องที่สามารถส่งถึงอาการต่างๆของชิ้นงาน

3.3 วิเคราะห์การปรับตั้งเครื่องจักรด้วยเทคนิค SMED

จากการศึกษากระบวนการทำงานสามารถระบุเวลาที่ปรับตั้งเครื่องจักรในการผลิต 1 ครั้งได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4: วิเคราะห์ช่วงเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

เครื่องจักรตัวอย่าง				
ลำดับ	ขั้นตอน	เวลา(นาท)	เครื่องจักร	เวลา(นาท)
1	เบิกโมลด์,ท้อปโมลด์	10	ว่าง	72
2	เตรียมบล็อกเหล็กที่พอดีกับโมลด์และหน้าซีท	5		
3	ยัดโมลด์ลงเพลสอลูมิเนียม	15		
4	ยัดท้อปโมลด์	10		
5	วางเพลสโมลด์ชุดใหม่ลงบนฐานแวกคัม	1		
6	วางบล็อกเหล็กลงบนแกนยัด	4		
7	ปรับระยะรางโซให้พอดีกับบล็อกเหล็ก	4		
8	ปรับระยะเพลสโมลด์ให้ตรงกับบล็อกเหล็ก	2		
9	ติดกระดาษกาวที่เพลสโมลด์	3		
10	ติดตั้งท้อปโมลด์	2		
11	ปรับตั้งค่าชุดทำความร้อน	5		
12	ปรับระยะแผ่นบังความร้อน	1		
13	ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องจักร	3		
14	รอความร้อนได้ตามที่ตั้ง	7		
15	ทดสอบพารามิเตอร์	25	เครื่องจักรเริ่ม	25
16	เริ่มเดือนเครื่องจักร - งานเสร็จ 1000pcs	240	ทำงาน	240
17	ถอดท้อปโมลด์ออก	2	ว่าง	8
18	ถอดบล็อกเหล็กออก	3		
19	แกะกระดาษกาวที่ยึดเพลสออก	2		
20	ยกเพลสโมลด์ออก	1		
รวม		345		345

จากตารางงานย่อยของการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยหลักการ SMED โดยการแยกงานนอกที่สามารถทำได้โดยที่เครื่องจักรไม่ต้องหยุดเครื่องและงานในที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องหยุดเท่านั้น เพื่อลดเวลาและให้เครื่องจักรได้เดินเครื่องได้นานมากขึ้น

4. วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรและวิธีการปรับตั้งก่อนการผลิตส่งผลให้ในการผลิตชิ้นงานในแต่ละครั้งจึงมีปริมาณของเสียไม่เท่ากัน ทั้งนี้ปริมาณของเสียไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณจำนวนที่ผลิตแต่มีผลมาจากปัจจัยในการปรับตั้งเครื่องจักรในแต่ละครั้งซึ่งมีผลอย่างมากต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและเวลาที่สูญเปล่าในการปรับตั้งเครื่องจักรโดยสรุปสภาพปัญหา ก่อนปรับปรุงได้ดังตาราง

ตารางที่ 5: สภาพปัญหา ก่อนปรับปรุง

สภาพปัญหา ก่อนปรับปรุง				
เวลาในการผลิต		ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต		
Setup(งานนอก)	การผลิต(งานใน)	ผลิต(ชิ้น)	ของเสีย(ชิ้น)	มูลค่าของเสีย(บาท) *
40 นาที	305 นาที	413,403	8,957	94,944.2

*มูลค่าความเสียหายคิดที่ราคา 10.60 บาท/ชิ้น

จากการรวบรวมสาเหตุจากปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงโดยขั้นตอนการปรับปรุงแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลักดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 . เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้จริงในขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร จำแนกงานภายในและงานภายนอกออกจากกัน จากนั้นเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอกด้วยเทคนิค SMED เพื่อลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดมาตรการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตดังนี้

1.ปรับปรุงการควบคุมตัวทำความร้อนของเครื่องจักรให้สามารถควบคุมได้แบบ 1 ต่อ 1 (ฮีตเตอร์ 1 ตัว ควบคุมด้วยตัวปรับตั้งค่า 1 ตัว)



รูปที่ 7: การควบคุมตัวทำความร้อนก่อนปรับปรุง

2.ปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมการปรับตั้งค่าแรงดันลมให้มีความชัดเจน



รูปที่ 8: วาล์วปรับแรงดันลมก่อนปรับปรุง

3.กำหนดมาตรฐานการทำงานและปรับตั้งเครื่องจักรของพนักงานแบบคู่ขนาน

ผลการวิจัยและอภิปราย

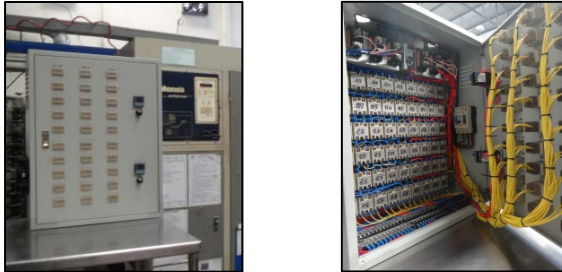
เมื่อนำแนวทางการปรับปรุงมาดำเนินงานพบว่า

1.หลังจากจำแนกงานภายในและงานนอกด้วยเทคนิค SMEDผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนขั้นตอนเบ็กโมลด์ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวพนักงานต้องเตรียมบล็อกเหล็กให้พอดีกับโมลด์และซีทรวมถึงการยัดโมลด์ลงเพลสและยึดท๊อปโมลด์กลุ่มนี้จึงเป็นงานนอกที่สามารถปฏิบัติได้ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรได้ 6 ขั้นตอน เวลาในการดำเนินการลดลง 40 นาทีและงานที่ปรับปรุงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 6: แสดงงานในงานนอกหลังการปรับปรุง

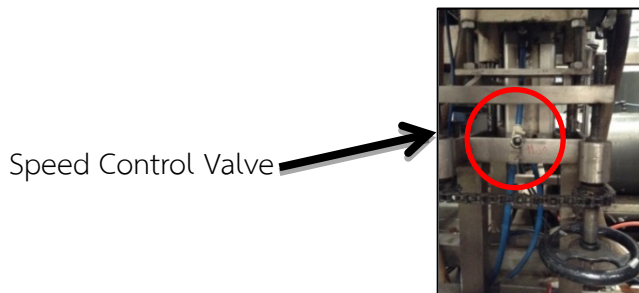
ประเภท	ลำดับ	ขั้นตอน	เวลา (m)	งานใน	งานนอก	หมายเหตุ
เตรียมโมลด์		ขั้นตอนเตรียมโมลด์ที่จ้องโมลด์ที่รับคิชอบ			X	40 นาที
ติดตั้งโมลด์	1	วางเบสโมลด์ชุดใหม่ลงบนฐานแวนดัม	1	X		
	2	วางบล็อกเหล็กบนแกนยึด	4	X		
	3	ปรับระยะวางให้พอดีกับบล็อกเหล็ก	4	X		
	4	ปรับระยะเบสโมลด์ให้ตรงกับบล็อกเหล็ก	2	X		
	5	ปรับตั้งค่าชุดทำความร้อน	5	X		
	6	ติดตั้งคานาวางเบสโมลด์	3	X		
	7	ติดตั้งท๊อปโมลด์	2	X		
ปรับตั้งค่า	8	ปรับระยะแน่นบีงความร้อน	1	X		อุปกรณ์ควบคุมความร้อนแบบ 1:1 และเพิ่ม
	9	ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องจักร	1	X		Speed control
	10	ทดสอบพารามิเตอร์	10	X		สำหรับการปรับความดันลม
เดินเครื่อง	11	เริ่มเดินเครื่องจักร - งานเสร็จ 1000pcs	240	X		
ถอดโมลด์	12	ถอดท๊อปโมลด์ที่ออก	2	X		
	13	ถอดบล็อกเหล็กออก	3	X		
	14	แกะกระดาดาวที่ยึดเบสออก	2	X		
	15	ยกเบสโมลด์ที่ออก	1	X		
	รวม		281			

2. ผลการปรับปรุงการควบคุมตัวทำความร้อนของเครื่องจักรให้สามารถควบคุมตัวทำความร้อนแบบ 1 ต่อ 1 โดยการเพิ่มตัวต้านทานปรับค่าได้โดยมีคุณสมบัติที่สามารถระบุตัวเลขในการควบคุม ซึ่งการควบคุมเตาทำความร้อนแบบ 1 ตัว ต่อ 1 จุด ทำให้การควบคุมความร้อนทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น



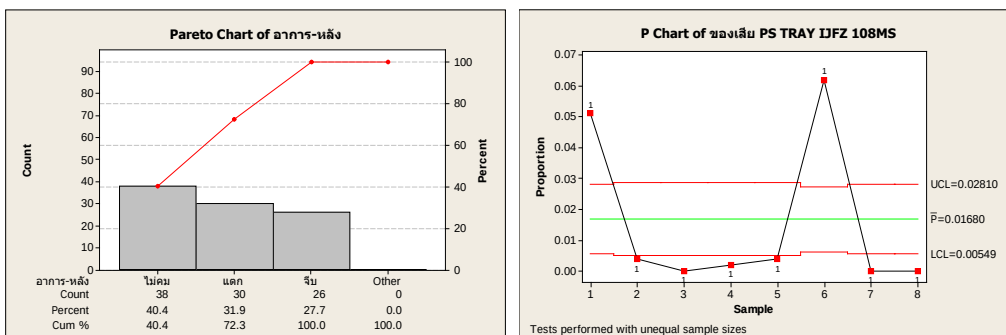
รูปที่ 9: หลังการปรับปรุงเครื่องควบคุมความร้อน

3. ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแรงดันลมที่ใช้กับระบบนิวเมตริกให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นโดยเน้นที่ความชัดเจนในการแสดงค่าที่ปรับตั้งอย่างชัดเจน ทำให้พนักงานสะดวกในการปรับตั้งค่าเพราะสามารถมองเห็นค่าในการปรับตั้ง โดยการเพิ่ม Speed Control Valve



รูปที่ 10: เพิ่ม Speed Control เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านค่า

4. ผลการดำเนินงานด้านลดของเสีย
จากการดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ที่เครื่องจักรสามารถส่งผลในการลดปริมาณของเสียจากอาการหลักในงานที่เป็นจิบสามารถลดปริมาณของเสียลงอย่างเห็นได้ชัดจากแผนภูมิดังต่อไปนี้



รูปที่ 11: แผนภูมิพาเรโตและสัดส่วนของเสียหลังปรับปรุง

4. กำหนดมาตรฐานการทำงานและปรับตั้งเครื่องจักรของพนักงานแบบคู่ขนาน โดยการทำเอกสารติดตั้งไว้ที่บริเวณข้างเครื่องจักรที่ปฏิบัติงานขึ้นรูปพลาสติกระบบสูญญากาศ

สรุปผลงานวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาที่พบในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา สามารถแยกสภาพปัญหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ปัญหาเรื่องของเสียที่พบในกระบวนการผลิต และปัญหาเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ทางผู้วิจัยจึงได้นำหลักเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) และเทคนิคของการปรับตั้งค่าเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว ในการแก้ไขสภาพปัญหาที่พบ ผลหลังการปรับปรุงพบว่าสัดส่วนของเสียทั้งหมดเหลือ 1.68% ซึ่งสามารถลดมูลค่าของเสียได้ 9,552.95 บาทต่อเดือน ระยะเวลาขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถลดลง 6 ขั้นตอนโดยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจากเดิม 345 นาที เหลือ 281 นาทีต่อครั้งต่อการผลิต 1,000 ชิ้น

ตารางที่ 8: เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง				
รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง	ลดลงคิดเป็น%
มูลค่าของเสียต่อเดือน	10,549.35 บาท	996.4 บาท	9,552.95 บาท	90.55%
เวลางานใน	305 นาที	281 นาที	24 นาที	7.86%
เวลางานนอก	40 นาที	-	40 นาที	100%

นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิต 266 ชิ้นต่อวัน หรือ 8,246 ชิ้นต่อเดือนสามารถคิดเป็นมูลค่า 87,407 บาทต่อเดือน จากเดิมกำลังการผลิตสามารถผลิตได้ที่ 1,561 ชิ้นต่อวัน (คิดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง) หลังปรับปรุงแก้ไขส่งผลให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 17.04% หรือคิดมูลค่า 1,048,891 บาทต่อปี

เอกสารอ้างอิง

หนังสือ

- Singo S.(2550). การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว Quick Changover. กรุงเทพฯ : ไอ.อี.สแควร์.
เจริญ นาคะสรรค์.(2544). กระบวนการแปรรูปพลาสติก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โพธิ์เพชร.
อิชิโต โอคุระ.(2545). เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นเพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ.แปลโดยวิเชียร เบญจวัฒนาผล. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
อิโตชิ คุเมะ.(2535).วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ.แปลและเรียบเรียงโดยวีรพงษ์ เณลิมจิระรัตน์.กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

วิทยานิพนธ์

- จินตนา ไชยคุณ (2553).ศึกษาวิธีลดเวลาการสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED กรณีศึกษา อุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติก ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธีรเดช เรืองศรี (2550). การพัฒนากระบวนการควบคุมการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อลดความสูญเสีย:กรณีศึกษา
โรงงานผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ.

เว็บไซต์การจัดตารางเรียนตารางสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

TIMETABLE ARRANGEMENT WEBSITE FOR FACULTY OF ENGINEERING

AND TECHNOLOGY AT PANYAPIWAT INSTITUTE OF MANAGEMENT

นางสาวชญานุช แก้วทิพย์¹, นางสาวอมราภรณ์ นุ่นภักดี²

นางสาวพรสิริ ขาติปรีชา³, นางพัชรภา อินทพรต⁴

Ms. Chanyanut Kaewtip¹, Ms. Amaraporn Nunphukdee²,

Ms. Pornsiri Chatpreecha³, Mrs. Patchara Intaraprot⁴

^{1,2,3}สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2,3}Department of Information Technology, Faculty of Engineering and Technology, PIM

¹chanyanut.kaewtip@gmail.com, ²amaraporn.n@gmail.com², ³pornsiricha@pim.ac.th³, ⁴patcharaint@pim.ac.th⁴

บทคัดย่อ

การจัดตารางเรียนตารางสอนในระดับอุดมศึกษามีความยุ่งยากและซับซ้อนและยังต้องใช้การลงมือปฏิบัติในการจัดทำแต่ละครั้ง ทำให้เกิดการข้อผิดพลาดเป็นปัญหาที่ยากในการแก้ไข เนื่องจากมีข้อบังคับที่ต้องพิจารณาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพทั้งในส่วนของคุณภาพของตารางเรียนตารางสอนและทรัพยากรที่ใช้ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บไซต์การจัดตารางเรียนตารางสอนภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดทำตารางเรียนตารางสอน และลดความผิดพลาดของอาจารย์ผู้รับผิดชอบ

คำสำคัญ: ตารางเรียน ตารางสอน

ABSTRACT

To organize time schedule in the university is complicated. Moreover, it has to be organized year by year. From this result, it can cause mistakes which are difficult to resolve due to the many regulations. This is the reason why we have to choose an effective and properly method for the good quality of time schedule and resource that we will use. The purpose of this research is to develop a timetable arrangement website for facilitating a time schedule and decreasing errors from instructors inside The Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management.

Keywords: Timetable, classroom timetable

บทนำ

การจัดตารางเรียนตารางสอนในปัจจุบันยังต้องใช้การลงมือปฏิบัติจัดทำในเอกสาร ทำให้เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งการจัดทำนั้นเขียนด้วยมือและนำไปกรอกลงคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณนักศึกษาเพิ่มขึ้นทุกปี ยังไม่มีการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการจัดทำโปรแกรมหรือระบบในการสนับสนุนเพื่อการทำตารางเรียนตารางสอนในบางครั้งตารางเรียนตารางสอนมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ส่งผลกระทบในการกลับมาแก้ไขตารางเรียนตารางสอนอีกครั้ง ซึ่งทำให้กระบวนการทำงานช้าลงรวมไปถึงในการจัดส่งเอกสารการจัดตารางเรียนตารางสอนไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่าเอกสารมีการสูญหาย จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานเช่นกัน ซึ่งความต้องการในการจัดทำตารางเรียนตารางสอนต้องการความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ทั้งต่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบในการจัดทำและนักศึกษารับทราบข้อมูล

ทั้งนี้ผู้จัดทำจึงเกิดแนวความคิดที่จะนำเทคโนโลยีและความรู้ที่ได้จากการศึกษา นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการจัดทำตารางเรียนตารางสอน โดยเริ่มจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว และปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยเว็บไซต์จะมีการทำงานในส่วนของอาจารย์ผู้รับผิดชอบ โดยผู้ใช้งานสามารถดูแผนการเรียนรายวิชา บันทึกข้อมูลตารางเรียนตารางสอนรายภาคการศึกษา และสามารถดูข้อมูลห้องเรียน (ห้องปฏิบัติการ)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดตารางเรียนตารางสอนภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
2. เพื่อพัฒนาเว็บไซต์การจัดตารางเรียนตารางสอนภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสำรวจความต้องการในการใช้งานการจัดตารางสอน การออกแบบ การพัฒนาแอปพลิเคชัน การทดสอบ และติดตั้งแอปพลิเคชัน จากนั้นจะกล่าวถึงกลุ่มตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันของสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

การพัฒนาโปรแกรมจัดตารางเรียนตารางสอน

สำหรับการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางเรียนตารางสอนจะแบ่งส่วนการทำงานออกเป็นเมนูหลัก และส่วนของผู้ใช้งาน คือ ส่วนของผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผู้ดูแลระบบ กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบการจัดตารางเรียน ตารางสอนส่วนของเมนูการใช้งาน แบ่งเป็น 5 เมนูหลัก ดังนี้

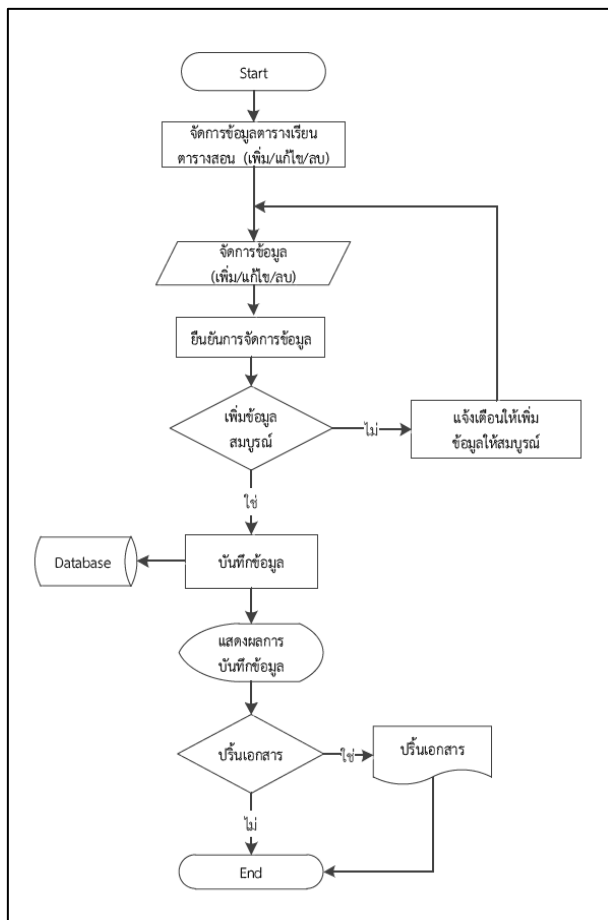
เมนูที่ 1 จัดทำตารางเรียน ตารางสอน เมนูนี้จะใช้สำหรับการจัดทำตารางเรียนของนักศึกษาและตารางเรียนของอาจารย์ โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 1

เมนูที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานรายวิชา เมนูนี้จะใช้สำหรับ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงรายวิชาในแต่ละหมวดตามความต้องการของผู้ใช้โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 1

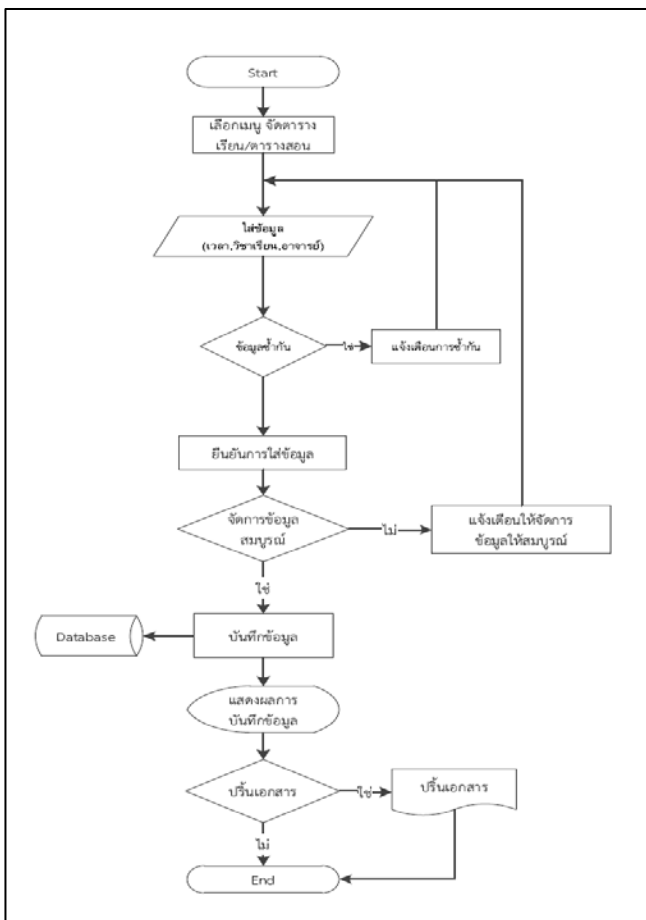
เมนูที่ 3 ข้อมูลอาจารย์และนักศึกษา เมนูนี้จะใช้สำหรับ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลอาจารย์และนักศึกษาแต่ละชั้นปี

เมนูที่ 4 การตั้งค่าเวลา/ห้องเรียน เมนูนี้จะใช้สำหรับ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลเวลาเรียน และข้อมูลห้องเรียนตามความต้องการของผู้ใช้

เมนูที่ 5 การตั้งค่าผู้ใช้งาน เมนูนี้จะใช้สำหรับการ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลผู้ใช้งานของระบบเป็นส่วนของการใช้งานสำหรับผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 1 Flowchart ขั้นตอนการทำงานของจัดการข้อมูลพื้นฐานเป็น เช่น การเพิ่ม แก้ไข ลบ

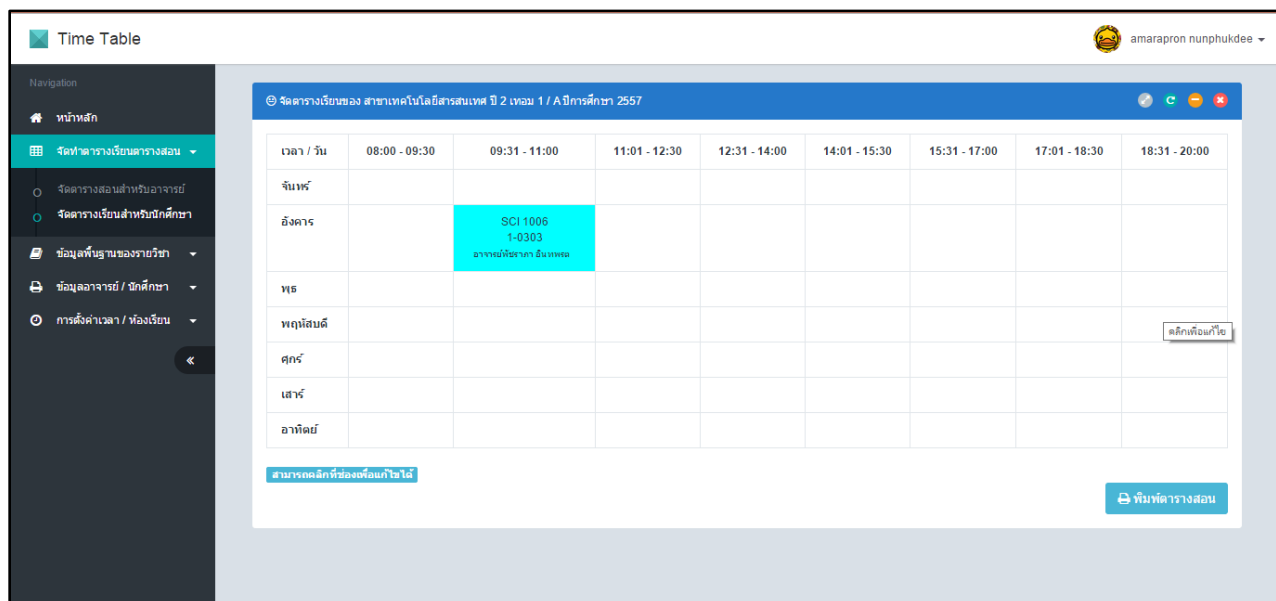


รูปที่ 2 Flowchart ขั้นตอนการทำงานของเมนูการจัดการตารางเรียน/ตารางสอนของนักศึกษาและอาจารย์

ตัวอย่างหน้าจอเมนูหลัก หลังจากเข้าสู่ระบบผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะเข้าสู่หน้าจอเมนูหลัก ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3: หน้าจอ หน้าหลักเมนู การจัดตารางเรียนตารางสอน, เมนูข้อมูลพื้นฐานรายวิชา, เมนูข้อมูลอาจารย์/นักศึกษา, เมนูการตั้งค่าเวลาและห้องเรียน และ เมนูการตั้งค่าผู้ใช้งานในระบบ



รูปที่ 4: หน้าจอการจัดตารางเรียนสำหรับนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน

เวลา / วัน	08:00 - 09:30	09:31 - 11:00	11:01 - 12:30	12:31 - 14:00	14:01 - 15:30	15:31 - 17:00	17:01 - 18:30	18:31 - 20:00
จันทร์		SCI 1006 1-0303 09:31 - 11:00						
อังคาร								
พุธ								
พฤหัสบดี								
ศุกร์								
เสาร์								
อาทิตย์								

รูปที่ 5: หน้าจอข้อมูลในตารางสอนสำหรับอาจารย์ก่อนจะพิมพ์ตาราง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

สำหรับผลวิเคราะห์ของแบบประเมินผลระดับความพึงพอใจของการใช้งานระบบผู้พัฒนาได้นำระบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้ โดยแบ่งผลการประเมินออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design) ด้านความสวยงามและความทันสมัย น่าสนใจของเว็บไซต์ ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.89 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านการจัดรูปแบบในเว็บไซต์ต่อการอ่านและการใช้งาน ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.95 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านเมนูต่างๆ ในเว็บไซต์ใช้งานง่าย ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.80 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านสีสันทันในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.90 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านสีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.92 อยู่ในระดับพึงพอใจมากและด้านขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษร อ่านง่ายและสวยงาม ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.91 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้ความพึงพอใจด้านความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ (Design) มีผลประเมินความพึงพอใจ คือ 4.89 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจด้านคุณภาพของการใช้งาน ด้านความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลทั่วไป ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.95 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านความสะดวกในการเชื่อมโยงข้อมูลในตารางเรียนและตารางสอน ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.80 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านความรวดเร็วในการเข้าถึงเว็บไซต์ ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.79 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านความเหมาะสมข้อมูลภายในเว็บไซต์ ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.82 อยู่ในระดับพึงพอใจ และด้านความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล ผลประเมินความพึงพอใจคือ 4.93 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ทั้งนี้ความพึงพอใจด้านคุณภาพการใช้งาน มีผลประเมินความพึงพอใจ คือ 4.85 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

สรุป

ในการจัดทำเว็บไซต์การจัดตารางเรียนตารางสอนของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ดังนี้

1. เว็บไซต์จัดตารางเรียนตารางสอน สามารถนำมาใช้งานได้จริง ในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
2. สามารถลดเวลาและลดความผิดพลาดของผู้จัดทำตารางเรียนตารางสอนได้
3. ผู้จัดทำตารางเรียนตารางสอนได้รับความสะดวกต่อการจัดตารางเรียนตารางสอนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

การ Create database. (ม.ป.ป.). *โครงสร้างของ Database*. สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2557, จากเว็บไซต์:
www.thaiwbi.com/course/mysql/createdataf.html

การเขียนโปรแกรมแบบ MVC. (2557). *MVC คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2557, จากเว็บไซต์:
www.inwprogramming.com/java/mvc-model-view-controller-java/

ฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. (ม.ป.ป.). *ส่วนประกอบของ DBMS*. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2557, จาก
เว็บไซต์: www.scitu.net/gcom/?p=117

นักพัฒนาเว็บ PHP. (2553). *มาทำความรู้จัก cake php Framework*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2557, จาก
เว็บไซต์: www.codethaidd.com/content/category/16/5

ปริญญา น้อยดอนไพร. (ม.ป.ป.). *ฐานข้อมูล MySQL และการใช้งาน phpMyAdmin*. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2557, จากเว็บไซต์: www.freebsd.sru.ac.th/course/4012305-Web-Programming/01-Parinya-Book/chapter-14.pdf

CakePHP. (2558). *CakePHP makes building web*. สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2557, จากเว็บไซต์:
cakephp.org/

MVC คืออะไร. (2555). *ความหมายของ MVC*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2557, จากเว็บไซต์:
developer.mozilla.org/th/docs/Web/JavaScript/Guide/JavaScript_Overview

การศึกษาศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรหกเหลี่ยมเศรษฐกิจ

A STUDY OF CENTER AND PLACEMENT OF THE DISTRIBUTION FOR AGRICULTURAL PRODUCTS OF THE HEXA ECONOMIC ZONES

พรลภัส บุตรดี^{1*}, ประจวบ กล่อมจิตร์²
Ponrapat Buddee¹, Prachuab Klomjit²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
¹Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Silpakorn University

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
²Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Silpakorn University

*E-mail: may_thaita@hotmail.com, E-mail: prachuab@su.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มเส้นทางและกำหนดจุดศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรที่เหมาะสมตามแนวหกเหลี่ยมเศรษฐกิจ โดยทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ ศึกษาและวิเคราะห์ผลผลิตและปริมาณสินค้าเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน ตลอดจนการกระจายสินค้าเกษตรสู่ประเทศคู่ค้าทั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และจีนตอนใต้ (มณฑลยูนนาน) เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานั้น มาทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรด้วยวิธีการของการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) จากนั้นจึงดำเนินการสร้างแบบจำลองตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตร ผลการศึกษาพบว่าศูนย์รวบรวมและกระจายปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน ควรจัดตั้งที่ จังหวัด นครสวรรค์ นครพนม และเชียงราย ตามลำดับ จากผลการศึกษานั้น สามารถเป็นแนวทางในการจัดตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้ในลำดับต่อไป

คำสำคัญ: โครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตร หกเหลี่ยมเศรษฐกิจ

ABSTRACT

The objective of this research is to study the route trends and placement of the distribution center for agricultural products of the Hexa Economic Zones. This study the current condition of the logistics infrastructure, study and analysis agricultural products of 3 types compose of oil palm, maize and durian as well as the study of the distribution of agricultural products to domestic partners of the 5 countries as follows: Myanmar, Laos, Cambodia, Vietnam and Southern China (Yunnan). The received data were analyzed to find suitable location for establish a center and placement of the distribution for agricultural products by the operations research method. Then perform a suitable location model of a center and placement of the distribution for agricultural products. The results of study

showed that the distribution center of oil palm, maize and durian should be situated at Nakhonsawan, Nakhonphanom and Chiangrai respectively. The results of study can guide the center and placement of the distribution for agricultural products for small and medium enterprises in the following order.

Keywords: Logistics infrastructure, Center and Placement of the Distribution for Agricultural Products, Hexa Economic Zones

บทนำ

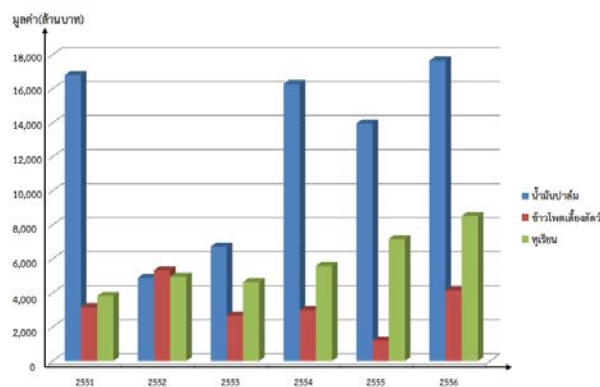
ปัจจุบันแนวโน้มการแข่งขันทางธุรกิจมีความเข้มข้นขึ้น เนื่องมาจากกระแสการจัดระเบียบโลกใหม่ (New World Orders) และตามกระแสโลกาภิวัตน์ (Globalization) ที่มีการเปิดเสรีทางการค้า (Free Trade Area, FTA) มากขึ้น ซึ่งริเริ่มและขยายตัวจากการสนับสนุนจากองค์การการค้าโลก (World Trade Organization, WTO) ทำให้ข้อจำกัดและการกีดกันทางการค้าในรูปแบบของภาษีลดลง การค้าและการลงทุนไม่ถูกจำกัดแค่ตลาดภายในประเทศอีกต่อไป เป็นผลให้ปริมาณการค้าและบริการระหว่างประเทศมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจมากขึ้น จึงต้องประสานประโยชน์และพึ่งพากันอย่างเป็นระบบ โดยการรวมกลุ่มทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศตามภูมิภาคต่างๆ เป็นผลมาจากแนวคิดเรื่อง การค้าเสรีประเทศในย่านภูมิภาคเดียวกัน (region) จึงมีความพยายามรวมกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจกัน (Economics Co-operation) สำหรับประเทศไทยได้มีความพยายามรวมกลุ่มเป็นเขตเศรษฐกิจ จึงเกิดมาเป็น “หกเหลี่ยมเศรษฐกิจ” (Hexa Economic Zones) หรือ กรอบความร่วมมือทางเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคุ่มแม่น้ำโขง (Greater Mekhong Subregional, GMS) ประกอบด้วย 6 ประเทศ คือ ไทย พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และจีนตอนใต้ (มณฑลยูนนาน) มีพื้นที่ประมาณ 2 ล้าน 3 แสนตารางกิโลเมตร มีประชากรรวมกันประมาณ 250 ล้านคน โดยมีธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank - ADB) เป็นผู้ให้การสนับสนุนหลัก และผ่านกลยุทธ์หลัก คือ สนับสนุนให้มีการเชื่อมโยงระหว่างกัน (Connectivity) เพื่อให้เกิดการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (Competiveness) โดยการรวมกลุ่มกันในอนุภูมิภาค (Community) (วิชัย พัฒนพล, 2555)

กลุ่มประเทศ GMS เป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นจุดศูนย์กลางในการเชื่อมโยงติดต่อระหว่างภูมิภาคเอเชียใต้ เอเชียตะวันออก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และที่สำคัญไทยได้รับประโยชน์โดยตรงในด้านการขยายฐานอุตสาหกรรมและบริการให้กว้างขึ้น ไทยสามารถพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและวัตถุดิบจากประเทศเพื่อนบ้านที่หลากหลายและการนำเข้าจากประเทศนอกกลุ่ม และประเทศไทยยังเป็นศูนย์กลางด้านคมนาคมขนส่งในอนุภูมิภาค ผนวกกับจุดแข็งของประเทศไทยที่มีการพัฒนาการคมนาคมขนส่ง และระบบโครงสร้างพื้นฐาน ตลอดจนการพัฒนาด้านโลจิสติกส์อย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น คือ การเพิ่มประสิทธิภาพด้านการจัดการขนส่ง หากมีแนวทางการพิจารณาเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าให้กับผู้ประกอบการ จะทำให้การขนส่งนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากประหยัดทั้งเวลาในการพิจารณาเส้นทางและต้นทุนในการขนส่ง ทำให้มีความได้เปรียบต่อคู่แข่งทางธุรกิจรายอื่น และหากมีการจัดตั้งศูนย์ศูนย์รวบรวมนและกระจายสินค้าที่เหมาะสมแล้วนั้น จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการกระจายสินค้าและการขนส่งอีกทางหนึ่งด้วย (NEMOTO, T., & KAJI, T., 2001)



รูปที่ 1: แสดงแผนที่ของหกเหลี่ยมเศรษฐกิจ

เมื่อพิจารณาในส่วนของการส่งออกสินค้าเกษตรของไทยตั้งแต่ปี 2551-2556 และสินค้าเกษตรเป้าหมายประกอบด้วย ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน พบว่ามีแนวโน้มของผลผลิต ปริมาณ รวมถึงมูลค่าการส่งออกที่สูงขึ้น (สถิติเกษตรของประเทศไทย, 2556)



รูปที่ 2: มูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตร ปี พ.ศ. 2551-2556

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประเทศไทยมีบทบาทที่เป็นทั้งจุดกำเนิดหรือแหล่งผลิตสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมที่ส่งออกไปทั่วภูมิภาคและทั่วโลก และเป็นประตูการค้า (Median or Gateway) ที่สามารถเปิดตลาดไปสู่ภูมิภาค แต่อย่างไรก็ตามบทบาทดังกล่าวซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงคือ ระบบ

โลจิสติกส์ และหนึ่งในกิจกรรมหลักของระบบโลจิสติกส์ก็คือ กิจกรรมการขนส่ง (Transportation) ซึ่งการขนส่งนั้นมีส่วนของต้นทุนโลจิสติกส์และต้นทุนของธุรกิจเป็นอย่างมาก หากมีการจัดการกระบวนการขนส่งที่มีประสิทธิภาพแล้ว อาจมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนโลจิสติกส์และต้นทุนของธุรกิจลงได้ และเมื่อสามารถลดต้นทุนได้จะส่งผลต่อการได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจอีกเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบันของโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ ศึกษาและวิเคราะห์ผลผลิต และปริมาณสินค้าเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน ตลอดจนการกระจายสินค้าเกษตรสู่ประเทศคู่ค้าทั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และจีนตอนใต้ (มณฑลยูนนาน) โดยพิจารณาเส้นทางตามแนวทงเหลี่ยมเศรษฐกิจทั้งสิ้น 3 แนว ดังนี้

1. แนวพื้นที่เศรษฐกิจตะวันออก - ตะวันตก (East West Economic Corridor: EWEC)
2. แนวพื้นที่เศรษฐกิจเหนือ - ใต้ (North South Economic Corridor: NSEC)
3. แนวพื้นที่เศรษฐกิจตอนใต้ (Southern Economic Corridor: SEC)

เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา มาทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรตามแนวทงเหลี่ยมเศรษฐกิจ เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจในการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ที่มีอยู่ในด้านการค้า การลงทุน และเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจจัดตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรตามแนวทงเหลี่ยมเศรษฐกิจ สำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม

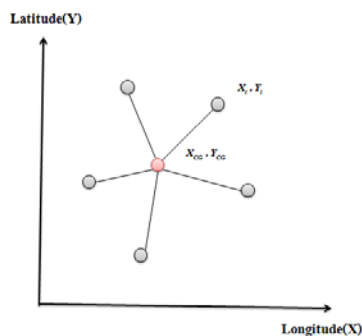
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลผลิตและการกระจายสินค้าเกษตรสู่ประเทศคู่ค้าทั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา ลาว เวียดนาม พม่า และจีนตอนใต้
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การกำหนดศูนย์กระจายสินค้าเกษตรสู่ประเทศคู่ค้าทั้ง 5 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา ลาว เวียดนาม พม่า และจีนตอนใต้
3. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเกษตรของทงเหลี่ยมเศรษฐกิจ

ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง (Location Analysis) ส่วนใหญ่ใช้วิธีการประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้ง (Method of Evaluation Location Alternatives) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งแบบใช้ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการใช้หลักเกณฑ์พิจารณาที่เหมาะสมจะทำให้สามารถประเมินทางเลือกทำเลที่ตั้งเป็นปริมาณตัวเลขได้ และสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ (Heizer, J., & Render, B., 2006)

วิธีหาจุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity Method) เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อหาทำเลที่ตั้งที่ดีที่สุดสำหรับจุดการกระจายจุดเดียวแต่บริการพื้นที่หลายแห่ง วิธีนี้บางครั้งอาจเรียกว่าวิธีจุดศูนย์กลางถ่วงหรือจุดกลางแกนหมุน เป็นวิธีการพิจารณาโดยการคำนวณหาจุดรวม (Coordinate) จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ซึ่งเป็นเทคนิคทางด้านคณิตศาสตร์ที่จะช่วยหาตำแหน่งที่เหมาะสมเสมือนเป็นศูนย์กลางรวมของการกระจายในพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยการประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่ เช่น การหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Warehouse) เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านค่าขนส่งหรือบริการต่ำที่สุด การหาตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานต้องการอยู่ใกล้กับแหล่งแรงงาน หรือทรัพยากรราคาถูก เพื่อประหยัดต้นทุนในการขนส่ง เป็นต้น (Lui, G., & Coleman, L.T., 2000)



รูปที่ 3: จุดศูนย์กลางของพิกัดที่กระจายตัวในพื้นที่

จุดศูนย์กลาง (XCG, YCG) คือตำแหน่งของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของปัจจัย ซึ่งมีแหล่งกำเนิดของปัจจัยหลายแหล่ง (ระบบ) โดยกรณีที่ระบบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดปัจจัยเป็นจำนวนมากจะพิจารณาจุดศูนย์กลางในแกน X และจุดศูนย์กลางในแกน Y ดังนี้

$$X_{CG} = \frac{\sum m_i X_i}{\sum m_i} \quad Y_{CG} = \frac{\sum m_i Y_i}{\sum m_i}$$

โดยที่ X_{CG} = พิกัดภูมิศาสตร์ X ของจุดศูนย์กลาง
 Y_{CG} = พิกัดภูมิศาสตร์ Y ของจุดศูนย์กลาง
 X_i = พิกัดภูมิศาสตร์ X ที่ตำแหน่ง i
 Y_i = พิกัดภูมิศาสตร์ Y ที่ตำแหน่ง i
 m_i = ค่าน้ำหนักตามพิกัดภูมิศาสตร์ต่างๆ
 i = 1, 2, 3...n

ขั้นตอนการคำนวณ

- 1) ระบุพิกัดจุดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
- 2) ค่าพิกัดจุดของตำแหน่งต่างๆ มาคูณกับค่าน้ำหนักของจุดนั้น เช่น ปริมาณการขนส่ง ราคาค่าขนส่ง เป็นต้น
- 3) ผลการกระจายตัวของน้ำหนัก
- 4) นำพิกัดจุดของคำตอบไประบุตำแหน่งลงแผนที่

วิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load distance technique) เทคนิคการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง เป็นวิธีการที่จะเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมแห่งเดียวจากหลายทำเลที่เสนอขึ้นมาเป็นทางเลือก โดยเกณฑ์การตัดสินใจนั้นจะขึ้นอยู่กับระยะทาง ระยะทางเป็นการวัดถึงความใกล้เคียงจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายจากซัพพลายเออร์ และจากแรงงาน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณา ดังขั้นตอนต่อไปนี้ (Heizer, J., & Render, B., 2006)

$$LD = \sum_{AB=1}^n I_{AB} D_{AB}$$

โดยให้ I_{AB} = อัตราค่าขนส่ง/จำนวนเที่ยว/จำนวนหน่วยของสินค้าระหว่างทำเลที่ตั้ง A และ B
 D_{AB} = ระยะทางระหว่างทำเลที่ตั้ง A และ B

โดยเลือกทำเลที่ตั้งที่มีคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งหมายความว่าค่าขนส่งรวมที่ทำเลนั้นต่ำที่สุด
ลำดับขั้นตอนในการจัดทำเพื่อให้ได้มาซึ่งจำนวนรวมของน้ำหนักและระยะทางที่จะใช้ในการตัดสินใจ
เลือกทำเลที่ตั้ง มีดังนี้

- 1) คำนวณระยะทาง ใช้ระยะทางจริงจากทำเลที่ตั้ง A และ B ซึ่งสามารถหาระยะได้จาก Google Map
- 2) ระบุน้ำหนักการขนย้าย เมื่อสามารถคำนวณระยะทางที่เป็นเส้นตรงได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจึงทำการ
ระบุน้ำหนักที่จะทำการขนย้ายระหว่างทำเลที่ตั้งต่างๆ ค่าที่ได้คือ L_{AB}
- 3) คำนวณจำนวนรวมของน้ำหนักและระยะทางสำหรับแต่ละทำเลที่ตั้งที่ได้จาก 1) และ 2) ซึ่ง
สามารถหาได้โดยการนำค่าระยะทางคูณด้วยค่าน้ำหนักการขนย้าย
- 4) เลือกทำเลที่ตั้งที่ให้ค่าจำนวนรวมของน้ำหนักและระยะทางที่น้อยที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่จะนำมาใช้ ต่อไปเป็นวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมีดังนี้

1. รวบรวมสภาพทั่วไปของเส้นทางตามแนวทหเกลี้ยงเศรษฐกิจ โดยข้อมูลที่จะทำการศึกษามี 2
ส่วน ดังนี้

1.1 โครงการ/แผนงานที่ได้มีการศึกษาหรือวางแผนล่วงหน้า ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา
โครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ตามแนวทหเกลี้ยงเศรษฐกิจ รวมถึงแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์
ของประเทศไทย และการอำนวยความสะดวกในการขนส่งระหว่างประเทศตามแนวทหเกลี้ยงเศรษฐกิจ จาก
หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

1.2 สภาพของโครงข่ายคมนาคม โดยการศึกษาเส้นทางตามแนวทหเกลี้ยงเศรษฐกิจใน
ปัจจุบัน จากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

**2. รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า
เกษตร** ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาและพิจารณาพื้นที่ตามแนวทหเกลี้ยงเศรษฐกิจ โดยครอบคลุมพื้นที่ 26
จังหวัด ดังนี้

- แนวระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก ประกอบด้วย 7 จังหวัด ได้แก่ ตาก สุโขทัย
พิษณุโลก เพชรบูรณ์ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มุกดาหาร
- แนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ ประกอบด้วย 13 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง
นครสวรรค์ อุรุธยา ลำพูน พะเยา แพร่ อุดรดิตถ์ กำแพงเพชร ตาก พิษณุโลก กรุงเทพมหานคร
- แนวระเบียงเศรษฐกิจตอนใต้ ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี
สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และกาญจนบุรี

2.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าส่งออก
ปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์

2.2 รวบรวมข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าส่งออก
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และผลิตภัณฑ์

2.3 รวบรวมข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าส่งออก
ทุเรียนและผลิตภัณฑ์

3. วิเคราะห์หาปริมาณสินค้าจากอุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภท ที่จะส่งออกสู่ประเทศปลายทาง
การวิเคราะห์ปริมาณสินค้าจากพื้นที่อุตสาหกรรมทั้ง 3 ประเภท เพื่อส่งออกสู่ประเทศคู่ค้าที่
สำคัญ ซึ่งการเลือกประเทศคู่ค้า มีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ เป็นประเทศที่ไทยส่งออกสินค้าทั้ง 3 ประเภทใน

สัดส่วนที่สูง และการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกสินค้านั้น พิจารณาจากสัดส่วนของผลผลิตในเขตพื้นที่การศึกษา 26 จังหวัดที่ผลิตได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ บริโภคภายในประเทศ สต็อกสินค้า และส่งออก

4. วิเคราะห์การส่งออกสินค้าสู่ประเทศปลายทาง

การวิเคราะห์การส่งออกสินค้าจากทั้ง 3 ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ซึ่งใช้จุดต้นทางของสินค้าจากศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าที่วิเคราะห์ได้ และปลายทางของสินค้า มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 วิเคราะห์การขนส่งสินค้าในเส้นทางปัจจุบัน โดยพิจารณาข้อมูลทฤษฎีภูมิจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง

4.2 วิเคราะห์การขนส่งสินค้าผ่านเส้นทางตามแนวทหเกลี่ยมเศรษฐกิจ โดยพิจารณาข้อมูลทฤษฎีภูมิจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง

4.3 วิเคราะห์รูปแบบการขนส่งสินค้าและประสิทธิภาพของการขนส่ง ประกอบด้วย ระยะทาง เวลา และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่งของทั้งสองเส้นทางสู่ประเทศปลายทาง

5. วิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตร ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า 3 ประเภท คือ น้ำมันปาล์ม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน โดยใช้วิธีจุดศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง (The Center of Gravity Model) ในการหาตำแหน่งพิกัดที่เหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดปัจจัยที่สำคัญที่เป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์สินค้าเกษตรทั้ง 3 ประเภท คือ ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน
- คำนวณหาค่าน้ำหนักในการตัดสินใจ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ปริมาณสินค้าส่งออกของปาล์มน้ำมัน และผลิตภัณฑ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน
- ทำการหาพิกัดจุดทางภูมิศาสตร์
- นำค่าน้ำหนักและพิกัดจุดทางภูมิศาสตร์ของปัจจัยมาคำนวณตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของวิธีจุดศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง (The Center of Gravity Model)

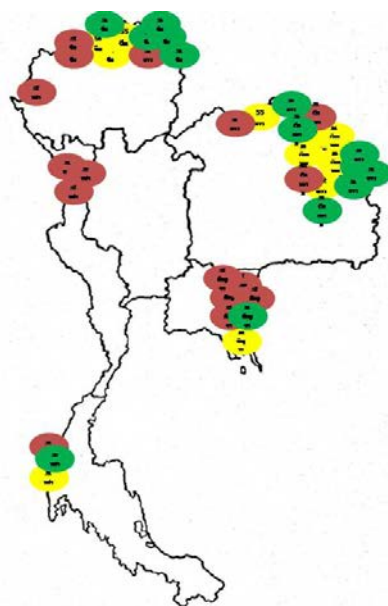
5.2 การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน โดยวิธีหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method)

6. สร้างแบบจำลอง (Model) ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าตามแนวทหเกลี่ยมเศรษฐกิจ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. แนวโน้มเส้นทางการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มทหเกลี่ยมเศรษฐกิจ

จากการศึกษาสามารถวิเคราะห์แนวโน้มเส้นทางการส่งออกสินค้าทั้ง 3 ประเภท คือ ปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน สู่ประเทศคู่ค้าทั้ง 5 ประเทศ คือ พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และจีนตอนใต้ (มณฑลยูนนาน) สามารถสรุปได้ดังนี้ (สถิติเกษตรของประเทศไทย, 2556)



รูปที่ 4: แนวโน้มเส้นทางในการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มหกล้อยเศรษฐกิจ

1.1 แนวโน้มเส้นทางในการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มหกล้อยเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ คือ มีปริมาณการส่งออกที่สูงโดยผ่านด่านชายแดนในภาคตะวันออกและภาคตะวันตก

1.2 แนวโน้มเส้นทางในการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มหกล้อยเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ มีปริมาณการส่งออกที่สูงโดยผ่านด่านชายแดนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.3 แนวโน้มเส้นทางในการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มหกล้อยเศรษฐกิจของทุเรียน คือ มีปริมาณการส่งออกที่สูงโดยผ่านด่านชายแดนในภาคเหนือ

2. ผลการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรในกลุ่มหกล้อยเศรษฐกิจ ด้วยวิธีศูนย์กลางแรงโน้มถ่วง (NEMOTO, T., & KAJI, T., 2001)

2.1 ตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ คือ จังหวัดนครสวรรค์

2.2 ตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ จังหวัดนครพนม

2.3 ตำแหน่งที่เหมาะสมของศูนย์รวบรวมและกระจายทุเรียน คือ จังหวัดเชียงราย



รูปที่ 5: ศูนย์รวบรวมและกระจายปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน
ที่เหมาะสมตามแนวทศเหลี่ยมเศรษฐกิจ

ปาล์มน้ำมัน	Latitude	Longitude	ปริมาณสินค้า	mX	mY
ด้านศุลกากรแม่สอด, ตาก	16.693699	98.523359	4,362.00	72,817.92	429,758.89
ด้านศุลกากรอรัญประเทศ, สระแก้ว	13.665670	102.542228	3,077.00	42,049.27	315,522.44
ด้านศุลกากรเชียงของ, เชียงราย	20.273942	100.361447	408.00	8,271.77	40,947.47
ด้านศุลกากรมุกดาหาร, มุกดาหาร	16.621435	104.734180	190.00	3,158.07	19,899.49
รวม			8,037.00	126,297.03	806,128.29
ตำแหน่งที่เหมาะสม	นครศรีธรรมราช			15.714449	100.302139

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	Latitude	Longitude	ปริมาณสินค้า	mX	mY
ด้านศุลกากรนครพนม, นครพนม	17.402669	104.788613	126,899.00	2,208,381.29	13,297,570.20
ด้านศุลกากรเชียงแสน, เชียงราย	20.274150	100.079593	5,791.00	117,407.60	579,560.92
ด้านศุลกากรหนองคาย, หนองคาย	17.864233	102.747717	1,220.00	21,794.36	125,352.21
ด้านศุลกากรคลองใหญ่, ตราด	11.809498	102.857781	62.00	732.19	6,377.18
รวม			133,972.00	2,348,315.44	14,008,860.51
ตำแหน่งที่เหมาะสม	นครพนม			17.528405	104.565585

ทุเรียน	Latitude	Longitude	ปริมาณสินค้า	mX	mY
ด้านศุลกากรเชียงแสน, เชียงราย	20.274150	100.079593	69,509,135.00	1,409,238,629.36	6956445940.58
ด้านศุลกากรมุกดาหาร, มุกดาหาร	16.621435	104.734180	481,542.00	8,003,919.05	50433906.51
ด้านศุลกากรนครพนม, นครพนม	17.402669	104.788613	196,473.00	3,419,154.59	20588133.16
ด้านศุลกากรแม่สอด, ตาก	16.693699	98.523359	96,193.00	1,605,816.99	9477257.47
รวม			70,283,343.00	1,422,267,519.99	7,036,945,237.72
ตำแหน่งที่เหมาะสม	เชียงราย			20.236196	100.122517

สรุป

ผลการศึกษาพบว่า แนวโน้มเส้นทางในการส่งออกสินค้าสู่ประเทศคู่ค้าในกลุ่มสหประชาชาติของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน คือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ แล้วแต่ชนิดสินค้าเกษตร โดยประเทศที่นำเข้าสินค้าเกษตรเป็นปริมาณสูง คือ จีนตอนใต้ ลาว เวียดนาม พม่า และกัมพูชา ตามลำดับ ดังนั้นศูนย์รวบรวมและกระจายปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทุเรียน ที่เหมาะสม ตามแนวสหประชาชาติ คือ จังหวัดนครสวรรค์ นครพนม และเชียงราย ตามลำดับ จากผลศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางในการจัดตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเกษตรสำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมได้ในลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- วิชัย พัฒนผล. (2555). *กรอบความร่วมมือในอนุภาคลุ่มแม่น้ำโขง*. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2556, จากเว็บไซต์: <http://www.npu.ac.th/gms/index.php/logistics/item>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2556). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556
- Heizer, J., & Render, B. (2006). *Operation Management*. 8th ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Lui, G., & Coleman, L.T. (2000). *Gravity Center Analysis Using Arcview and Avenue*. Retrieved September 15, 2007, from Website: <http://gis.esri.com/libraly/userconf/proc96/TO150/PAP129/P129.HTM>
- NEMOTO, T., & KAJI, T. (2001). *Comtracture International Logistics System in the Greater Mekong Sub-region*. Tokyo: Hitotsubashi University.

การปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษาบริษัทผลิตคาปาซิเตอร์ PROCESS IMPROVEMENT BY LINE BALANCING TECHNIQUE IN THE CAPACITOR FACTORY

ณัฐพล สงวนศักดิ์ภักดี, ธัชอนงค์ การบรรจง,
ภริตา ศรีเพริศ และประจวบ กล่อมจิตร*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 E-mail: prachuab@su.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงการวิจัยฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์การลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตตัวเก็บประจุ โดยนำเทคนิค 7 QC Tools และ ไคเซ็น เข้ามาช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

การศึกษาวิจัยมุ่งเน้นไปในเรื่องของ การลดของเสียในกระบวนการผลิตตัวเก็บประจุของบริษัทตัวอย่าง โดยการศึกษาได้เลือกศึกษาสายการผลิต A และ สายการผลิต B ซึ่งประกอบไปด้วยสถานีงานทั้งหมด 13 สถานีงาน เริ่มต้นจากการศึกษาจำนวนของเสียของแต่ละสถานี เพื่อหาสถานีงานที่เป็นจุดอ่อนอันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุง โดยเพิ่มสถานีงานแยกออกมาหนึ่งสถานี โดยเป็นสถานีงานทำการตรวจสอบ Case ก่อนเข้าสายการผลิต ผลที่ได้รับหลังการปรับปรุงคือ จำนวนของเสียลดลง 8.83% ต่อเดือน

คำสำคัญ: 7 QC Tools ไคเซ็น

ABSTRACT

The study was conducted for the purpose of reducing waste in the sample capacitor factory by the 7 QC Tools and Kaizen technique to improve the manufacturing process.

The study focused on reducing waste in production capacitors of the sample company. This research was a study of the production line A and line B, which includes. Among 13 work stations of all stations, the research was studied of the number of defects of each station. The task was to find a major cause of waste in the production process. The suggestion was adding the workstations that separated by one station. The station that was verified the case of capacitor before the production line. The result was found that the number of defects decreases 8.83% per month.

Keywords: 7 QC Tools, Kaizen

บทนำ

ปัจจุบันการแข่งขันในอุตสาหกรรมการผลิตตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีการแข่งขันที่สูงมากขึ้นทั้งผู้ผลิตภายในประเทศ และตัวแทนนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศเช่น เกาหลี และ ไต้หวัน เป็นต้น จากข้อมูลจาก กรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าบริษัทที่เข้าทำการวิจัย จัดเป็นธุรกิจขนาดกลางเนื่องจากมีพนักงานในโรงงานมากกว่า 50 คนและไม่เกิน 200 คน (ข้อมูลที่แจ้งกับทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมคือมีพนักงาน 53 คน) และในอุตสาหกรรมการผลิตตัวเก็บประจุ (Capacitor) พบว่าบริษัทที่เข้าทำการวิจัยมีคู่แข่งในอุตสาหกรรมตัวเก็บประจุ (Capacitor) จึงทำให้ทางบริษัทต้องสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าว่าสินค้าที่ทำการผลิตจากบริษัทของตนนั้นมีคุณภาพและคุณสมบัติตรงตามที่ถูกค่าต้องการ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานเพื่อสร้างความแตกต่างจากบริษัทคู่แข่ง โดยทำการควบคุมการผลิตให้เกิดของเสียในปริมาณที่ต่ำที่สุดที่สามารถดำเนินการได้

ผู้ทำการวิจัยมีความสนใจที่จะลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้ายโดยอาศัยเครื่องมือทางวิศวกรรมมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหารวมทั้งหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

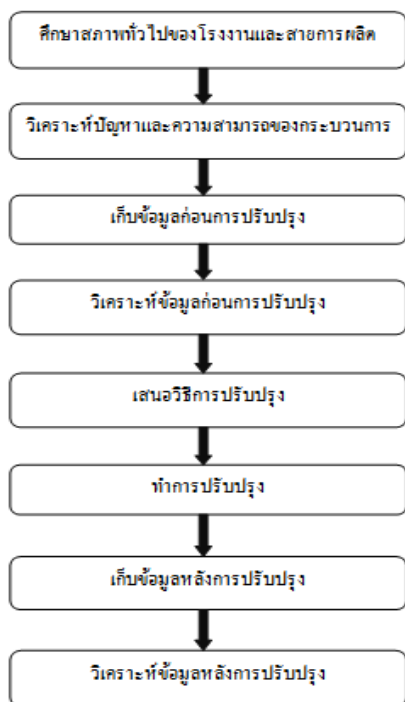
1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์กระบวนการผลิตตัวเก็บประจุ
2. เพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตตัวเก็บประจุ

วิธีการดำเนินงาน

1. วิธีการศึกษาที่นำมาใช้

คือ นำหลักการ 7 QC Tools อันประกอบด้วย แผ่นตรวจสอบ (Check sheet) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟต่างๆ (Graphs) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) และ ฮิสโตแกรม (Histogram) (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2555; ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2550) มาใช้วิเคราะห์ในการลดของเสียในกระบวนการผลิตเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา เพราะเครื่องมือนี้จะทำให้เห็นภาพได้ชัดเจน พร้อมทั้งศึกษาขั้นตอนและวิธีการทำงานในสายการผลิต เพื่อทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องสาเหตุของการเกิดของเสีย และนำไคเซ็น (Kaizen) ซึ่งเป็นวิธีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทำงานที่ดีขึ้น ในลักษณะการปรับปรุงแบบต่อเนื่องและทำให้การผลิตสินค้ามีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้น มีผลมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน มาตรการแก้ไขปัญหาก็จะต้องมีความหลากหลายตาม ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำ PDCA Cycle มาใช้ร่วมด้วยเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต เมื่อปัญหาเกิดขึ้นจากหลากหลายสาเหตุ ก็ต้องมีมาตรการแก้ไขไว้หลากหลายเช่นกันรวมทั้งมีผลดีในแง่ของการเชื่อมโยงเข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย

2. ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน



รูปที่ 1: ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานและสายการผลิต

ลักษณะการผลิตสินค้าผลิตตาม Order ที่ลูกค้าสั่งเท่านั้นไม่ทำการสต็อกสินค้าล่วงหน้าและปัจจุบันมีการผลิตตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

1. ตัวเก็บประจุสำหรับเครื่องซักผ้า
2. ตัวเก็บประจุสำหรับเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2: ผลิตภัณฑ์ในสายการผลิต

2.2 วิเคราะห์ปัญหาและความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุง

ทำการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นและทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่มาในกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียเพื่อนำมาเป็นเป้าหมายในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.3 เก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง

ทำการรวบรวมข้อมูลของเสียจากโรงงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และนำมาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิด โดยแบ่งตามลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อให้่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุง

จากการรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบถึงลักษณะการเกิดของเสียมากที่สุด ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเกิดในลักษณะที่แตกต่างกันไป ซึ่งทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้น ซึ่งจะใช้แผนผังก้างปลาเข้ามาวิเคราะห์ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น

ผลการดำเนินงาน

จากการนำหลักการ 7 QC Tools ในที่นี้ประกอบด้วย แผ่นตรวจสอบ (Check sheet) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟต่างๆ (Graphs) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ร่วมกับการแนวทางการศึกษาก่อนหน้า คือ การปรับปรุงกระบวนการผลิตของการขัดชิ้นงาน, กรณีศึกษา ระบบการผลิตหัวอ่าน-เขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (กนกวรรณ พุทธิรุ่งโรจน์ และคณะ, 2553). การเพิ่มผลผลิตของตัวเก็บประจุ, กรณีศึกษาโรงงาน ABB Capacitors LTD. (นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์, 2539)

และการลดความสูญเสียเปล่าโดยเทคนิคไคเซ็น, กรณีศึกษาโรงงานผลิตถุงพลาสติก (ปนัดดา ใจบุญมาก และคณะ, 2553) ได้แนวทางปรับปรุง คือ

- การเพิ่มสถานงานในการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ภายในสายการผลิตเพื่อลดจำนวนของ ของเสียที่เกิดขึ้นกับลักษณะภายนอกของตัวเก็บประจุ (Capacitor)
- เพิ่มตัวรับแรงกระแทกในจุดต่างๆ ของสายการผลิตเพื่อลดการกระแทกที่อาจเกิดขึ้นและเป็นสาเหตุให้ชิ้นงานได้รับผลกระทบ

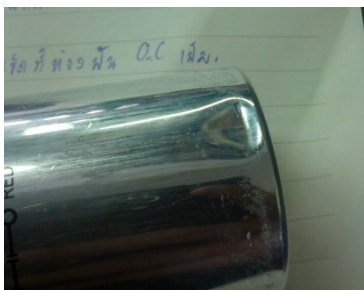
แนวทางการแก้ไขและปรับปรุงเพื่อลดปริมาณของเสีย

1. นำไคเซ็นมาใช้ในการแก้ไขและปรับปรุง ไคเซ็น (Kaizen) เป็นวิธีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทำงานที่ดีขึ้น ในลักษณะการปรับปรุงแบบต่อเนื่องทำให้การผลิตสินค้ามีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้น มีผลมาจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน มาตรการแก้ไขปัญหาก็ต้องมีความหลากหลายตาม ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำหลักการ 7QC Tools มาใช้ เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา เพราะเครื่องมือนี้จะทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนว่า เมื่อปัญหาเกิดขึ้นจากหลากหลายสาเหตุ ก็ต้องมีมาตรการแก้ไขไว้หลากหลายเช่นกันรวมทั้งมีผลดีในแง่ของการเชื่อมโยงเข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องซึ่งทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายอีกด้วย

2. การปรับปรุงโดยการเพิ่มสถานงาน

เพิ่มสถานีการตรวจสอบชิ้นงานในกระบวนการผลิต เพื่อลดปริมาณของเสียที่หลุดรอดจากการตรวจสอบด้วยตาเปล่าของพนักงาน

3. การปรับปรุงโดยใช้อุปกรณ์กันกระแทก



รูปที่ 3: ของเสียจากการผลิต

ปัจจุบันทางโรงงานมีของเสียจาก Case บุป เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่จะเกิดมาจากสองกรณีคือ กระป๋องบุบมาจาก supplier ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการเพิ่มสถานีงานเพื่อเป็นการป้องกันของเสียเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว กรณีที่สองเกิดจากการกระแทกในกระบวนการผลิตซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้มองเห็นถึงปัญหาในส่วนนี้จึงหาแนวทางในการแก้ไขโดยมีแนวทางการแก้ไข 2 ทางเลือก คือ ขอบยางกันกระแทก และ ฟองน้ำกันกระแทก



รูปที่ 4: การแก้ไขปัญหา

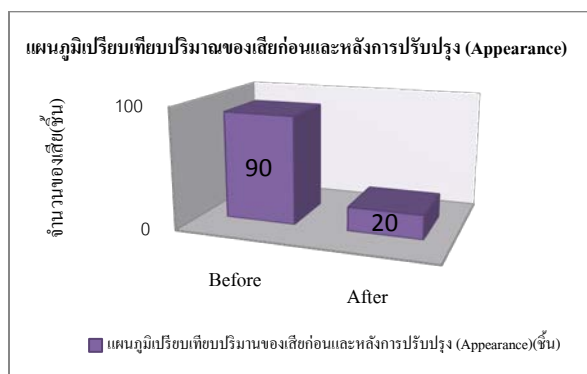
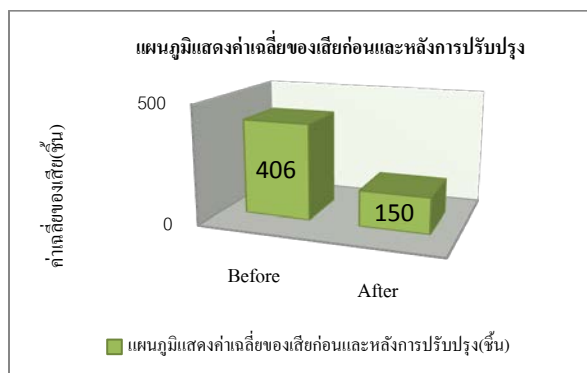
ซึ่งทางโรงงานได้เลือกขอบยางกันกระแทก เนื่องจากมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันกับฟองน้ำกันกระแทก และยังมีราคาถูกกว่าฟองน้ำกันกระแทก



รูปที่ 5: วิธีแก้ไขปัญหาที่เลือก

สรุปผล

จากผลการศึกษาที่ได้สามารถทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังนี้



ประเภท	ก่อนการปรับปรุง (ชิ้น)	หลังการปรับปรุง (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลง
เปรียบเทียบจำนวนของเสียทั้งหมด	406	150	ลดลง 63.05%
เปรียบเทียบจำนวนของเสียชนิด Appearance	90	20	ลดลง 77.78%
เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียชนิด Appearance ต่อของเสียทั้งหมด	22.16%	13.33%	ลดลง 8.83%

- เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 406 ชิ้นและหลังการปรับปรุงมีทั้งหมด 150 ชิ้น ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าลดลงเท่ากับ 63.05%
- เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียชนิด Appearance ก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 90 ชิ้นและหลังการปรับปรุงมีทั้งหมด 20 ชิ้น ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าลดลงเท่ากับ 77.78%

- เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียชนิด Appearance ต่อของเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมดคิดเป็น 22.16% และหลังการปรับปรุงมีทั้งหมดคิดเป็น 13.33% ได้เปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าลดลงเท่ากับ 8.83%

เอกสารอ้างอิง

- ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2550). *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554, จาก
เว็บไซต์: http://youth.ftpi.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=42
- กนกวรรณ พุทธรุ่งโรจน์. *การปรับปรุงกระบวนการผลิตของการจัดขึ้นงาน กรณีศึกษา ระบบการผลิตหัวอ่าน-เขียน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์*. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์. (2539). *การเพิ่มผลผลิตของตัวเก็บประจุ กรณีศึกษาโรงงาน ABB Capacitors LTD.* วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปนัดดา ใจบุญมาก. (2553). *การลดความสูญเสียเปล่าโดยเทคนิคไคเซ็น กรณีศึกษาโรงงานผลิตถุงพลาสติก*. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

**การบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource)
ด้วยเทคนิค Balanced scorecard สายงานการจัดส่ง บริษัท กรณีสึกษา
BULK CEMENT TRANSPORTERS MANAGEMENT (OUTSOURCE) WITH BALANCED
SCORECARD TECHNIQUES WITH CASE STUDY.**

กวีพงศ์ บุญเจริญ¹, กิตติ เศรษฐวรพณ²
Kaweepong Booncharoen¹, Kittti Setavoraphan²

คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
Faculty of Business Administration, Panyapiwat Institute of Management

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษามาตรฐานและขั้นตอนการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) (2) เพื่อศึกษาถึงสาเหตุของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการที่ไม่สามารถใช้ทรัพยากรขนส่ง ของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ได้เต็มประสิทธิภาพ โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับปฏิบัติการ และนักวิเคราะห์ จำนวน 10 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ความคิดเห็น เชนนโยบาย ในการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งและแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ที่ได้สร้างขึ้นมามีการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสัมภาษณ์ นำผลที่ได้มาสร้างเป็นกลยุทธ์ และ (3) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขปัญหาระบบการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ด้วยเทคนิค Balanced scorecard

ผลการวิจัยพบว่า การบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ด้วยเทคนิค Balanced scorecard สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีสึกษา ประกอบไปด้วย (1) การกำหนดมาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ประกอบด้วย การประเมินผู้ให้บริการขนส่งปูนผงเบื้องต้น กำหนดมาตรฐานขนส่งและอุปกรณ์ประจํารถขนส่ง การทำบัตรพนักงานจัดส่ง และการรับงานของผู้ให้บริการขนส่ง (2) รูปแบบการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ด้วยเทคนิค Balanced scorecard ประกอบด้วย การวิเคราะห์ SWOT การวางแผนกลยุทธ์ในการบริหารจัดการ โดยการจัดทำแผนที่กลยุทธ์ การนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติ การพัฒนาปรับปรุงตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก ประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของตัวชี้วัดหลักและการสร้างแบบฟอร์มในการจัดเก็บข้อมูลและรายงานผล ทั้งนี้การบริหารด้วยเทคนิค Balanced scorecard จะเป็นการแปลงกลยุทธ์ไปสู่แผนปฏิบัติการในการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) โดยแบ่งเป็น 4 มุมมอง ได้แก่ มุมมองด้านการเงิน มุมมองด้านลูกค้า มุมมองด้านกระบวนการภายใน และมุมมองด้านการเรียนรู้พัฒนา

คำสำคัญ: บาลานซ์ สกอร์การ์ด เอ้าท์ซอส

ABSTRACT

This research is conducted with a purpose of: (1) to study the standard and process of bulk cement transporters. (2) To study and analyze the root cause of fleet utilization issues of outsourcing carrier by studying relevant paperwork and relate researches and interviewing 10 concerning people ranging from Senior executives, Operational Management, and analysts. Several methodologies were used in this research. The tool to collect data is questionnaires concerning strategic opinions of managing and developing bulk cement. (3) To conduct a guideline of managing cement transporters by using balanced scorecard technique.

The contents of this research are following: (1) Determining standards of being a cement transporter outsourcing including basic evaluation, determining vehicle and equipment standard, driver's licensing procedure and carrier's working process analysis. (2) Creating a framework of managing bulk cement transporter by using Balance Scorecard technique including SWOT analysis, strategic planning of outsourcing management, implementation by using BSC, developing key performance indicator (KPI) of transporters, and creating a form of data collection and reports. The BSC is the key technique used in this paper and will lead to the creation of managing cement transporter framework which have four viewpoints: finance, customers, internal process and improvement

Keyword: Balanced scorecard, Outsource

บทนำ

ในอดีตองค์กรหรือบริษัทส่วนใหญ่ มีการบริหารจัดการภายในองค์กรเองทั้งหมดจึงทำให้องค์กรหรือบริษัทมีภาระค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานจำนวนมาก โดยมีงานในบางส่วนที่องค์กรนั้นไม่มีความถนัดหรือไม่มีความเชี่ยวชาญในงานนั้นๆ ทำให้มีค่าใช้จ่ายส่วนเกินจำนวนมากที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้น องค์กรจึงไปจ้างบริษัทหรือองค์กรภายนอกเข้ามาจัดการหรือการใช้ Outsource มาช่วยบริหารจัดการแทน เพื่อความคล่องตัว (อิงค์วิดี, 2553) ซึ่งในปัจจุบันก็เป็นที่ยอมรับใช้สำหรับองค์กรหรือบริษัทขนาดใหญ่

บริษัทกรณีศึกษา ได้นำการ Outsource การขนส่งสินค้ามาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาเน้นในเรื่องของการบริการจัดส่งให้ถึงมือลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างความแตกต่างด้วยบริการที่เป็นเลิศ การส่งมอบตรงเวลา ณ สถานที่ที่ต้องการ ผลลัพธ์ที่ครบถ้วน ถูกต้อง โดยรับประกันคุณภาพค่าขนส่งถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดลอม ปัจจุบันทางสายงานการจัดส่งใช้การจ้างเหมารถขนส่งทางรถยนต์จากภายนอก ร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้บริการการขนส่งจากบริษัทภายนอก (Outsource) คือ องค์กรไม่สามารถบริหารจัดการและควบคุมผู้ให้บริการขนส่ง (Outsource) ให้ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลกระทบในด้านการบริการการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าช่วงฤดูกาลที่มียอดขายสูง อาทิ การขนส่งสินค้าให้ลูกค้ามีความล่าช้าไม่เป็นไปตามที่กำหนด ส่งผลให้ทางลูกค้าไม่พอใจในการบริการด้านการขนส่ง

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหากไม่มีการพัฒนาปรับปรุงจะส่งผลกระทบต่อบริษัทเป็นอย่างมาก และเกิดความเสียหายขององค์กรและหน่วยงานอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาแนวทางปรับปรุงการ

บริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ด้วยเทคนิค Balanced scorecard เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายทอดกลยุทธ์ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม (พสุ เดชะรินทร์, 2546) โดยมีการกำหนดวิสัยทัศน์และแผนกลยุทธ์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการดำเนินงานและแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้มองเห็นภาพและเส้นทางที่กำหนดในแผนได้ชัดเจน (Nils, Jan & Magnus, 2546) โดยครอบคลุมทั้ง 4 มุมมอง คือ ด้านการเงิน ด้านลูกค้า ด้านกระบวนการทำงาน และด้านการเรียนรู้พัฒนา (Robert S. and David P., 1992)

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. การใช้ผู้ให้บริการภายนอก (Outsource) (สุรমন เผ่าทรง, 2545)
2. การบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่ง (ภัทรกมล เลิศสันติ และสถาพร โอภาสานนท์, 2553)
3. การเลือกบริษัทผู้ให้บริการขนส่ง (รัฐพล ลิ้มสุขศรีกุล, 2553)
4. การบริหารด้วยเทคนิค Balanced scorecard (พสุ เดชะรินทร์, 2546)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง
2. เพื่อศึกษาถึงสาเหตุของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการที่ไม่สามารถใช้ทรัพยากร รถขนส่งของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง ได้เต็มประสิทธิภาพ
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขปัญหาระบบการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ด้วยเทคนิค Balanced scorecard

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1: กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพแบบปรากฏการณ์นิยมจะใช้วิธีการพรรณนาเป็นสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยคือ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างรูปแบบการบริหารเชิงกลยุทธ์ การกำหนดมาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ตามแนวคิด Balanced scorecard

2.1 จัดทำเครื่องมือโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นคำถามปลายเปิด ชุดที่ 1 และชุดที่ 2

2.2 นำแบบสัมภาษณ์ชุดที่ 1 สัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูง จำนวน 1 ท่าน และแบบสัมภาษณ์ชุดที่ 2 สัมภาษณ์ ผู้บริหารระดับปฏิบัติการและนักวิเคราะห์ จำนวน 9 ท่าน นำผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และสรุปข้อคิดเห็นที่ได้

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแผนกลยุทธ์และตัวชี้วัดในการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง

3.1 จัดทำร่างแผนกลยุทธ์และพัฒนาตัวและปรับปรุงตัวชี้วัดหลักของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง (กันยา, 2545)

3.2 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของตัวชี้วัดหลักของผู้ให้บริการขนส่ง โดยการจัดทำกลุ่มสนทนา (Focus group) เพื่อประเมินความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขให้ตรงตามเนื้อหาและสร้างแบบการรายงานผลการดำเนินงานเพื่อให้ได้ตัวชี้วัดฉบับสมบูรณ์

ผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างรูปแบบและการกำหนดมาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง เป็นไปตามแนวคิดจากการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (กระทรวงคมนาคม, 2524) และได้ปรับปรุงรูปแบบให้เหมาะสมกับการปฏิบัติตามแนวคิดของ Balanced scorecard

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ตามแนวคิด Balanced scorecard โดยการสัมภาษณ์ ผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับปฏิบัติการและนักวิเคราะห์ ได้ข้อสรุปในการกำหนดแผนกลยุทธ์ในการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง พบว่ารูปแบบที่นำเสนอมีความเหมาะสมเป็นไปได้ในแนวคิดและหลักการสามารถนำไปจัดทำแผนปฏิบัติการ กำหนดตัวชี้วัดหลักในการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง

ขั้นตอนที่ 3 รูปแบบแผนกลยุทธ์และตัวชี้วัดหลักในการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง พบว่าแผนกลยุทธ์มีประโยชน์ต่อการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง เนื่องจากมีการให้ความสำคัญต่อนโยบาย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การปฏิบัติตามหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ยกระดับในการดำเนินงานในการบริการด้านการขนส่ง

อภิปรายผลการวิจัย

1. มาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผอง พบว่าประกอบด้วย ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: มาตรฐานและข้อกำหนดการเป็นผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง

ข้อกำหนด	เหตุผล
1. การประเมินผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง	เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงาน ขนาดของกิจการ แนวทางหรือนโยบายในการทำงาน รวมถึงข้อจำกัดต่างๆ ของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง
2. กำหนดมาตรฐานรถขนส่งและอุปกรณ์ประจำรถขนส่ง	เพื่อให้ผู้ให้บริการขนส่งทุกราย มีสภาพรถและอุปกรณ์ประจำรถหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมได้มาตรฐานตามที่กำหนด
3. การทำบัตรพนักงานจัดส่ง	เป็นการคัดเลือกและคัดกรองโดยผ่านการอบรมและทดสอบข้อเขียนในภาคทฤษฎีที่กำหนดขึ้นซึ่งให้ได้มาซึ่งพนักงานจัดส่งที่มีคุณภาพ
4. การรับงานของผู้ให้บริการขนส่ง	ต้องรับงานผ่าน ระบบ Logistic Web ของบริษัทธนาคีรศึกษาซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำงานให้มีคุณภาพในด้านรายละเอียดของข้อมูล ความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

2. กลยุทธ์ในการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อนำมาเป็นแนวทางกลยุทธ์ ซึ่งประกอบด้วย 4 มุมมอง รายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แผนกลยุทธ์การบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง

มุมมอง	แผนกลยุทธ์
1. มุมมองด้านลูกค้า	การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าคือการบริการด้านการขนส่งที่เกินกว่ามาตรฐานทั่วไป ในด้านการจัดส่งตรงเวลา สินค้าถูกต้อง ไม่เสียหาย
2. มุมมองด้านการเงิน	การกำหนดจำนวนรถในการจัดส่งสินค้าที่แน่นอนเพื่อใช้ประโยชน์จากรถให้เกิดประโยชน์สูงสุดมีการประกันรายรับขั้นต่ำของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง
3. มุมมองด้านกระบวนการทำงาน	กำหนดตัวชี้วัดผลการดำเนินงาน และมีสัญญามาเป็นตัวกำหนดการปฏิบัติงาน
4. มุมมองด้านการเรียนรู้และพัฒนา	โครงการพัฒนาผู้ให้บริการขนส่ง โดยกำหนดพื้นที่ความรับผิดชอบในการจัดส่ง คือการกำหนดให้ผู้ให้บริการขนส่งมีพื้นที่หลักในการรับผิดชอบดูแลเรื่องการขนส่งรวมถึงคอยดูแลลูกค้าในพื้นที่นั้นๆ

3. การพัฒนาตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก ของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ด้วยเทคนิค Balanced Scorecard ประกอบไปด้วย

3.1 การกำหนดตัวชี้วัดผลการดำเนินงาน ประกอบไปด้วย 5 ตัวชี้วัด คือ

- การส่งมอบสินค้าตรงเวลา (On-time Delivery)
- ข้อร้องเรียนจากลูกค้า (Compliant)
- จำนวนรถ (เที่ยว) (Trip Commitment)

- การใช้ประโยชน์จากรถ (Fleet Utilization)
- และการแจ้งเตือนล่วงหน้า (Advanced Notification)

3.2 การประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของตัวชี้วัดหลักของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง

3.2.1 การเปรียบเทียบตัวชี้วัดหลักก่อนและหลังการพัฒนา พบว่า

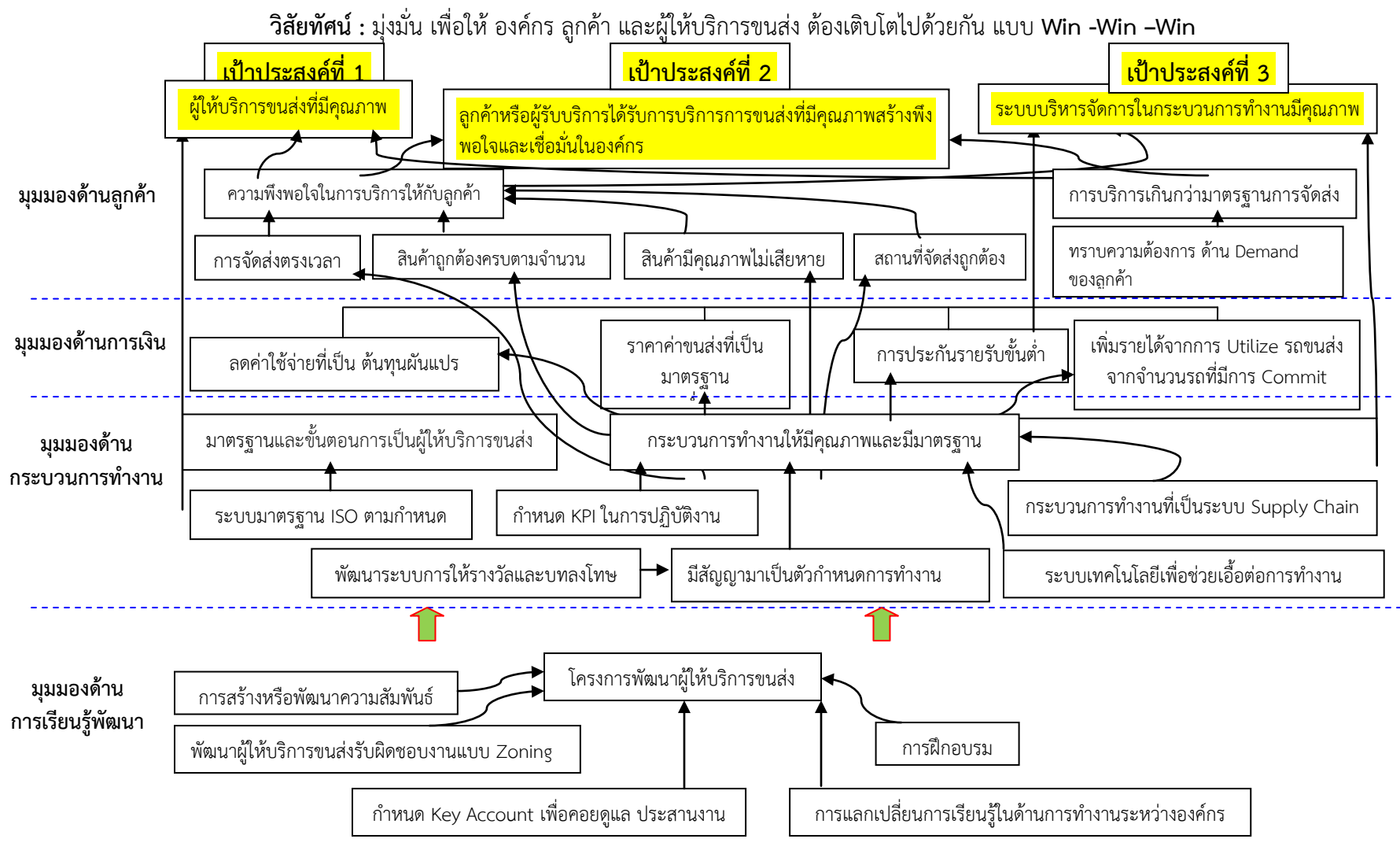
- ตัวชี้วัดหลัก การส่งมอบสินค้าตรงเวลา และข้อร้องเรียนจากลูกค้าและจำนวนรถ (เที่ยว) ตามที่ตกลงไว้ ยังคงเป็นตัวชี้วัดตัวเดียวกันกับตัวชี้วัดเดิมก่อนการพัฒนา
- ตัวชี้วัดหลักที่ได้พัฒนาเพิ่มขึ้น คือ การใช้ประโยชน์จากรถ (Fleet Utilization) และการแจ้งเตือนล่วงหน้า (Advanced Notification)
- ในส่วนของตัวชี้วัดเดิมที่ไม่ได้คัดเลือกมาเป็นตัวชี้วัดหลักนั้น เนื่องจากบางตัวชี้วัดมีความซ้ำซ้อนและไม่ตอบไม่ตอบสนองต่อแนวทางการบริหารจัดการ

3.2.2 การประเมินความเหมาะสมของตัวชี้วัด พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมตัวชี้วัดหลัก ที่ได้พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมมากกว่า ตัวชี้วัดหลักก่อนการพัฒนา โดยมีคะแนนความเหมาะสมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 30.5 คะแนน เป็น 45.5 คะแนน (ในคะแนนเต็ม 50 คะแนน) และเมื่อพิจารณาในแต่ละเกณฑ์การประเมิน จะพบว่า ตัวชี้วัดหลักของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง หลังการพัฒนา มีระดับคะแนนสูงกว่า ตัวชี้วัดหลักก่อนการพัฒนาในทุกๆเกณฑ์การประเมิน

สรุปผลการวิจัย

1. กลยุทธ์ในการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ด้วยเทคนิค Balanced scorecard สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา ประกอบไปด้วย วิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติงานขององค์กร แผนกลยุทธ์ดังกล่าวจะสามารถบอกถึงกระบวนการเพื่อให้บรรลุถึงเป้าประสงค์ จากแผนภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะเชื่อมโยงในเชิงเหตุและผลระหว่างวัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ในแต่ละมุมมองตามแนวคิดการบริหารด้วยเทคนิค Balanced Scorecard เริ่มจากมุมมองด้าน **มุมมองด้านการเรียนรู้และพัฒนา** ทำให้องค์กรสามารถขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาผู้ให้บริการขนส่ง มีโครงการพัฒนาผู้ให้บริการขนส่งโดยจะต้องมีการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ ย่อมจะส่งผลต่อ **มุมมองด้านกระบวนการทำงาน** นั่นคือเมื่อมีการเรียนรู้พัฒนาในด้านต่างๆ และระบบเทคโนโลยีที่ช่วยเอื้อต่อการทำงาน ก็จะสามารถปฏิบัติงานได้ตามกระบวนการทำงานให้เพื่อให้มีคุณภาพและมาตรฐานตามที่สายงานการจัดส่งบริษัทกรณีกำหนด ซึ่งจะส่งผลต่อ **มุมมองด้านการเงิน** ซึ่งผู้ให้บริการขนส่งมีการรับประกันรายได้ขั้นต่ำ มีราคาค่าขนส่งที่เป็นมาตรฐานตามสัญญา มีการเพิ่มรายได้จากการ Utilize รถขนส่งอย่างคุ้มค่า อีกทั้งยังมุ่งเน้นลดค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ต่างๆที่เป็นของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลต่อไปยัง **มุมมองด้านลูกค้า** ทำให้ลูกค้าได้รับการบริการที่เกินกว่ามาตรฐานทั่วไป เนื่องจากการบริการด้านการขนส่ง ที่มีคุณภาพย่อมส่งผลให้ลูกค้า เกิดความพึงพอใจในการบริการ

การกำหนดแผนกลยุทธ์ ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุ และผลทำให้เห็นภาพรวมในการประเมินผลการปฏิบัติงานและยังทำให้เห็นทิศทางในการพัฒนาระบบงานต่างๆ เพื่อให้นำไปสู่ถึงเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงจะทำให้สามารถบรรลุวิสัยทัศน์ คือ มุ่งมั่นเพื่อให้องค์กร ลูกค้า และผู้ให้บริการขนส่ง ต้องเติบโตไปด้วยกัน แบบ Win – Win – Win



แผนภาพที่ 2: แผนที่กลยุทธ์สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา

2. สรุปตัวชี้วัดหลักของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง ที่ได้จากการพัฒนาปรับปรุง โดยการจัดกลุ่มสนทนา (Focus Group) ประกอบไปด้วย ผู้บริหารระดับปฏิบัติการและพนักงานระดับปฏิบัติการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบริหารผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง จะประกอบไปด้วยการกำหนด หัวข้อประเมินผลงาน วัตถุประสงค์ของตัวชี้วัด คะแนนเต็ม และระดับช่วงคะแนนในการวัด โดยการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างตัวชี้วัดเดิมของสายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา

จากการนำตัวชี้วัดหลักในการดำเนินงานของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง ที่ได้จากการพัฒนาปรับปรุงไปทดลองใช้ในสายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา พบว่า ผลการปฏิบัติงานมีแนวโน้มที่ดีขึ้น รายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานของผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีสึกษา

หัวข้อประเมินผลงาน	วัตถุประสงค์ของตัวชี้วัด	คะแนน	ระดับคะแนน				
1. การส่งมอบสินค้าตรงเวลา (On-time Delivery)	เพื่อประเมินความสามารถในการส่งมอบสินค้า (ประเมินจากการเทียบกับเวลาที่ลูกค้าต้องการตามระบบ)	40	96-100% 40	90-95% 30	86-89% 20	80-85% 10	<80% 0
2. ข้อร้องเรียนจากลูกค้า (Customer Compliant)	เพื่อประเมินความไม่พึงพอใจของลูกค้าในคุณภาพการทำงาน (ประเมินจากจำนวนครั้งที่ถูกร้องเรียน)	15	0 ครั้ง 15	1 ครั้ง 10	2 ครั้ง 5	>2 ครั้ง 0	
3. จำนวนรถ (เที่ยว) (Trip Commitment)	เพื่อประเมินความสามารถในการส่งมอบสินค้าตามที่ได้ตกลง (ประเมินจาก จำนวนเที่ยว/วัน)	20	90-100% 20	80-89% 15	70-79% 10	60-69% 5	<60% 0
4. การใช้ประโยชน์จากรถ (Fleet Utilization)	เพื่อประเมินการใช้ประโยชน์จากรถที่มีอยู่จริง (ประเมินจากปริมาณการใช้งานของรถเทียบกับจำนวนรถที่มีอยู่จริง)	15	90-100% 15	80-89% 10	70-79% 5	<70 0	
5. การแจ้งเหตุ ล่วงหน้า (Advanced Notification)	เพื่อประเมินถึงความร่วมมือและเอาใจใส่ (ประเมินจากการแจ้งเหตุการณ์ที่จะส่งผลกระทบต่อการส่งมอบสินค้าในเที่ยวดังกล่าว)	10	แจ้งเหตุล่วงหน้าทุกครั้งก่อนที่จะกระทบกับการส่งมอบสินค้า 10			ไม่แจ้งเหตุล่วงหน้าสำหรับเที่ยวงานที่จะส่งผลกระทบกับการส่งมอบสินค้า หักคะแนน 1 คะแนน / 1 เที่ยวการจัดส่งที่มีปัญหา	

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำรูปแบบแผนกลยุทธ์การบริหารที่ได้จากการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับการบริหารจัดการผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และเป้าหมาย สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา
2. สายงานการจัดส่ง บริษัทกรณีศึกษา ควรมีการทบทวนแผนกลยุทธ์และตัวชี้วัดหลักผู้ให้บริการขนส่งปูนซีเมนต์ผง (Outsource) อย่างน้อย ปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงคมนาคม. (2524). พระราชบัญญัติ การขนส่งทางบก พ.ศ. 2522. *กฎกระทรวง*, 24(9),1-21.
- กันยา อัครอารี. (2545). *การพัฒนาดัชนีวัดสมรรถนะหลักโดยใช้วิธีการประเมินแบบดุลยภาพ กรณีศึกษา โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก*. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พสุ เดชะรินทร์. (2546). *Balanced Scorecard รู้ลึกในการปฏิบัติ Implementing Balanced Scorecard*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรกมล เลิศสันติ และสถาพร โอภาสานนท์. (2553). การจัดสรรงานแก่ผู้ให้บริการขนส่งภายนอกภายใต้ต้นทุนต่ำที่สุด. *จุฬาลงกรณ์ธุรกิจปริทัศน์*, ฉบับที่ 125 (กรกฎาคม-กันยายน). 91-106.
- รัฐพล ลิ้มสุขศรีกุล. (2553). *วิธีเลือกบริษัทผู้ให้บริการขนส่ง ปัญหาในการจ้างและใช้บริการผู้ให้บริการขนส่ง*. สืบค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2553, จากเว็บไซต์: <http://www.logisticscorner.com>
- สุรมน เป่าทรง. (2545). *การวิเคราะห์การจัดการการว่าจ้างบุคคลภายนอกผลิตสินค้าภายใต้ตราสินค้าของร้านค้าปลีกแบบสมัยใหม่ กรณีศึกษา สินค้าตราคาร์ฟู*. วิทยาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อิงค์ควิตี. (2553). *ข้อดีของการจ้าง Outsource ในการเริ่มต้นทำธุรกิจ*. สืบค้นเมื่อ 24 ตุลาคม 2556, จากเว็บไซต์: <http://incquity.com/articles/office-operation/outsourcing-benefits>
- Nils-Goran Olve, Jan Roy and Magnus Wetter. (2546). *Performance A Practice Guide to Using the Balanced Scorecard การพัฒนา Balanced Scorecard*. ผู้แปลและเรียบเรียง วีรวัธ มาชะศิริานนท์, นัฏพันธ์ เขจรนันท์. กรุงเทพฯ: Be Bright Book.
- Robert. S. K. & David. P. N. (1992). *The Strategy Focused Organization*. Boston: Harvard Business School Press.

การประเมินท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานด้านการซ่อมชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ THE ASSESSMENT OF THE WORKING MOTIONS OF THE MOTORCYCLE PARTS' REPAIRING WORKERS

พงศกร สุรินทร์¹, ศิริพงษ์ หมูคำ², ศรชัย ปอนตา³, สุธเทพ มหัทคตจิตต์⁴
Pongsakorn Surin¹, Siripong Mookam², Sornchai Pornta³, Sutep Mahatkatajit⁴

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala of Technology Lanna Lampang University
E-mail: p.surin1980@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินท่าทางการทำงาน และชี้ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์ในการทำงานช่วยลดการบาดเจ็บ โดยการเก็บข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์ การคำนวณดัชนีความไม่ปกติ Abnormal Index (AI) และการประเมินด้วยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA) ในพนักงาน 2 แผนก คือ แผนกตัดโซ้คแผงคอ แผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว

สรุปผลการประเมินดัชนีความไม่ปกติ Abnormal Index (AI) ก่อนปรับปรุง แผนกตัดโซ้คแผงคอ AI = 4.375 หลังปรับปรุง AI = 0.625 ค่า AI ลดลง 85.71%, แผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว AI = 4.125 หลังการปรับปรุง AI = 0.625 ค่า AI ลดลง 84.84% และผลการประเมินด้วย Rapid Upper Limb Assessment (RULA) ก่อนปรับปรุง แผนกตัดโซ้คแผงคอ คะแนนอยู่ที่ 4 คะแนน หมายถึงงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที หลังการปรับปรุงคะแนนอยู่ในระดับ 1 คืองานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน แผนกรีมเมอร์ บูทวาล์ว คะแนนอยู่ที่ 4 คะแนน หมายถึงงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที หลังการปรับปรุงคะแนนอยู่ในระดับ 2 คือ งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน

คำสำคัญ: การประเมินท่าทางการทำงาน การยศาสตร์ การบาดเจ็บ ดัชนีความไม่ปกติ วิธีประเมิน RULA

ABSTRACT

This research aims to assess the working gestures and indicate the risk of injury to improve the safety standards of working tools in order to reduce injury. The data were collected from the interview, Abnormal Index (AI) calculation and the assessment with Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Workers from two departments participated: the shock absorber adjustment department, the grimmer boot valve department.

The result from the Abnormal Index in the shock absorber adjustment department was 4.375 before the improvements and 0.625 after the improvements. Therefore, the Abnormal Index was reduced by 85.71%. For the grimmer boot valve department, the Abnormal Index was 4.125 before the improvements and 0.625 after the improvements. Therefore, the Abnormal Index was reduced by 84.84%. From the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) before the improvements, the shock absorber adjustments department had 4 points, which means there was a problem with the ergonomics that needs immediate improvements. After the improvements, the department reached level 1 which means the work is now acceptable, but it may have problems with ergonomics if it is done repeatedly for a long time. The grimmer boot valve department had 4 points which means there was an ergonomic problem that needed immediate solution. After the improvements, its score reached level 2, which means the work is now acceptable but there might be ergonomic problems if the work is performed repeatedly for a long time.

Keywords: Assessment Posture Ergonomic Injury Abnormal Index Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

บทนำ

ปัญหาที่เกิดจากท่าทางการทำงานหรือการทำงานที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเมื่อยล้า และอาจเกิดอาการบาดเจ็บขึ้นที่อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ปวดคอ ปวดหลัง ปวดแขน ปวดขา เป็นต้น หากเป็นมากหรืออาการเรื้อรัง อาจจะทำให้เกิดโรคจากการทำงานขึ้นได้ อีกทั้งจะเห็นได้ว่าการบาดเจ็บจากท่าทางในการทำงานนั้นส่งผลในหลายๆ ด้าน เช่น ด้านประสิทธิภาพในการผลิต ด้านความสามารถในการทำงานให้ได้ตามปริมาณ คุณภาพของงานที่กำหนด ด้านค่าใช้จ่ายต่างๆ (ค่ารักษาพยาบาล ค่าต้นทุนการผลิต) และด้านขวัญกำลังใจในการทำงาน เป็นต้น

ดังนั้นการลดอัตราการเจ็บป่วยจากโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานตามลักษณะหรือสภาพของงาน เช่น การยก หรือเคลื่อนย้ายของหนัก การทำงานในลักษณะท่าทางที่ไม่เหมาะสม จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมตามหลักทางด้านการยศาสตร์ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม ดังที่ปิติ พูนไชยศรี (2551) สำหรับในภาพรวมของประเทศไทยยังพบปัญหาด้านการยศาสตร์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังที่ปรากฏในรายงานการประสบอันตรายหรือการบาดเจ็บจากการทำงาน เนื่องจากปัญหาด้านการยศาสตร์จากสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานได้รายงานข้อมูลสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน โดยจำแนกตามความรุนแรงและสาเหตุที่ประสบอันตรายในปี พ.ศ. 2550 พบว่าการประสบอันตรายจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก อยู่ในอันดับที่ 14 จากทั้งหมด 23 อันดับ โดยมีความร้ายแรง ได้แก่ 1.ตาย = 0 ราย, 2.ทุพพลภาพ = 0 ราย, 3.สูญเสียอวัยวะบางส่วน = 1 ราย, 4.หยุดงานเกิน 3 วัน = 272 ราย, 5.หยุดงานไม่เกิน 3 วัน = 1,173 ราย ซึ่งรวมทั้งสิ้น = 1,446 ราย และการประสบอันตรายจากท่าทางการทำงาน อยู่ในอันดับที่ 15 จากทั้งหมด 23 อันดับ โดยมีความร้ายแรงได้แก่ 1.ตาย = 0 ราย, 2.ทุพพลภาพ = 0 ราย, 3.สูญเสียอวัยวะบางส่วน = 3 ราย, 4.หยุดงานเกิน 3 วัน = 265 ราย, 5.หยุดงานไม่เกิน 3 วัน

= 681 ราย ซึ่งรวมทั้งสิ้น = 949 ราย สำหรับร้าน เล้งฮวดการช่าง เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดย่อมที่มีระบบการทำงานโดยแบ่งเป็นแผนกต่างๆ ซึ่งการทำงานแต่ละแผนกจะมีพนักงานรับผิดชอบทำงานต่างๆ เช่น แผนกตัดใช้คัมแพคและแผ่นกริมเมอร์บูทวาล์ว ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการประสบอันตรายจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนักและการประสบอันตรายจากท่าทางการทำงาน

ซึ่งลักษณะการทำงานในแผนกต่างที่กล่าวมานั้นต้องพนักงานจะต้องทำงานในระยะเวลาที่นาน และมีท่าทางการทำงานที่ส่งผลกระทบต่ออาการบาดเจ็บแก่พนักงาน ดังที่วีรชัย มัญญารักษ์ (2554) ได้ศึกษาประเมินภาวะทางกายศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น กรณีศึกษา กลุ่มตัวอย่างหมู่ที่ 9 ตำบลโคกม่วง อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ซึ่งพบว่าเกษตรกรยังคงประสบปัญหาทางด้านการยศาสตร์ในขั้นตอนการนวดยางแผ่น ในการศึกษาครั้งนี้เริ่มจากการตรวจสอบและประเมินภาวะทางด้านการยศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้วิธีการ RULA และวิธีการ REBA ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RULA พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 7 ซึ่งหมายถึงว่ามีปัญหาทางกายศาสตร์ต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานโดยทันที ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ REBA ซึ่งพบว่ามีคะแนนเท่ากับ 11 ซึ่งหมายถึงการทำงานที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งต้องการการตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที จากนั้นนำเครื่องนวดยางแผ่นที่ได้ออกแบบสร้างไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเพื่อตรวจสอบและประเมินภาวะทางด้านการยศาสตร์อีกครั้ง ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RULA พบว่ามีคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 3 โดยสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ REBA ซึ่งพบว่ามีคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 4 จากผลคะแนนสรุปได้ว่าปัญหาทางด้านการยศาสตร์ของเกษตรกรลดลงจากการออกแบบและสร้างเครื่องนวดยางแผ่น

ปัญหาทางด้านการยศาสตร์จะมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานในทุกกิจกรรมไม่ว่าจะเป็นภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อพนักงานโดยตรงทำให้เกิดโรคที่เกิดจากการทำงาน ซึ่งการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงานจึงต้องอาศัยหลักการทางด้านการยศาสตร์เข้ามาช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงในด้านต่างๆ ให้ลดลง ดังที่ นิวิธ เจริญใจ และคณะ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีทางกายศาสตร์ในโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ 1.เพื่อศึกษาท่าทางการทำงานของแรงงานไทย ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม 2.เพื่อตรวจสอบว่าวิธีการประเมินท่าทางในการทำงานโดยวิธี OWAS, RULA และ Strain Index สามารถใช้ได้กับแรงงานไทยหรือไม่ 3.เพื่อประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม และเสนอแนวทางการแก้ไข 4.เพื่อตรวจสอบว่าผลการประเมินท่าทางในการทำงานโดยวิธี Posture Analysis และ Strain Index ให้ผลสอดคล้องกันหรือแย้งกันอย่างไร ซึ่งพบว่า ผลจากการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี วิธี OWAS, RULA และ Strain Index มีความสอดคล้องกัน และจากการประเมินท่าทางการทำงาน พบว่า โรงงานเซรามิก โรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ โรงงานทำอิฐ มีท่าทางการทำงานส่วนใหญ่มีความเสี่ยงสูงมาก ควรมีการดำเนินการแก้ไขวิธีการทำงานหรือปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานโดยเร็วที่สุด ส่วนโรงงานทำน้ำแข็งมีท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยงเช่นกัน แต่อยู่ในระดับรองลงมา ควรมีการดำเนินการแก้ไขวิธีการทำงานหรือปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานโดยเร็วในอนาคตอันใกล้ ซึ่งผลที่ได้เหล่านี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการค้นหาท่าทางการทำงานที่มีความเสี่ยง เพื่อทำการแก้ไข และปรับปรุงท่าทางการทำงานต่อไป นิธิดา จิรโชคนุเคราะห์ และยุทธชัย บันเทิงจิตร์ (2550) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบภาวะปวดหลังบริเวณกระเบนเหน็บของพนักงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระดับอาการปวดหลังอันเนื่องมาจากการทำงานของพนักงานในโรงงานย้อมผ้าสักตัวอย่าง ซึ่งพบว่า การปรับปรุงการทำงานโดยใช้โต๊ะปรับระดับและทำการ

ทดลอง 2 วิธี 1.ให้อาสาสมัครดึงม้วนผ้าออกจากพาเลตแทนการก้มยก 2.ให้อาสาสมัครดึงม้วนผ้าออกจากพาเลต และใช้แผ่นพลาสติกกรองระหว่างม้วนผ้า ผลการทดลองทำให้สัญญาณ EMG 58.2% และ 49.1% ตามลำดับ คำนวณค่า RULA ได้ค่าเฉลี่ย 6 ค่าแรงกดที่หมอนรองกระดูก L5/S1 มากที่สุด 3,748.8 N จากข้อมูลดังกล่าวสรุป ได้ว่าการเปลี่ยนแปลงท่าทางการทำงานใหม่และนำแผ่นพลาสติกมารองระหว่างม้วนผ้ามีผลทำให้ลดการบาดเจ็บ ของหลังส่วนล่างลงได้

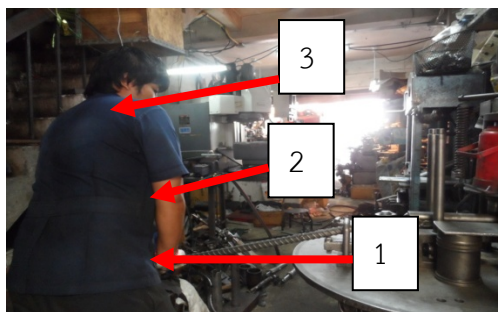
ดังนั้นจะพบว่าหลักการประเมินท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานสามารถนำมาใช้เพื่อค้นหาปัจจัยเสี่ยง ทางกายศาสตร์ได้ในหลายลักษณะงานซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้นำหลักการประเมินแบบ RULA มาประยุกต์ใช้ในการ ประเมินกิจกรรมการทำงานด้านการซ่อมชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงในกิจกรรมการ ทำงานสำหรับการปรับปรุงพัฒนาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินท่าทางการทำงานและชี้ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บอันเนื่องมาจากงานในแผนกตัดโซ้คแฟงคอค และแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว ร้านเล้งฮวดการช่าง
2. เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยลดการบาดเจ็บในแผนกตัดโซ้คแฟงคอคและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาวิธีขั้นตอนการทำงานแผนกตัดโซ้คแฟงคอค ก่อนปรับปรุง
- การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ดำเนินการโดยการถ่ายภาพ และบันทึกวิดีโอการปฏิบัติงานใน ขั้นตอนการทำงาน ของแผนกตัดโซ้คแฟงคอค เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน



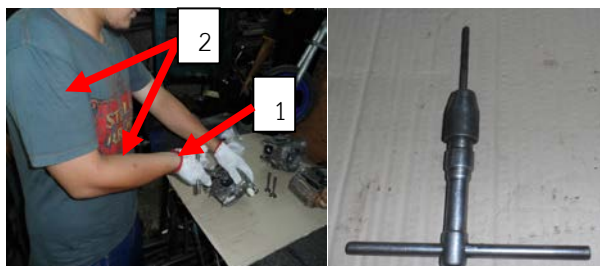
รูปที่ 1: การทำงานของแผนกตัดโซ้คแฟงคอค

จากรูปที่ 1 ตำแหน่งงานที่ 1 พนักงานจะใช้มือและข้อมือ ในการออกแรงเพื่อยึดน็อตเข้ากับแฟงคอคให้ แน่น ตำแหน่งงานที่ 2 พนักงานใช้ แขนส่วนล่าง แขนส่วนบนในการออกแรงกดเพื่อให้แฟงคอคได้ฉาก ตำแหน่งงาน ที่ 3 พนักงานใช้กล้ามเนื้อไหล่ในการออกแรงร่วมด้วยขณะทำงานอย่างมาก ซึ่งจากการทำงานของพนักงานแผนก ตัดโซ้คแฟงคอค เป็นการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเป็นอย่างมาก เนื่องจากการคลายน็อตออกและยึดน็อต กับแฟงคอคจะต้องใช้แรงมากเพื่อหมุนหลายรอบจนกว่าน็อตจะออกจากแฟงคอคหรือจนกว่าน็อตจะยึดแน่นกับ

แผงคอ ทำให้กล้ามเนื้อข้อมือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างและ แขนส่วนบน กล้ามเนื้อหัวไหล่ ได้รับการระงานแบบสถิติทำให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บขึ้นได้

2. การศึกษาวิธีขั้นตอนการทำงานแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว ก่อนปรับปรุง

การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้ดำเนินการโดยการถ่ายภาพ และบันทึกวิดีโอการปฏิบัติงานใน ขั้นตอนการทำงานของแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน



รูปที่ 2: การทำงานของแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว

จากรูปที่ 2 ตำแหน่งงานที่ 1 พนักงานจะใช้มือและข้อมือในการออกแรงเพื่อจับและหมุนบิดเครื่องมือ ในขณะที่งาน ตำแหน่งงานที่ 2 พนักงานใช้กล้ามเนื้อของแขนส่วนล่าง แขนส่วนบนเพื่อร่วมในการออกทำให้เกิดการหมุนบิดเครื่องมือในขณะที่งาน ซึ่งจากการทำงานของพนักงานแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว เป็นการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเป็นอย่างมาก เนื่องจากการหมุนบิดเครื่องมือจะต้องใช้แรงมากเพื่อหมุนอย่างต่อเนื่องทำให้กล้ามเนื้อข้อมือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่าง แขนส่วนบน ได้รับการระงานแบบสถิติทำให้เกิดความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บขึ้นได้

3. การประเมินดัชนีความไม่ปกติ (AI) แผนกตัดใช้แผงคอและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว ก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 1: สรุปดัชนีความไม่ปกติ (AI)

ลำดับ	รายการ	ค่าคะแนนจาก แผนกตัดใช้แผง คอ	ค่าคะแนนจากแผนก รีมเมอร์บูทวาล์ว
1	ความล้าโดยทั่วไป	5	9
2	ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ	5	8
3	ระดับความสนใจต่องานที่ทำ	7	7
4	ความซับซ้อนของงานที่ทำ	9	8
5	ความยากง่ายของงานที่ทำ	8	9
6	จังหวะของการทำงาน	8	8
7	ความรับผิดชอบในการทำงาน	8	8
8	ความอิสระในการทำงาน	1	2
ค่า AI		=4.375	AI=4.125

4. การคำนวณดัชนีความผิดปกติ (AI) แผนกตัดโซ้คแฟงคอและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว ก่อนปรับปรุง

$$\text{สูตรคำนวณ AI} = \frac{\sum [1,2,4,5,6,7] - \sum [3,8]}{8}$$

$$\text{แผนกตัดโซ้คแฟงคอ AI} = \frac{[5+5+9+8+8+8]-[7+1]}{8} = 4.375$$

$$\text{แผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว AI} = \frac{[9+8+8+9+8+8]-[7+2]}{8} = 4.125$$

5. การประเมินด้วยวิธี RULA ก่อนปรับปรุง

RULA Employee Assessment Worksheet Based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, MacKenzie & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

1. 0° = 0
2. 15° = 1
3. 30° = 2
4. 45° = 3
5. 60° = 4
6. 75° = 5
7. 90° = 6
8. 105° = 7
9. 120° = 8
10. 135° = 9
11. 150° = 10
12. 165° = 11
13. 180° = 12

Step 2: Locate Lower Arm Position:

1. 0° = 0
2. 15° = 1
3. 30° = 2
4. 45° = 3
5. 60° = 4
6. 75° = 5
7. 90° = 6
8. 105° = 7
9. 120° = 8
10. 135° = 9
11. 150° = 10
12. 165° = 11
13. 180° = 12

Step 3: Locate Wrist Position:

1. 0° = 0
2. 15° = 1
3. 30° = 2
4. 45° = 3
5. 60° = 4
6. 75° = 5
7. 90° = 6
8. 105° = 7
9. 120° = 8
10. 135° = 9
11. 150° = 10
12. 165° = 11
13. 180° = 12

Step 4: Wrist Twisting:

1. 0° = 0
2. 15° = 1
3. 30° = 2
4. 45° = 3
5. 60° = 4
6. 75° = 5
7. 90° = 6
8. 105° = 7
9. 120° = 8
10. 135° = 9
11. 150° = 10
12. 165° = 11
13. 180° = 12

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:

Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

Step 6: Add Muscle Use Score:

If posture mainly static (i.e. held >10 minutes), add +1.
If action repeated or cyclic >5% per minute, add +2.

Step 7: Add Force/Load Score:

If load < 4.4 lbs (20N), add +0.
If load 4.4 to 22 lbs (20N to 100N), add +1.
If load 22 to 33 lbs (100N to 150N), add +2.
If more than 33 lbs or repeated or shocks, add +3.

Step 8: Find Row in Table C:

Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

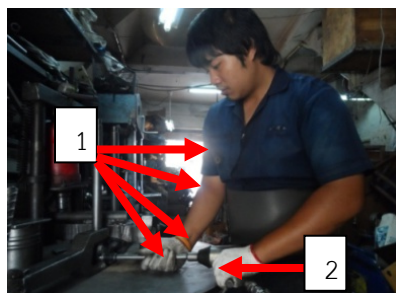
Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist	Twisting	Score
1	1	1	1	1
1	1	2	1	2
1	1	3	1	3
1	1	4	1	4
1	1	5	1	5
1	1	6	1	6
1	1	7	1	7
1	1	8	1	8
1	1	9	1	9
1	1	10	1	10
1	1	11	1	11
1	1	12	1	12
1	2	1	1	2
1	2	2	1	3
1	2	3	1	4
1	2	4	1	5
1	2	5	1	6
1	2	6	1	7
1	2	7	1	8
1	2	8	1	9
1	2	9	1	10
1	2	10	1	11
1	2	11	1	12
1	2	12	1	13
1	3	1	1	3
1	3	2	1	4
1	3	3	1	5
1	3	4	1	6
1	3	5	1	7
1	3	6	1	8
1	3	7	1	9
1	3	8	1	10
1	3	9	1	11
1	3	10	1	12
1	3	11	1	13
1	3	12	1	14
1	4	1	1	4
1	4	2	1	5
1	4	3	1	6
1	4	4	1	7
1	4	5	1	8
1	4	6	1	9
1	4	7	1	10
1	4	8	1	11
1	4	9	1	12
1	4	10	1	13
1	4	11	1	14
1	4	12	1	15
1	5	1	1	5
1	5	2	1	6
1	5	3	1	7
1	5	4	1	8
1	5	5	1	9
1	5	6	1	10
1	5	7	1	11
1	5	8	1	12
1	5	9	1	13
1	5	10	1	14
1	5	11	1	15
1	5	12	1	16
1	6	1	1	6
1	6	2	1	7
1	6	3	1	8
1	6	4	1	9
1	6	5	1	10
1	6	6	1	11
1	6	7	1	12
1	6	8	1	13
1	6	9	1	14
1	6	10	1	15
1	6	11	1	16
1	6	12	1	17
1	7	1	1	7
1	7	2	1	8
1	7	3	1	9
1	7	4	1	10
1	7	5	1	11
1	7	6	1	12
1	7	7	1	13
1	7	8	1	14
1	7	9	1	15
1	7	10	1	16
1	7	11	1	17
1	7	12	1	18
1	8	1	1	8
1	8	2	1	9
1	8	3	1	10
1	8	4	1	11
1	8	5	1	12
1	8	6	1	13
1	8	7	1	14
1	8	8	1	15
1	8	9	1	16
1	8	10	1	17
1	8	11	1	18
1	8	12	1	19
1	9	1	1	9
1	9	2	1	10
1	9	3	1	11
1	9	4	1	12
1	9	5	1	13
1	9	6	1	14
1	9	7	1	15
1	9	8	1	16
1	9	9	1	17
1	9	10	1	18
1	9	11	1	19
1	9	12	1	20
1	10	1	1	10
1	10	2	1	11
1	10	3	1	12
1	10	4	1	13
1	10	5	1	14
1	10	6	1	15
1	10	7	1	16
1	10	8	1	17
1	10	9	1	18
1	10	10	1	19
1	10	11	1	20
1	10	12	1	21
1	11	1	1	11
1	11	2	1	12
1	11	3	1	13
1	11	4	1	14
1	11	5	1	15
1	11	6	1	16
1	11	7	1	17
1	11	8	1	18
1	11	9	1	19
1	11	10	1	20
1	11	11	1	21
1	11	12	1	22
1	12	1	1	12
1	12	2	1	13
1	12	3	1	14
1	12	4	1	15
1	12	5	1	16
1	12	6	1	17
1	12	7	1	18
1	12	8	1	19
1	12	9	1	20
1	12	10	1	21
1	12	11	1	22
1	12	12	1	23
2	1	1	2	2
2	1	2	2	3
2	1	3	2	4
2	1	4	2	5
2	1	5	2	6
2	1	6	2	7
2	1	7	2	8
2	1	8	2	9
2	1	9	2	10
2	1	10	2	11
2	1	11	2	12
2	1	12	2	13
2	2	1	2	3
2	2	2	2	4
2	2	3	2	5
2	2	4	2	6
2	2	5	2	7
2	2	6	2	8
2	2	7	2	9
2	2	8	2	10
2	2	9	2	11
2	2	10	2	12
2	2	11	2	13
2	2	12	2	14
2	3	1	2	4
2	3	2	2	5
2	3	3	2	6
2	3	4	2	7
2	3	5	2	8
2	3	6	2	9
2	3	7	2	10
2	3	8	2	11
2	3	9	2	12
2	3	10	2	13
2	3	11	2	14
2	3	12	2	15
2	4	1	2	5
2	4	2	2	6
2	4	3	2	7
2	4	4	2	8
2	4	5	2	9
2	4	6	2	10
2	4	7	2	11
2	4	8	2	12
2	4	9	2	13
2	4	10	2	14
2	4	11	2	15
2	4	12	2	16
2	5	1	2	6
2	5	2	2	7
2	5	3	2	8
2	5	4	2	9
2	5	5	2	10
2	5	6	2	11
2	5	7	2	12
2	5	8	2	13
2	5	9	2	14
2	5	10	2	15
2	5	11	2	16
2	5	12	2	17
2	6	1	2	7
2	6	2	2	8
2	6	3	2	9
2	6	4	2	10
2	6	5	2	11
2	6	6	2	12
2	6	7	2	13
2	6	8	2	14
2	6	9	2	15
2	6	10	2	16
2	6	11	2	17
2	6	12	2	18
2	7	1	2	8
2	7	2	2	9
2	7	3	2	10
2	7	4	2	11
2	7	5	2	12
2	7	6	2	13
2	7	7	2	14
2	7	8	2	15
2	7	9	2	16
2	7	10	2	17
2	7	11	2	18
2	7	12	2	19
2	8	1	2	9
2	8	2	2	10
2	8	3	2	11
2	8	4	2	12
2	8	5	2	13
2	8	6	2	14
2	8	7	2	15
2	8	8	2	16
2	8	9	2	17
2	8	10	2	18
2	8	11	2	19
2	8	12	2	20
2	9	1	2	10
2	9	2	2	11
2	9	3	2	12
2	9	4	2	13
2	9	5	2	14
2	9	6	2	15
2	9	7	2	16
2	9	8	2	17
2	9	9	2	18
2	9	10	2	19
2	9			

ตารางที่ 2: สรุปคะแนนการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA

ขั้นตอน	รายการ	แผนกตัด โซ้คแผงคอ		แผนกรีมเมอร์ บูทวาล์ว	
		L	R	L	R
1	การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน	4	4	1	3
2	การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง	3	3	1	2
3	การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ	4	4	1	4
4	การประเมินการบิดข้อมือ	1	1	1	2
5	สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1-4	6	6	1	5
6	ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อใน การทำงาน	2		2	
7	ประเมินภาระงานที่ทำ	2		2	
8	สรุปผลคะแนนขั้นตอนที่ 5-7	10		7	
9	การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและ คอ	2		2	
10	การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว	1		1	
11	การประเมินท่าทางของขาและเท้า	1		1	
12	สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นที่ 9- 11	2		2	
13	ประเมินระดับแรงการใช้กล้ามเนื้อ	1		1	
14	ประเมินระดับภาระงานจากน้ำหนัก ของหรือแรงที่ใช้	2		2	
15	สรุปผลรวมขั้นตอนที่ 12-14	5		5	
16	สรุปผลระดับคะแนนของ RULA	7		7	

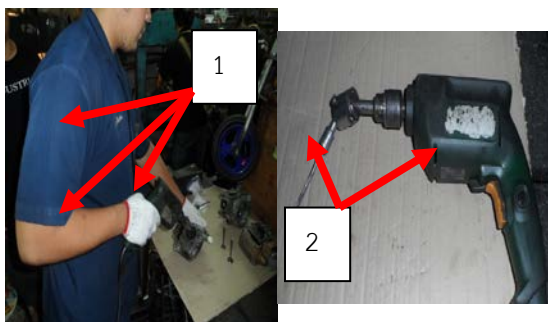
- สรุปคะแนนประเมินด้วยวิธี RULA ของแผนกตัดโซ้คแผงคอและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว พบว่า อยู่ระดับ
4: คะแนนอยู่ที่ 7 ขึ้นไปงานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที
6. การศึกษาวิธีขั้นตอนการทำงานแผนกตัดโซ้คแผงคอ หลังปรับปรุง



รูปที่ 3: การทำงานของแผนกตัดโซ้คแผงคอ

จากรูปที่ 3 หลังจากที่ได้ทราบระดับคะแนนจากการประเมินด้วยวิธี RULA แล้วผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงการทำงานของพนักงานแผนกตัดใช้คัมโปตำแหน่งที่ 1 ปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานทำให้สามารถลดภาระงานแบบสถิตของกล้ามเนื้อและข้อมือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างและแขนส่วนบน กล้ามเนื้อหัวไหล่ ตำแหน่งที่ 2 ประยุกต์ใช้ปืนลมมาช่วยในขณะปฏิบัติงานแทนการใช้ประแจแบบเดิม

7. การศึกษาวิธีขั้นตอนการทำงานแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว หลังปรับปรุง



รูปที่ 4: การทำงานของแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว

จากรูปที่ 4 หลังจากที่ได้ทราบระดับคะแนนจากการประเมินด้วยวิธี RULA แล้วผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงการทำงานของพนักงานแผนกรีมเมอร์บูทวาล์วตำแหน่งที่ 1 ปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานทำให้สามารถลดภาระงานแบบสถิตของกล้ามเนื้อและข้อมือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างและแขนส่วนบน กล้ามเนื้อหัวไหล่ ตำแหน่งที่ 2 ประยุกต์ใช้ส่วนมือไฟฟ้ามาช่วยในขณะปฏิบัติงานแทนการใช้เครื่องมือแบบเดิม

8. การประเมินดัชนีความไม่ปกติ (AI) แผนกตัดใช้คัมโปและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว หลังปรับปรุง

ตารางที่ 3: สรุปดัชนีความไม่ปกติ (AI)

ลำดับ	รายการ	ค่าคะแนนจาก แผนกตัดใช้คัมโป	ค่าคะแนนจากแผนก รีมเมอร์บูทวาล์ว
1	ความล้าโดยทั่วไป	1	1
2	ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ	1	1
3	ระดับความสนใจต่องานที่ทำ	7	7
4	ความซับซ้อนของงานที่ทำ	1	1
5	ความยากง่ายของงานที่ทำ	2	2
6	จังหวะของการทำงาน	1	1
7	ความรับผิดชอบในการทำงาน	8	8
8	ความอิสระในการทำงาน	2	2
ค่า AI		AI =0.625	AI=0.625

9. การคำนวณดัชนีความผิดปกติ (AI) แผนกตัดใช้คแฟงคอและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว หลังปรับปรุง

สูตรคำนวณ

$$AI = \frac{\sum [1,2,4,5,6,7] - \sum [3,8]}{8}$$

แผนกตัดใช้คแฟงคอ $AI = \frac{[1+1+1+2+1+8]-[7+2]}{8} = 0.625$

แผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว $AI = \frac{[1+1+1+2+1+8]-[7+2]}{8} = 0.625$

10. การประเมินด้วยวิธี RULA หลังปรับปรุง

ตารางที่ 4: สรุปคะแนนการประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี RULA

ขั้นตอน	รายการ	แผนกตัดใช้คแฟงคอ		แผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว	
		L	R	L	R
1	การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน	1	1	1	1
2	การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง	1	1	1	1
3	การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ	1	1	1	1
4	การประเมินการบิดข้อมือ	1	1	1	1
5	สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1-4	1	1	1	1
6	ประเมินระดับการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงาน	1		1	
7	ประเมินภาระงานที่ทำ	0		0	
8	สรุปผลคะแนนขั้นตอนที่ 5-7	2		2	
9	การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ	1		1	
10	การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว	1		1	
11	การประเมินท่าทางของขาและเท้า	1		1	
12	สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นที่ 9-11	1		2	
13	ประเมินระดับแรงการใช้กล้ามเนื้อ	1		1	

14	ประเมินระดับภาระงานจากน้ำหนัก ของหรือแรงที่ใช้	0	0
15	สรุปผลรวมขั้นตอนที่ 12-14	2	2
16	สรุปผลระดับคะแนนของ RULA	2	2

สรุปคะแนนประเมินด้วยวิธี RULA ของแผนกตัดใช้คัมโปและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว พบว่า อยู่ระดับ :
1 คะแนนอยู่ที่ 1-2 คะแนน หมายถึง งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงาน
ดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการเปรียบเทียบการประเมินด้วย (RULA) ก่อนปรับปรุง แผนกตัดใช้คัมโป อยู่ระดับ : 4 คะแนนอยู่ที่ 7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที หลังปรับปรุงอยู่ระดับ : 1 คะแนนอยู่ที่ 1-2 คะแนน หมายถึง งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม ในส่วนแผนกรีมเมอร์บูทวาล์ว อยู่ระดับ : 4 คะแนนอยู่ที่ 7 คะแนนขึ้นไป หมายถึง งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องปรับปรุงโดยทันที หลังการปรับปรุง อยู่ระดับ : 1 คะแนนอยู่ที่ 1-2 คะแนน งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าว ซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม ซึ่งมีความสอดคล้องกับวีรชัย มัฏฐารักษ์ (2554) ได้ศึกษาประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น กรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างหมู่ที่ 9 ตำบลโคกม่วง อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง ซึ่งพบว่าเกษตรกรยังคงประสบปัญหาทางด้านการยศาสตร์ในขั้นตอนการนวดยางแผ่น ในการศึกษาครั้งนี้เริ่มจากการตรวจสอบและประเมินภาวะทางการยศาสตร์เบื้องต้นโดยใช้วิธีการ RULA และวิธีการ REBA ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RULA พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 7 ซึ่งหมายความว่า มีปัญหาทางการยศาสตร์ต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานโดยทันที ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ REBA ซึ่งพบว่ามีคะแนนเท่ากับ 11 ซึ่งหมายถึงการทำงานที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งต้องการการตรวจสอบและปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที จากนั้นนำเครื่องนวดยางแผ่นที่ได้ออกแบบสร้างไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเพื่อตรวจสอบและประเมินภาวะทางการยศาสตร์อีกครั้ง ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RULA พบว่ามีคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 3 โดยสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ REBA ซึ่งพบว่ามีคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 4 จากผลคะแนนสรุปได้ว่าปัญหาทางด้านการยศาสตร์ของเกษตรกรลดลงจากการออกแบบและสร้างเครื่องนวดยางแผ่น

สรุป

หลังจากที่มีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานทำให้ส่งผลโดยตรงต่อท่าทางการทำงานที่เปลี่ยนไปทำให้มีผลต่อการประเมินด้วย (RULA) ของแผนกตัดใช้คัมโปและแผนกรีมเมอร์บูทวาล์วจะพบว่าคะแนนการประเมินด้วย RULA ขั้นตอน 1-5 ก่อนปรับปรุงจะมีค่าที่สูงมากกว่า 1 คะแนน และหลังปรับปรุงได้มีการนำเครื่องมือมาประยุกต์ใช้งานทำให้สามารถลดปัจจัยเสี่ยงในด้านการงานแบบสถิติของกล้ามเนื้อและข้อมือ กล้ามเนื้อแขนส่วนล่างและ แขนส่วนบน กล้ามเนื้อหัวไหล่ ผลคะแนนจะมีค่าไม่เกินกว่า 1 คะแนน ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงว่า

การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานทำให้ส่งผลโดยตรงต่อท่าทางการทำงานที่เปลี่ยนไปทำให้มีลดปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากทำงานได้ในอนาคต

ขั้นตอน 6-11 ก่อนปรับปรุงจะมีค่าที่สูงมากกว่า 2 คะแนน และหลังปรับปรุงได้มีการนำเครื่องมือมาประยุกต์ใช้งานทำให้สามารถลดปัจจัยเสี่ยงในด้านลดภาระการใช้แรงกล้ามเนื้อในการทำงาน ท่าทางของศีรษะและคอมีความเหมาะสม ตำแหน่งของลำตัวท่าทางของขาและเท้ามีความเหมาะสม ผลคะแนนจะมีค่าไม่เกินกว่า 2 คะแนน ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงว่าการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานทำให้ส่งผลโดยตรงต่อท่าทางการทำงานที่เปลี่ยนไปทำให้มีลดปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากทำงานได้ในอนาคต

ขั้นตอน 12-15 ก่อนปรับปรุงจะมีค่าที่สูงมากกว่า 2 คะแนน และหลังปรับปรุงได้มีการนำเครื่องมือมาประยุกต์ใช้งานทำให้สามารถลดปัจจัยเสี่ยงในด้านระดับแรงการใช้กล้ามเนื้อเหมาะสม ระดับภาระงานจากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้มีความเหมาะสม ผลคะแนนจะมีค่าไม่เกินกว่า 2 คะแนน ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงว่าการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานทำให้ส่งผลโดยตรงต่อท่าทางการทำงานที่เปลี่ยนไปทำให้มีลดปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากทำงานได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ อินทรานนท์. (2553). *การยศาสตร์ Ergonomics*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จรัณ ภาสุระ. (2540). *เออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- จเร เลิศสุตวิชัย. (2556). *ประเมินความเสี่ยงด้านเออร์โกโนมิกส์แบบต่างๆ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2557, จาก
เว็บไซต์: <http://www.cpe.ku.ac.th/~jan>
- นิธิดา จิรโชคนุเคราะห์ และยุทธชัย บันเทิงจิตร์. (2550). การศึกษาและเปรียบเทียบภาวะปวดหลังบริเวณกระเบน
เหน็บของพนักงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม. *การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม*.
24-26 ตุลาคม 2550 Royal Phuket City จังหวัดภูเก็ต.
- นิวิธ เจริญใจ และคณะ. (2550). การประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีทางกายศาสตร์ในโรงงานอุตสาหกรรม.
การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม. 24-26 ตุลาคม 2550 Royal Phuket City จังหวัด
ภูเก็ต.
- ประจวบ กล่อมจิตร์. (2556). *การประเมินท่าทางโดย OWAS (The Ovako Working Posture Analysis System) และ RULA (Rapid Upper Limb Assessment)*. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2557, จาก
เว็บไซต์: <http://www.3.eng.su.ac.th/~prachuab/>
- ปิติ พูนไชยศรี (2551). *หน่วยที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการยศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชาการยศาสตร์ หน่วยที่ 1-5*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วีรชัย มัญญารักษ์. (2554). การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่นด้วย
แรงงานคนและเครื่องนวดยางแผ่น. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*. (4). 16–29.

การประยุกต์ใช้โปรแกรม R ในการวิเคราะห์เหมืองข้อความจากความคิดเห็นผู้ใช้ทีวีดิจิตอลบนเว็บไซต์พันทิป

APPLYING PROGRAM R TO ANALYZE TEXT REGARDING USER OPINIONS ABOUT DIGITAL TV ON THE PANTIP.COM WEBSITE

นายบุญชัย เอื้ออรุณกิจ
Mr.Boonchai Oua-arunkij

นักศึกษานิเทศศาสตร์
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม
Email: m982199@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Text mining ด้วยโปรแกรม R โดยนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ใช้ทีวีดิจิตอลบนเว็บไซต์พันทิป โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อความกระทู้จากเว็บไซต์พันทิปในหัวข้อทีวีดิจิตอลระหว่าง 1 มีนาคม - 1 พฤษภาคม 2557 จำนวน 900 ข้อความ ด้วยการวิเคราะห์ความถี่ของคำและการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของคำด้วยกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อย และการวิเคราะห์จากกราฟ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีจำนวนคำใน Corpus ทั้งหมด 33,777 คำ และ documents 900 ข้อความ ความถี่มากที่สุดเท่ากับ 5 ครั้ง มีการกระจายคำทั้งหมดเท่ากับ 99% คำที่ยาวที่สุดมี 16 คำ ข้อมูลจากการวิเคราะห์จะเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจของผู้ใช้ทีวีดิจิตอลในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: โปรแกรม R เหมืองข้อความ ทีวีดิจิตอล

ABSTRACT

This research aims to study the method of analyzing text mining data by Program R by applying it to an analysis of user opinions regarding digital TV on the Pantip.com website. As data, 900 messages were collected from Pantip.com on the topic of digital TV during 1 March -1 May 2014. The data were analyzed by word frequency, the relationship between pair words often used together and also graph analyzing. There was a total of 33,777 words in the corpus, the frequency was 5 times and the word distribution was 99 %. The longest message consisted of 16 words. The data analyzed can be used for decision-making by digital TV customers in the future.

Keywords: Program R, Text mining, digital TV

บทนำ

เทคโนโลยีด้านต่างๆ ปัจจุบันมีการพัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านเทคโนโลยีของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ (Computer Technology) ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดความพยายามในการนำเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ มากมาย รวมทั้งนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างแม่นยำ

การทำเหมืองข้อความ เป็นเทคนิคการค้นหาคำความรู้ใหม่จากข้อมูลประเภทข้อความที่มีอยู่หลากหลายช่องทาง เช่น Facebook Twitter e-mail และข้อความกระตุต่างๆ เป็นต้น เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อความมหาศาลจากแหล่งต่างๆ และข้อความนั้นจะต้องตรงตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ในนำข้อมูลใช้ประโยชน์ต่อไป เพื่อใช้ในการหาค่าต่างๆ ได้ โดยการสกัดคำ คำนารูปแบบและการหาค่าความสัมพันธ์ของคำ เพื่อให้เกิดความหมายของคำและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยสถาปัตยกรรมระบบของเหมืองข้อความมีความคล้ายคลึงกับสถาปัตยกรรมระบบในการค้นหาคำความรู้ในฐานข้อมูลประเภทข้อความ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ขั้นตอนการค้นหาคำความสัมพันธ์ และขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์ที่ชัดเจน ส่วนประโยชน์ของการทำเหมืองข้อความนั้น โดยอาศัยการเรียนรู้ของโปรแกรม R และหลักสถิติในการวิเคราะห์ค่าจากการประมวลผล และขณะนี้ได้มีการพัฒนาเหมืองข้อความขึ้นเป็นเหมืองข้อความแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นการผสานเทคนิคของการสืบค้นข้อมูลเข้ากับการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing ย่อว่า NLP) คือ เป็นสาขาย่อยของปัญญาประดิษฐ์และภาษาศาสตร์ที่ศึกษาปัญหาในการประมวลผลและใช้งานภาษาธรรมชาติ รวมทั้งการทำความเข้าใจภาษาธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจภาษามนุษย์ได้ ทำให้สามารถสรุปความคิดเห็นที่หลากหลายบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ให้สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้กระทำในหัวข้อการใช้ชีวิตดิจิทัล เพื่อนำความคิดเห็นเหล่านี้ไปวิเคราะห์ผลและหาค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการสรุปความคิดเห็นของผู้ใช้ที่วิตติจิตอลว่าต้องการการปรับปรุงหรือแก้ไขของสัญญาณหรือไม่ เพื่อให้มีความสอดคล้องกับผู้ใช้ที่วิตติจิตอลให้มีระบบที่พัฒนาขึ้นในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Text mining ด้วย โปรแกรม R เพื่อนำหลักการของ Text mining มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ความคิดเห็นผู้ใช้ที่วิตติจิตอลบนเว็บไซต์พันทิป

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการทำงานของโปรแกรม R

หลักการทำงานของโปรแกรม คือ สิ่งที่ส่งเข้าโปรแกรม R (arguments) อาจจะเป็นวัตถุ (objects) ได้แก่ ชุดข้อมูล สูตร รูปแบบการดำเนินการ (expressions) หรืออื่นๆ ซึ่งการที่จะสั่งให้โปรแกรม R ทำอะไรก็ต้องรู้วิธีเขียนคำสั่งเป็นฟังก์ชัน (function) ถ้าเป็นรูปแบบมาตรฐานก็จะเป็นฟังก์ชันแบบ default argument แต่ถ้าต้องการปรับแต่งฟังก์ชันตามความต้องการเองก็ต้องรู้จักการระบุทางเลือก (Options) เมื่อทุกอย่างลงตัวกด Enter แล้วผลลัพธ์ (result) ก็จะแสดงออกมา (อมรเทพ ทองชีว, 2555: 23)

2. โปรแกรมตัดคำ LexTo (Thai Lexeme Tokenizer)

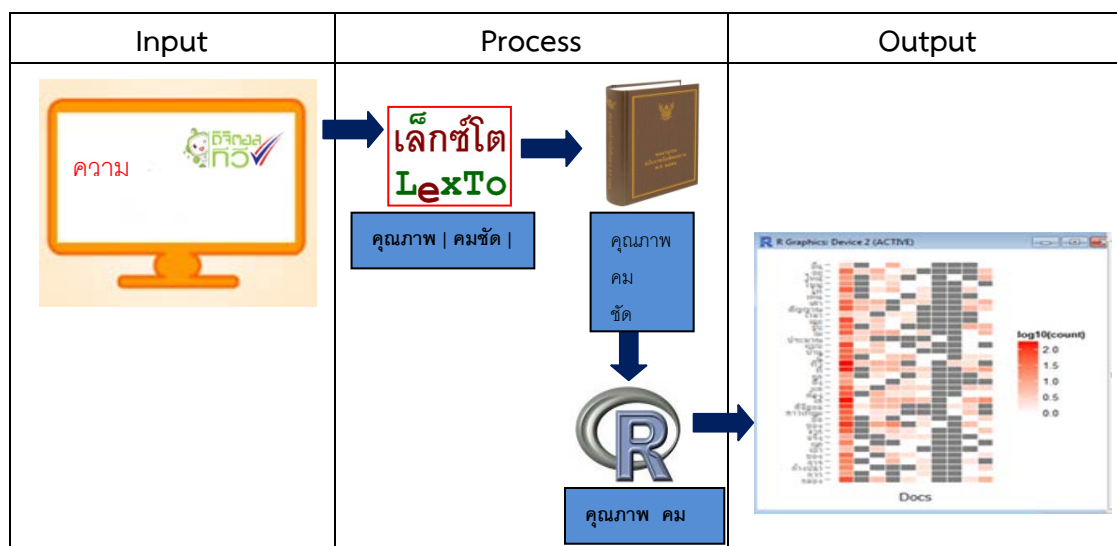
โปรแกรมตัดคำเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแบ่งคำภาษาไทยที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา (Java) และมีการกระจายในรูปแบบของโอเพนซอร์ส ซึ่งมีต้นแบบมาจาก Lexitron เพื่อนำมาใช้ใน การตัดแบ่งคำภาษาไทย โดยเฉพาะโดย LexTo ใช้เทคนิคการแบ่งคำแบบคำที่รู้จักที่ยาวที่สุด (Longest Matching) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าวิธีแบ่งคำแบบฐานตามพจนานุกรม (Dictionary-based) ซึ่งเป็นเทคนิคการแบ่งคำโดยเลือกคำที่ยาวที่สุดออกมาจากพจนานุกรม (ชูพันธ์ รัตนโกศา และเมธาวี สุทธิกุล, 2514: 110)

3. หลักการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อความ (text mining) หรืออาจจะเรียกว่า "การค้นหาคำความรู้ในฐานข้อมูลเอกสาร" (Knowledge Discovery in Document Databases) เป็นเทคนิคเพื่อค้นหารูปแบบ (pattern) จากข้อความจำนวนมากโดยอัตโนมัติ โดยใช้ขั้นตอนวิธีทางสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง และการรู้แบบจำ หรือในอีกนัยหนึ่ง การทำเหมืองข้อความ คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อความ (โดยส่วนใหญ่จะมีจำนวนมาก) เพื่อค้นหา รูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อความนั้น โดยอาศัยหลักสถิติ การรู้จำ การเรียนรู้ของเครื่อง หลักคณิตศาสตร์ หลักการประมวลเอกสาร (Document Processing) หลักการประมวลผลข้อความ (Text Processing) และหลักการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) (วิกิพีเดีย, 2557. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2557, จากเว็บไซต์: <http://th.wikipedia.org/wiki/>)

การดำเนินการวิจัย

การศึกษการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษการทำให้วิเคราะห์เหมืองข้อมูลจากข้อความกระทำจากเว็บไซต์พันทิปในหัวข้อที่วิดิจิตอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำหลักการของ Text mining มาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ความคิดเห็นผู้ใช้ที่วิดิจิตอลบนเว็บไซต์พันทิป โดยมีกระบวนการของโครงการสร้างของระบบจากรูปที่ 1



รูปที่ 1: โครงสร้างของระบบ

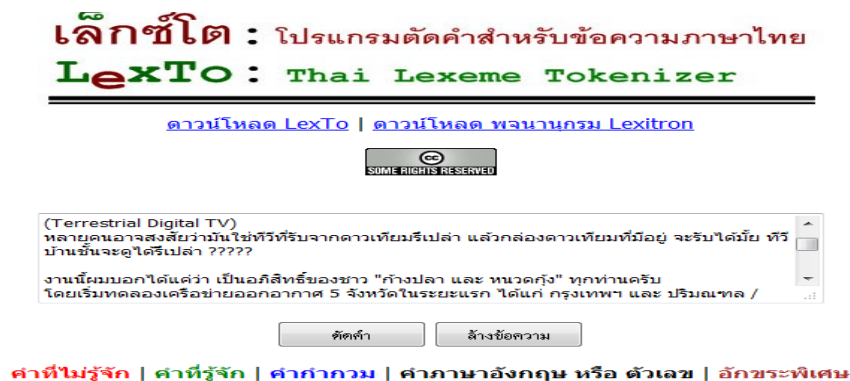
ขั้นตอนจากรูปที่ 1 การทำให้วิเคราะห์เหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม R โดยมีกระบวนการทำงาน ดังนี้

1. ความคิดเห็นที่วีดิจิตอลจากกระทู้ในเว็บไซต์พันทิปหัวข้อที่วีดิจิตอล (<http://pantip.com/topic/31856576>) โดยการจัดเรียงข้อมูลเป็นแฟ้มข้อมูล ดังนี้

ID	วันเดือนปี	เวลา	ชื่อผู้กระทู้	เรื่องที่กระทู้
1	1 มี.ค. 57	21:22	FSX_1997	เยี่ยมครับ เยี่ยม ข้อมูลดีๆ ได้สาระเข้าใจง่าย (กระทู้ผมเข้าใจยากไปนิดเนอะ คนอื่นทำกระทู้เข้าใจกว่าผมเขียนอีก)* ช่องทีวีดิจิตอลที่จะขึ้นดาวเทียม มี 36ช่องนะครับ ช่องท้องถิ่น12ช่อง ไม่ได้ไปด้วย (ช่องท้องถิ่นอีกนานครับ กว่าจะมา ไม่ต้องคิดมาก) ตามกำหนด กสทช. ให้ยิงสัญญาณไปดาวเทียม วันที่ 1 พ.ค. แต่ช่องไหนอยากยิงสัญญาณก่อนก็สามารถทำได้ *อยากดูละคร รายการ แบบ HD แล้ววู้!
2	1 มี.ค. 57	21:29	chiji09	ส่วนการส่งสัญญาณทางภาคพื้น ของ ระบบทีวีดิจิตอล มันส่งสัญญาณเป็น ดิจิตอล (0กับ1) มาเข้ากล่อง set top box หรือตัว จูนเนอร์ดิจิตอลในทีวี เพื่อแปลงสัญญาณ ดิจิตอล (0กับ1) เป็นสัญญาณอนาล็อก (ภาพและเสียง) แสดงผลทางหน้าจอ ไม่ใช่หรือครับ จำได้ว่าเคยอ่านผ่านๆ ตาจากที่อื่นมาแบบนี้
3	1 มี.ค. 57	21:59	เยอะเยอะ ตา แป๊ะไก่	สอบถามหน่อยครับ ผมซื้อสาย RG6 มาเสียบทีวี กับเคเบิลห่อ แต่มันมีสกรูตรงท้าย เต็มๆ อยู่หัว / อัปเดตเพิ่มเติม 3 เมษายน 2557 ตามไปอ่าน DigitalTV101

2. การตัดคำภาษาไทย เนื่องจากภาษาไทยมีรูปการเขียนและไวยากรณ์ต่างจากภาษาอังกฤษ ผู้ศึกษาจึงใช้โปรแกรมตัดคำ LexTo (2557, จากเว็บไซต์: <http://www.sansarn.com/lexto/>) เป็นคำๆ ให้เหมาะสมกับการทำเหมืองข้อความ (Text mining) โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ข้อความที่เก็บจากกระทู้ในเว็บไซต์พันทิปหัวข้อที่วีดิจิตอล (<http://pantip.com/topic/31856576>)
ก๊อปปี้ข้อความมาวางในโปรแกรมตัดคำแล้วกดตัดคำ



รูปที่ 2: การนำข้อความลงโปรแกรมตัดคำ

- กัดตัดคำเรียบร้อยแล้ว จะแยกคำออกเป็นคำๆ ดังนี้

[illegible]

รูปที่ 3: ผลจากการตัดคำ

3. การบรรณาธิการข้อมูล

เนื่องจากโปรแกรมตัดคำ LexTo อาจทำให้ความหมายของคำเปลี่ยนแปลงไปจึงจำเป็นต้องใช้เทียบคำกับพจนานุกรม เพื่อให้มีความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล เช่น คำที่ไม่มีในพจนานุกรมก็อาจเกิดการผิดพลาดในการตัดคำได้ หรือคำที่ตัดด้วยโปรแกรมตัดคำ ตัดแล้วความหมายอาจมีการเปลี่ยนแปลงบ้างในบางส่วนของข้อมูล เช่น ตื่นเต้น ตัดออกมาเป็น ตื่น เต้น ทำให้ความหมายเปลี่ยนแปลงไป ในขั้นตอนนี้ จึงมีความจำเป็นในการตรวจสอบเนื้อหาแล้วแก้ไขให้ถูกต้องตามคำในพจนานุกรม

4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R

การวิเคราะห์ข้อมูล Text Mining ด้วยโปรแกรม R เป็นการวิเคราะห์คำศัพท์ที่มีจำนวนความถี่และค่าของเปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ข้อความที่มีความสำคัญต่างๆ การจัดกลุ่มของข้อมูล (clustering) และการสร้างกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผล

ผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ Text mining มีดังนี้

1. การใช้คำสั่ง Term Document Matrix (txt.corpus) เป็นการเรียกใช้เพื่อ แปลง Corpus เป็นเมทริกซ์ข้อความ เพื่อใช้ในการประมวลผลของ Text Mining และสามารถค่าต่างๆ ได้ ดังนี้

- A term-document matrix (terms 3344, documents 900)
การอ่านค่าที่ได้ คือ มีจำนวนคำใน Corpus ทั้งหมด 3377 คำ และ documents 900 ข้อความ
- Non-/sparse esntries : 22427/2895173
คำที่ปรากฏน้อยที่สุดมี จำนวน 22,427 คำ และคำที่ปรากฏมากที่สุด มีจำนวน 2,985,173 คำ
- Sparsity : 99 %
มีการกระจายคำทั้งหมดเท่ากับ 99 %
- Maximal term length: 28
คำที่ยาวที่สุดมี 28 คำ

การตรวจสอบความถี่ข้อความ

```
> inspect(TDM[1:50,1:50])
```

ตรวจสอบ (TDM[1:50,1:50])

```
<<Term Document Matrix (terms: 50, documents: 50)>>
```

Term Document Matrix (เอกสาร: 50, เงื่อนไข: 50)>>

Non-/sparse entries: 19/2481

ค่าที่ปรากฏน้อยที่สุดมี จำนวน 19 ค่า และค่าที่ปรากฏมากที่สุด มีจำนวน 2,481 ค่า

Sparsity : 99%

มีการกระจายค่าทั้งหมดเท่ากับ 99 %

Maximal term length: 16

ค่าที่ยาวที่สุดมี 16 คำ

Weighting : term frequency (tf)

การถ่วง : ความถี่ยาว (tf)

Terms	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
หมวดกึ่ง	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
สัญญาณ	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
ใช้ได้ดี	4	0	1	0	1	0	1	2	0	1	2	1	0	0	1	2	0	0	0	0
กระตุก	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
กระจาย	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แย้	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
กดปุ่ม	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

การสร้างแมทริกซ์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขและเอกสารในแต่ละแถวอยู่ในตำแหน่งและคอลัมน์ใด สำหรับเอกสารและรายการของจำนวนค่าอยู่ในเอกสารนั้น เพื่อใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม R

2. การนับความถี่มากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป

ผลลัพธ์จากรันข้อมูลจะเห็นได้ว่าโปรแกรม R ได้อ่านค่าของแต่ละแถวว่ามีค่าใดที่ซ้ำกันมากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป โดยในแต่ละแถวดังนี้

```
> findFreqTerms (TDM,5) เป็นการดำเนินงานฟังก์ชัน R เพื่อให้ทำการนับความถี่ของข้อมูลที่เกิดขึ้นอย่างน้อย 5 ครั้งขึ้นไป
```

[6] "ก็มี" "กรณี" "กรรมการ" "กระจาย" "กระจายเสียง"
[11] "กระตุก" "กระตุ้น" "กระทบ" "กระทุ้ง" "กระแส"

[21]	"กลั้ว"	"กลาง"	"กลาย"	"กลายเป็น"	"กล่าว"
[26]	"กลุ่ม"	"กว่า"	"กสทช."	"ก่อน"	"ก่อนหน้านี้"
[111]	"ความคม"	"ความคิดเห็น"	"ความถี่"	"ความรู้"	"ความเห็น"
[131]	"คือ"	"คุณ"	"คุณภาพ"	"คุ้ม"	"คุ้มค่า"
[136]	"คุย"	"คู่"	"คู่ขนาน"	"คู่แข่ง"	"คูปอง"
[141]	"เคเบิล"	"เคเบิล"	"เคย"	"เครือข่าย"	"เครือข่าย"
[171]	"จานดาวเทียม"	"จ่าย"	"จำนวน"	"จีน"	"จึง"
[176]	"จุด"	"จน"	"จนเนอร์"	"เจอ"	"เจ้า"
[196]	"ชัด"	"ชัดเจน"	"ชั้น"	"ซ้ำ"	"ช่าง"
[241]	"ดาว"	"ดาวเทียม"	"ดำเนินการ"	"ดิจิทัล"	"ดิจิทัล"
[391]	"โทรคมนาคม"	"โทรทัศน์"	"โทษ"	"ไทย"	"ไทยคม"
[486]	"ปรับปรุง"	"ปรากฏ"	"ปล่อย"	"ปลัก"	"ก้างปลา"
[546]	"พิมพ์"	"พีทีวี"	"ฟัง"	"พื่น"	"พื่นที่"
[611]	"ไม่ชัด"	"ไม่ใช่"	"ไม่ดี"	"ไม่ได้"	"ไม่ต้อง"
[656]	"ร้อยละ"	"ระดับ"	"ระบบ"	"ระบบดิจิทัล"	"ระบุ"
[666]	"รัฐบาล"	"รับ"	"รับได้"	"รับฟัง"	"รับสัญญาณ"
[686]	"รุ่นเก่า"	"รุ่นใหม่"	"รู้"	"รูป"	"รูปแบบ"
[756]	"ส่งสัญญาณ"	"ส่งสัย"	"ส่งเสริม"	"สต็อกเกอร์"	"สตูดิโอ"
[791]	"สัญญาณ"	"สัดส่วน"	"สั้น"	"สับสน"	"สัมปทาน"
[796]	"สาธารณะ"	"สาม"	"สามารถ"	"สาย"	"สายอากาศ"
[826]	"เสาอากาศ"	"เสีย"	"เสียง"	"เสียงเบา"	"เสียตาย"
[836]	"หนด"	"หนดกึ่ง"	"น้อย"	"หนัก"	"หนัก"
[896]	"อนาคต"	"อนาคต"	"อนุญาต"	"อมยิ้ม"	"อย่า"

การนับความถี่มากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป โปรแกรม R จะอ่านค่าโดยการจัดเป็นกลุ่มคำว่ามีค่าอะไรบ้างที่มีซ้ำกัน
กันข้อความ ส่วนตัวเลขข้างหน้า หมายถึงข้อความคิดเห็น

3. สกัดเฉพาะคำที่มีความถี่สูงๆ ด้วย Sparse Terms

- ลบคำที่เบาบางจากแมทริกซ์เอกสารยาวหรือระยะเอกสาร

```
> TDM.common=removeSparseTerms(TDM,0.6)
```

```
> dim(TDM.common)
```

```
[1] 1 900
```

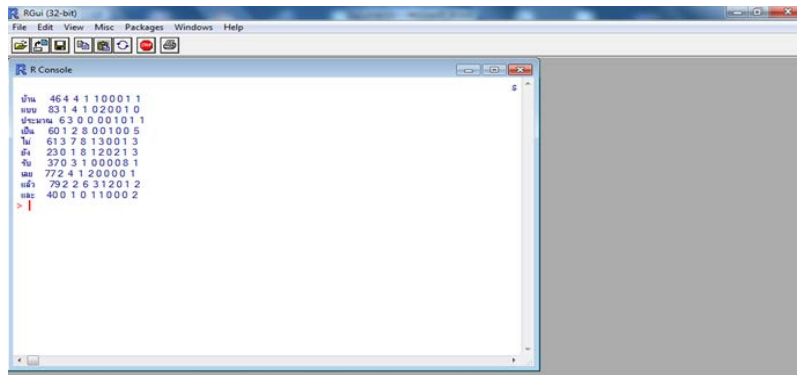
```
> dim(TDM)
```

```
[1] 3344 900
```

การลบคำที่อยู่ระหว่าง 0.6 เปอร์เซนต์ และจะทำการตรวจสอบคำที่อยู่ใน Document จำนวนทั้งหมด 1
คำใน 900 ข้อความ และการเปรียบเทียบกับก่อนใช้ Sparse Terms เท่ากับ 3,344 คำ ใน 900 ข้อความ

- ผลลัพธ์การลดค่าที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ

เป็นการนับค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด โดยการเรียงตามตัวอักษรใน 10 ข้อความ จะแสดงผลลัพธ์ ดังนี้



รูปที่ 4: การตรวจสอบค่าสูงสุด

4. การหาค่าความสัมพันธ์ของคำ

ในที่นี้ผู้วิจัยได้กำหนดการหาความสัมพันธ์โดยกำหนดค่าไว้ที่ 50% โดยมีการกำหนดไว้ 3 คำสำคัญ (key words) ที่มีความสัมพันธ์กับทีวีดิจิตอลไว้ 3 คำ คือ กสทช. ทีวี และจูน พบคำที่มีค่าความสัมพันธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 50% ดังต่อไปนี้

>findAssocs(TDM, “ทีวี” 0.5) การหาค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ระดับ 0.5 ของคำว่า ทีวี

เดือน	0.66
เครือข่าย	0.65
จอแก้ว	0.63
ภาคพื้น	0.63
โทรทัศน์	0.59
รุ่นใหม่	0.59
รุ่นเก่า	0.58
สัญญาณ	0.57
คลื่น	0.51

> findAssocs (TDM,"กสทช.",0.5) การหาค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ระดับ 0.5 ของคำว่า กสทช.

สั่งซื้อ	0.52
เสียเงิน	0.52
แห่ง	0.52
จำกัด	0.51
ตั้งแต่	0.51
เลือก	0.51
เปลี่ยน	0.50
พิจารณา	0.50

> findAssocs(TDM,"จูน",0.5) การหาความสัมพันธ์อยู่ระดับ 0.5 ของคำว่า จูน

เปิด	0.60
กล่อง	0.56
ตรวจสอบ	0.56
เปอร์เซ็นต์	0.56
พิจารณา	0.56
พันธ	0.56
ภายนอก	0.56
รุ่นใหม่	0.56
อนาล็อก	0.56
รุ่นเก่า	0.55
ความถี่	0.51
สัญญาณ	0.51

ความสัมพันธ์ของคำในเซตที่ 1 คือ ทวี กับเซตที่ 3 คือ จูน พบคำที่มีความสัมพันธ์คือ รุ่นใหม่ รุ่นเก่า สัญญาณ ความสัมพันธ์ของคำในเซตที่ 2 คือ กสทช. กับเซตที่ 3 จูน พบคำที่มีความสัมพันธ์คือ พิจารณา เซตที่ไม่พบคำที่มีความสัมพันธ์กันเลยคือเซตที่ 1 ทวี กับเซตที่ 2 กสทช.

5. การแสดงกราฟ

กราฟเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแสดงตัวแปรให้ชัดเจน และสามารถกำหนดกรอบข้อมูลจากตัวแปรของข้อมูลที่มีการกำหนดและตั้งค่าความสวยงามของกราฟโดยใช้ AES () และจากนั้นจะเพิ่มคำสั่งอื่นๆ ได้ ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5: การแสดงกราฟ

ผู้วิจัยเลือกใช้กราฟ ggplot2 เพราะสามารถดูค่าของกราฟและนำไปใช้งานในวางแผนได้ง่าย และนำผลการวิเคราะห์จากกราฟค่าที่มีความถี่มากที่สุดเป็นสีแดงเข้มที่สุด ได้แก่คำ ทวี ได้ ที่ ช่อง ดิจิตอล สัญญาณ ที่รองมาเป็นสีส้มได้แก่คำ อยู่ ให้ เสา แบบ กล่อง บ้าน รับ คำที่มีความถี่น้อยที่สุดคือสีขาว ได้แก่คำ เวลา เห็น จริง เข้า เป็นต้น เพื่อนำคำไปวิเคราะห์ผล พบว่า ทวีดิจิตอลมีภาพ สัญญาณ และความคมชัดเจนนามากกว่าทีวีแบบทีวีอนาล็อก (ทีวีแบบเก่า)

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาวิเคราะห์เหมือนข้อความด้วยโปรแกรม R ศึกษาการทำเหมือนข้อความจากเรื่องการกระทำที่วีดิจิตอลของเว็บไซต์พันทิป จำนวน 900 ข้อความในการทดสอบโปรแกรม R โดยวิเคราะห์ความถี่ของคำและการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของคำด้วยกฎความสัมพันธ์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ของคำในเซตที่ 1 คือ ทวี กับเซตที่ 3 คือ จูน พบคำที่มีความสัมพันธ์คือ รุ่นใหม่ รุ่นเก่า สัญญาณ ความสัมพันธ์ของคำในเซตที่ 2 คือ กสทช. กับเซตที่ 3 จูน พบคำที่มีความสัมพันธ์คือ พิจารณา เซตที่ไม่พบคำที่มีความสัมพันธ์กันเลยคือเซตที่ 1 ทวี กับเซตที่ 2 กสทช. และผลการวิเคราะห์จากกราฟคำที่มีความถี่มากที่สุดจะมีสีแดงเข้มที่สุด ได้แก่คำ ทวี ได้ ที่ ช่อง ดิจิตอล สัญญาณ สีส้มที่รองมาได้แก่คำ อยู่ ให้ เสา แบบ กล่อง บ้าน รับ คำที่มีความถี่น้อยที่สุดคือสีขาว ได้แก่คำ เวลา เห็น จริง เข้า เป็นต้น เพื่อนำคำไปวิเคราะห์ผล พบว่า วีดิจิตอลมีภาพ สัญญาณ และความคมชัดเจนนามากกว่าทีวีแบบทีวีแอลอีด (ทีวีแบบเก่า)

ปัญหาที่พบในการดำเนินงานวิจัย

ในส่วนนี้จะเป็นการระบุให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรค การใช้โปรแกรม R ดังนี้

1. กระบวนการวิเคราะห์เหมือนข้อความสามารถวิเคราะห์ประโยคข้อเสนอแนะได้ แต่เนื่องจากข้อความแสดงข้อเสนอแนะสำหรับภาษาไทยที่มีโครงสร้างไม่แน่นอน มีความหลากหลายและความยืดหยุ่นของการใช้ภาษาไทย เช่น การเขียนภาษาไทยสามารถละประธานของประโยคไปได้ คำสแลงต่างๆ ที่ใช้ในการแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เป็นต้น
2. โปรแกรมการตัดคำคำ LexTo โดยเทียบกับพจนานุกรม จะมีความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูล เช่น คำที่ไม่มีความหมายในพจนานุกรมก็อาจเกิดการผิดพลาดในการตัดคำได้ หรือคำที่ตัดด้วยโปรแกรมตัดคำแล้วความหมายอาจมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง เช่น ตื่นเต้น ตัดออกมาเป็น ตื่น เต้น ทำให้ความหมายเปลี่ยนแปลงไป
3. การวิเคราะห์เหมือนข้อความภาษาไทยโดยใช้เครื่องมือโปรแกรม R ยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างเนื่องจากการอ่านภาษาไทยยังไม่ค่อยเสถียรมากนัก

ข้อเสนอแนะและงานวิจัยในอนาคต

ในการศึกษาโปรแกรม R ในอนาคตผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้

1. การเพิ่มจำนวนชุดข้อมูลในการวิเคราะห์เหมือนข้อความให้ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาแพคเกจในโปรแกรม R เพิ่มเติมอีก เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ควรศึกษาเรียนรู้คำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม R เพิ่มเติม

การนำ Text mining ไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ

ปัจจุบันนี้มีความสนใจการทำ Text mining ไปประยุกต์ใช้ในหลายสาขา ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบการใช้ของผู้บริโภค Consumer purchasing Patten จากข้อมูลบัตรเครดิต บัตรสมาชิกต่างๆ มีการจัดเรียงสินค้าบนชั้นวางสินค้า และการแจกบัตรคูปองต่างๆ เพื่อส่งเสริมการขาย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ชูพันธุ์ รัตนโกคา และเมธาวิ สุทธิกุล. (2014). ระบบจัดหมวดหมู่สถานที่ท่องเที่ยวด้วยคำอธิบายภาษาไทยแบบอัตโนมัติผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์. ประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10. 31 มิถุนายน 2557 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จังหวัดภูเก็ต. สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2557, จากเว็บไซต์: http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-20140711143755.pdf
- โปรแกรม R. สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2557, จากเว็บไซต์: <http://cran.r-project.org/bin/windows/base/>
- พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2554 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- วิกิพีเดีย. (2557). การทำเหมืองข้อความ. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2557, จากเว็บไซต์: <http://th.wikipedia.org/wiki/>
- อมรเทพ ทองชีว. (2555). เอกสารประกอบการอบรมวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วย R. 10-11 มีนาคม 2555 ณ บริษัท รีอินฟอร์ส บิสซิเนส อินเทลลิเจนซ์ จำกัด.
- Hotho et.al. (2005). *A Brief Survey of Text Mining*. Retrived April 1, 2014, from Website: <http://www.kde.cs.uni-kassel.de/hotho/pub/2005/hotho05TextMining.pdf>
- Jon Starkweather. (2014). *Introduction to basic Text Mining in R*. Retrived April 5, 2014, from Website: <http://web3.unt.edu/benchmarks/issues/2014/01/rss-matters>
- LexTo. สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2557, จากเว็บไซต์: <http://www.sansarn.com/lexto/>

การจำลองการสังเคราะห์เอสเทอร์จากไตรเมทิลอลโพรเพนกับกรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม SIMULATION OF ESTER SYNTHESIS FROM TRIMETHYLOLPROPANE AND PALM OIL FATTY ACID

พลวิชัย ภคประสิทธิ์, เดชา ฉัตรศิริเวช*
Pollawich Pakaprasit, Deacha Chatsiriwech*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330
*E-mail: deacha.c@chula.ac.th

บทคัดย่อ

สารเอสเทอร์ของไตรเมทิลอลโพรเพน (Trimethylolpropane, TMP) และกรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม (POFA) ทั้งหมด ถูกจำลองขึ้นโดยใช้วิธีของ Gani และ Benson group ประเมิน Gibb's free energy of formation การจำลองกระบวนการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันระหว่าง TMP กับ POFA และ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันระหว่าง TMP กับ เมทิลเอสเทอร์ของ POFA ปฏิบัติในซอฟต์แวร์ ASPEN Plus โดยกำหนดอุณหภูมิ 80-140 องศาเซลเซียส และความดัน 0.1-500 มิลลิบาร์ การจำลองแสดงให้เห็นว่าเอสเทอร์ที่ถูกสังเคราะห์จากปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันมีแนวโน้มเดียวกันกับการทดลองของ Yunus et al. (2003)

คำสำคัญ: ไตรเมทิลอลโพรเพน กรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยา ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

ABSTRACT

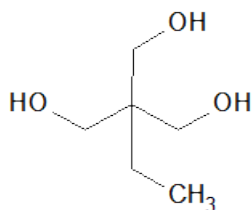
All esters of trimethylolpropane (TMP) and palm oil fatty acids (POFA) were modelled based on Gani and Benson group methods for estimating the corresponding Gibbs' free energy of formations. Simultaneous esterification reactions of TMP and POFA, as well as transesterification of TMP and methyl-esters of POFA, were carried on ASPEN plus simulator at temperature 80-140 C and pressure 0.1-500 mbar. The results demonstrated that the synthetic esters of TMP and POFA by esterification was agreed very well with the experiment of Yunus et al. (2003).

Keywords: Trimethylolpropane, Palm oil fatty acid, Esterification, Transesterification

บทนำ

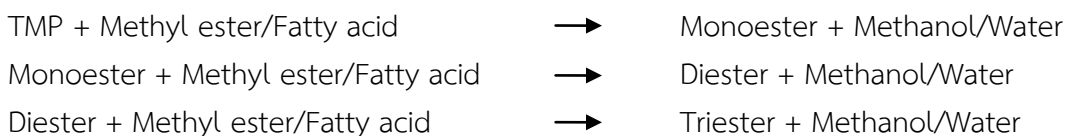
การใช้ผลิตภัณฑ์จากพืชมาทดแทนผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมเป็นที่นิยมในปัจจุบัน และน้ำมันที่ได้จากปาล์มสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นสารหล่อลื่นได้ โดยสมบัติไม่ด้อยกว่าสารหล่อลื่นจากปิโตรเลียม (Krishna, Kabra, Kunchum & Vijayakumar, 2014: 1-5) อีกทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาพบว่าสารหล่อลื่นที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มปล่อยสารคาร์บอนมอนอกไซด์และสารไฮโดรคาร์บอนน้อยกว่าสารหล่อลื่นจากปิโตรเลียม

(Masjuki, Maleque, Kubo & Nonaka, 1999: 305-314) แต่อย่างไรก็ตาม สารหล่อลื่นจากการนำน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาใช้ไม่ได้นัก ไตรเมทิลอลโพรเพนเอสเทอร์ (Trimethylolpropane ester, TMP ester) เป็นสารหล่อลื่นชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำกรดไขมันมาทำปฏิกิริยากับไตรเมทิลอลโพรเพน (Trimethylolpropane, TMP) (Yunus, Fakhru'l-Razi, Ooi, Iyuke & Perez, 2004: 52-60) โดยโครงสร้างของ TMP เป็นดังรูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์หล่อลื่นชนิดนี้มีคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หล่อลื่นที่ดีจึงสามารถนำมาใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์ที่มาจากปิโตรเลียมได้ เช่น การนำ TMP ester จากน้ำมันปาล์มมาผสมกับสารหล่อลื่นเพิ่มความต้านทานการสึกหรบในเครื่องยนต์ (Zulkifli, Kalam, Masjuki, Shahabuddin & Yunus, 2013: 167-173)



รูปที่ 1: แสดงโครงสร้างของไตรเมทิลอลโพรเพน (TMP)

Yunus, Fakhru'l-Razi, Ooi, Iyuke & Idris (2003: 35-41) ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต TMP ester จากกรดไขมันเมทิลเอสเทอร์ (methyl ester) จากน้ำมันปาล์มด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (tranesterification) โดยการศึกษาผลของอุณหภูมิ ความดัน สัดส่วนของน้ำมันปาล์ม และปริมาณของสารเร่งปฏิกิริยา ผู้ทำการวิจัยสนใจงานวิจัยของ Yunus et al. มาทำการจำลองการสังเคราะห์ TMP ester เพื่อศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ASPEN Plus การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นทางเลือกหนึ่งในการประมาณหรือทำนายผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของการทดลองจริงได้ เช่น งานของ Garcia, Gonzalo, Sanchez, Arauzo & Pena (2010: 4431-4439) ทำนายสมบัติของไบโอดีเซลโดยการจำลองการผลิตไบโอดีเซลหรือ ออกแบบกระบวนการการผลิต เช่น การออกแบบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเหลือใช้จากการทำอาหาร (Zhang, Dube, McLean & Kates, 2003: 1-16) การศึกษาการสังเคราะห์แบ่งการจำลองออกเป็น 2 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification) เกิดจากกรดไขมันคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับ TMP และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันเกิดจากเมทิลเอสเทอร์ทำปฏิกิริยากับ TMP ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ TMP ester เป็นดังรูปที่ 2 สำหรับการสังเคราะห์สารหล่อลื่น



รูปที่ 2: แสดงการสังเคราะห์ TMP ester

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จำลองการสังเคราะห์เอสเทอร์จากไตรเมทิลอลโพรเพนกับกรดไขมันจากน้ำมันปาล์มโดยการจำลองปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ASPEN Plus เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Yunus et al. (2003).

วิธีการดำเนินการ

1. สารที่เกี่ยวข้อง

สารที่ใช้ในการจำลองกระบวนการ คือ TMP เมทานอลและน้ำ สารตั้งต้นจำพวกกรดไขมัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ กลุ่มกรดไขมันคาร์บอกซิลิกและกลุ่มเมทิลเอสเทอร์ โดยมีสารได้แก่ กรดลอริก (C12) กรดไมริสติก (C14) กรดปาล์มมิติก (C16) กรดสเตียริก (C18) กรดโอเลอิก (C-18:1) กรดไลโนเลอิก (C18:2) สัดส่วนของกรดไขมันดังตารางที่ 1

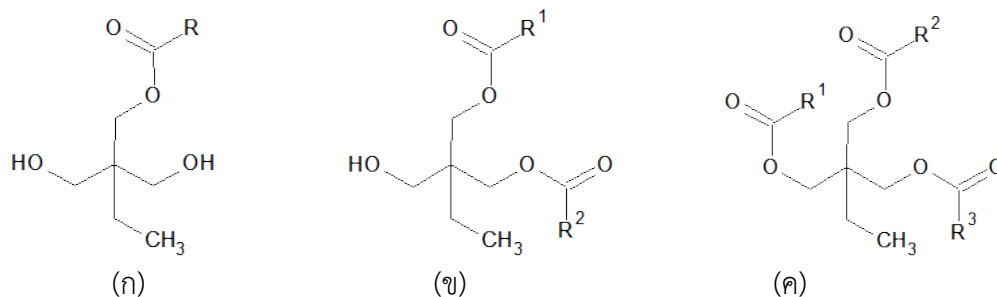
ตารางที่ 1: แสดงสัดส่วนของกรดไขมันโดยน้ำหนัก (Yunus et al., 2003)

กรดไขมัน	ร้อยละโดยน้ำหนัก
กรดลอริก (lauric acid)	0.9
กรดไมริสติก (myristic acid)	1.5
กรดปาล์มมิติก (palmitic acid)	41.5
กรดสเตียริก (stearic acid)	2.7
กรดโอเลอิก (oleic acid)	40.6
กรดไลโนเลอิก (linoleic acid)	11.9

ส่วนผลิตภัณฑ์ TMP ester 83 สาร เกิดจากการจับคู่ของ TMP และ กรดไขมันทั้ง 6 ชนิด ซึ่งต้องทำการจำลองสารเหล่านี้ต่อไป

2. การจำลองสาร

เนื่องจากข้อมูลของสารเอสเทอร์ของไตรเมทิลอลโพรเพนไม่มีอยู่ในฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์ ASPEN Plus จึงต้องทำการจำลองสารขึ้น การจำลองสารปฏิบัติโดยการป้อนข้อมูลโครงสร้างของสารลงในซอฟต์แวร์ ASPEN Plus นอกจากนี้เพื่อให้สมบัติของสารประกอบอื่น เช่น TMP และกรดไขมัน มีสมบัติในทิศทางเดียวกันกับสารเอสเทอร์ จึงทำการประมาณสารเหล่านี้ด้วย สารเอสเทอร์ของไตรเมทิลอลโพรเพนจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกัน คือ โมโนเอสเทอร์ (monoester) 6 สาร, ไดเอสเทอร์ (diester) 21 สาร และไตรเอสเทอร์ (trimester) 56 สาร



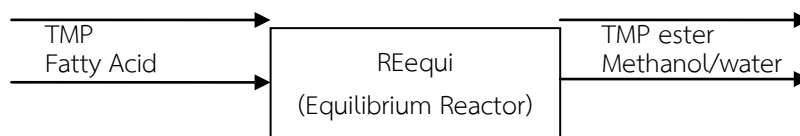
รูปที่ 3: โครงสร้างโมเลกุล (ก) monoester (ข) diester (ค) trimester

โครงสร้างของสารทั้ง 3 ลักษณะเป็นดังรูป 3 การประมาณสมบัติของสารใช้วิธีของ GANI Group (Marrero & Gani, 2001: 183-208) ได้แก่ จุดเดือด (normal boiling point) อุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature) ความดันวิกฤติ (critical pressure) ปริมาตรวิกฤติ (critical volume) และ BENSON Group

(Poling, Prausnitz & O'Connell, 2001: 3.14-3.46) ประมาณพลังงานอิสระของกิบส์ในการประกอบสาร (Gibb's free energy of formation) ความร้อนที่ใช้ในการประกอบสาร (Enthalpy of formation) โดยทั้ง 2 วิธีที่ได้กล่าวมานี้ผู้ทำการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นกับกับสารที่มีลักษณะคล้ายกันแต่สามารถหาข้อมูลได้ในแหล่งอ้างอิงต่างๆ แล้ว

3. การจำลองกระบวนการเกิดปฏิกิริยา

การจำลองกระบวนการใช้เครื่องมือ REequi (equilibrium reactor) ของซอฟต์แวร์ ASPEN Plus เป็นเครื่องมือสำหรับการจำลองปฏิกิริยา ผลลัพธ์ของเครื่องมือเป็นการคำนวณโดยใช้หลักของสมดุลเคมี การกำหนดสารเข้ากำหนดโดยโมลของ TMP: fatty acid/methyl ester เป็น 1:3.9 สภาวะของปฏิกิริยาศึกษาโดยยึดสภาวะที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ความดัน 10 มิลลิบาร์ ทำการปรับอุณหภูมิเพื่อศึกษาที่อุณหภูมิ 80 100 120 130 และ 140 องศาเซลเซียส ปรับความดันที่ 500 100 50 10 และ 0.1 มิลลิบาร์ แผนผังการจำลองการสังเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4

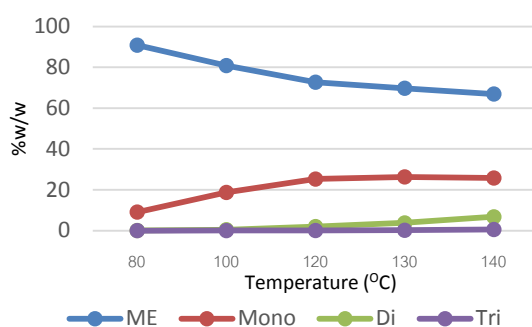


รูปที่ 4: แผนผังการจำลองการสังเคราะห์ TMP ester

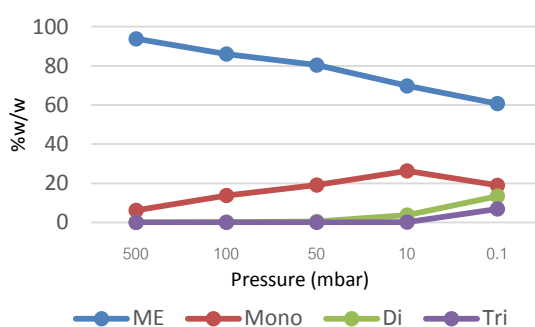
ผลการจำลองและอภิปรายผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบของอุณหภูมิ

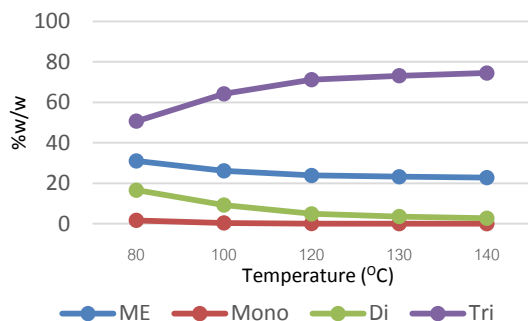
การจำลองการสังเคราะห์เอสเทอร์จาก TMP ด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันและทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่อุณหภูมิ 80 100 120 130 และ 140 องศาเซลเซียส ความดัน 10 มิลลิบาร์ เป็นดังรูปที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองของ Yunus et al. (2003: 35-41) พบว่า ผลของปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันใกล้เคียงกับการทดลองมากกว่าผลของปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยสังเกตจากกราฟ 1ก 1ข และ 1ค



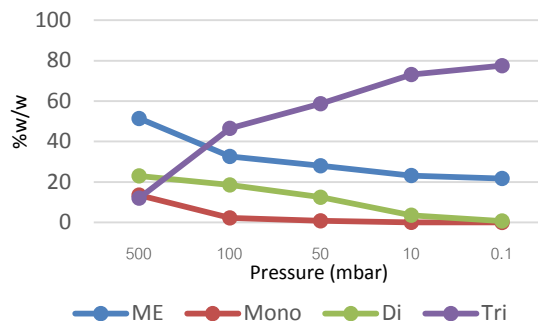
(1ก)



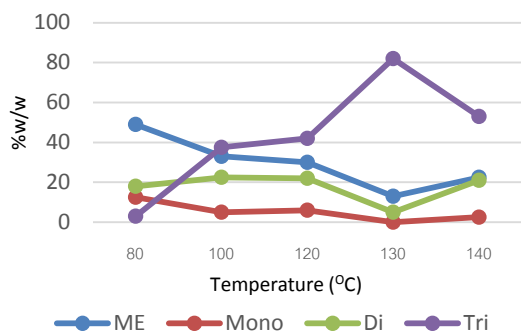
(2ก)



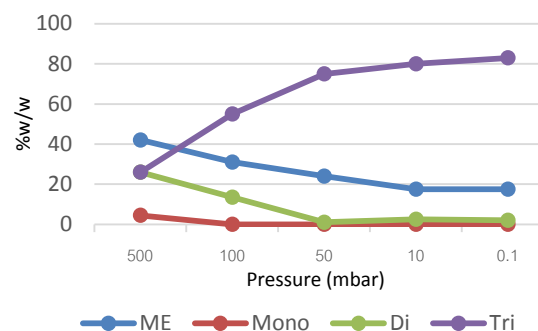
(1ข)



(2ข)



(1ค)



(2ค)

รูปที่ 5: แสดงผลการจำลองกับการทดลองของ Yunus et al.

(1) อุณหภูมิ ความดันคงที่ที่ 10 มิลลิบาร์ (2) ความดัน อุณหภูมิคงที่ที่ 130 องศาเซลเซียส (ก) ปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (ข) ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (ค) การทดลองของ Yunus et al. (2003) เมื่อพิจารณาในแต่ละอุณหภูมิที่ศึกษา การจำลองทั้ง 2 ปฏิกริยาต่างจากผลการทดลอง มีเพียงปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันเท่านั้นที่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของ Triester โดยที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส สัดส่วนของ Triester ของการจำลองปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันต่างจากผลการทดลอง 10.8 เปอร์เซ็นต์

2. การเปรียบเทียบผลของความดัน

เช่นเดียวกับผลของอุณหภูมิ การจำลองปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองของ Yunus et al. มากกว่าปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ดังรูปที่ 5 กราฟ 2ก 2ข และ 2ค แนวโน้มการเกิดขึ้นของ Triester ของปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันมีน้อยมาก โดยที่ความดัน 0.1 มิลลิบาร์ เกิด Triester เพียง 6.88 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เมื่อพิจารณากราฟ 2ข และ 2ค แนวโน้มของสัดส่วนของสารเป็นไปในทางทิศเดียวกัน และที่ความดัน 10 และ 0.1 ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันแตกต่างจากการทดลอง 8.6 และ 6.6 ตามลำดับ ดังนั้นปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันมีโอกาสเกิดขึ้นในการสังเคราะห์ TMP ester ได้มากกว่าปฏิกริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในทางทฤษฎี ส่วนหนึ่งเป็นผลเนื่องมาจากค่าพลังงานอิสระของกิบส์ของปฏิกริยา ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

3. พลังงานอิสระของกิบส์ (Gibb's free energy)

พลังงานอิสระของกิบส์เกี่ยวข้องกับค่าคงที่สมดุลของการเกิดปฏิกริยา พลังงานอิสระของกิบส์ของการประกอบสาร (Gibb's free energy of formation) ของกรดไขมันน้อยกว่าเมทิลเอสเทอร์ ทำให้ผลของการ

คำนวณพลังงานอิสระของกิบส์ของปฏิกิริยา (Gibb's free energy of reaction) ของการเกิด Monoester ในปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันเกิดยากเนื่องจากค่ากิบส์สูง ในขณะที่ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันค่ากิบส์ของปฏิกิริยาดำเนินไป ทำให้เกิดได้ง่าย ดังตารางที่ 2 ทำให้ผู้ทำการวิจัยมีข้อสมมติฐานว่า การสังเคราะห์ TMP ester อาจเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันบางส่วน อย่างไรก็ตามการจำลองแสดงให้เห็นว่าในทางทฤษฎีปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันสามารถสังเคราะห์ TMP ester ได้ ดังเช่นการผลิตไบโอดีเซลสามารถผลิตด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันและปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันได้ (Chongkhong, Tongurai, Chetpattananondh & Bunyakan, 2007: 563-568)

ตารางที่ 2: แสดงพลังงานอิสระของกิบส์ของปฏิกิริยาการเกิด Monoester (KJ/Kmol)

	Laurate	Myristate	Palmitate	Stearate	Oleate	Linoleate
Transesterification	2680.0	2680.0	2680.0	2680.0	2680.0	2680.0
Esterification	-20215.6	-20215.6	-20215.6	-20215.6	-20215.6	-20215.6

สรุปผลการดำเนินการ

การจำลองการสังเคราะห์ TMP ester จากกรดไขมันจากน้ำมันปาล์ม โดยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ใกล้เคียงกับการทดลองของ Yunus et al. ด้วยการจำลองปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน มีความแตกต่างกับการทดลอง 8-10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การจำลองปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันแตกต่างอย่างมากกับผลการทดลอง สารหล่อลื่น TMP ester อาจสังเคราะห์จากกรดไขมันของน้ำมันปาล์มด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

เอกสารอ้างอิง

- Chongkhong, S., Tongurai, C., Chetpattananondh, P., Bunyakan, C. (2007). Biodiesel production by esterification of palm fatty acid distillate. *Biomass and Bioenergy*, 31(8), 563-568.
- Garcia, M., Gonzalo, A., Sanchez, J.L., Arauzo, J. & Pena, J.A. (2010). Prediction of normalized biodiesel properties by simulation of multiple feedstock blends. *Bioresource Technology*, 101, 4431-4439.
- Krishna, K.S.V., Kabra, N., Kunchum, U. & Vijayakumar, T. (2014). Experimental investigation on usage of palm oil as a lubricant to substitute mineral oil in CI engines. *Chinese Journal of Engineering*, 1-5.
- Marrero, J., Gani, R. (2001). Group-contribution based estimation of pure component properties. *Fluid Phase Equilibria*. 183-184, 183-208.
- Masjuki, H.H., Maleque, M.A., Kubo, A. & Nonaka, T. (1999). Palm oil and mineral oil based lubricants-their tribological and emission performance. *Tribology International*, 32, 305-314.
- Poling, B.E., Prausnitz, J.M., O'Connell, J.P. (2001). *The Properties of Gases and Liquids*. 5th edition). The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Yunus, R., Fakhru'l-Razi, A., Ooi, T.L., Iyuke, S.E. and Idris, A. (2003). Development of optimum synthesis method for transesterification of palm oil methyl ester and trimethylolpropane to environmentally acceptable palm oil based-lubricant. *Journal of Oil Palm Research*, 15(2), 35-41.
- Yunus, R., Fakhru'l-Razi, A., Ooi, T.L., Iyuke, S.E., and Perez, J.M. Lubrication properties of trimethylolpropane esters based on palm oil and palm kernel oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 106, 52-60.
- Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D. & Kates, M. (2003). Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. *Bioresource Technology*, 89, 1-16.
- Zulkifli, N.W.M., Kalam, M.A., Masjuki, H.H., Shahabuddin, M. and Yunus, R. (2013). Wear prevention characteristics of a palm oil-based TMP (trimethylolpropane) ester as an engine lubricant. *Energy*, 54, 167-173.

การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคสำหรับทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือน ขนาดเล็กของประเทศไทย

POTENTIAL EVALUATION OF BIOGAS PRODUCTION FROM DUNG FOR LPG REPLACEMENT OF HOUSEHOLD IN THAILAND

นพดล สรวงประดิษฐ์¹, สุภาวัฒน์ วิวรรณภัทรกิจ², วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์²
Noppadol Soangpadith, Supawat Vivanpatarakij, Weerin Wangjiraniran

¹หลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
¹Energy and Technology Management, Graduate School, Chulalongkorn University
²สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
²Energy Research Institute, Chulalongkorn University

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีการเลี้ยงสัตว์ทั้งเพื่ออาหารและค้าขาย ซึ่งในกระบวนการเลี้ยงสัตว์จะเกิดกากของเสียและน้ำเสีย ซึ่งของเสียต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ โดยเฉพาะการเลี้ยงโค มีเกษตรกรที่มีการเลี้ยงโคเนื้อจำนวน 768,834 ครัวเรือนและโคนม 17,094 ครัวเรือน งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคสำหรับทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลการเกิดก๊าซชีวภาพจริง ที่ใช้ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fix Dome) โดยใช้ถังชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. เป็นถังหมักก๊าซชีวภาพ ซึ่งได้รับการส่งเสริมภายใต้”โครงการบ่อแก๊สชีวภาพเฉลิมพระเกียรติเพื่อลด LPG ในครัวเรือน” ของสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน จำนวน 509 ชุด และดำเนินการในพื้นที่จำนวน 35 จังหวัด โดยได้ศึกษาในเขตพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จากการศึกษาพบว่าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แบบถังโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. เป็นถังหมักก๊าซชีวภาพ จากมูลโคสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ไม่น้อยกว่า 0.99 ลบ.ม./วัน ที่โคเนื้อ 5 ตัว และ 1.05 ลบ.ม./วัน ที่โคนม 2 ตัว ซึ่งเพียงพอ/การใช้งานในครัวเรือนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรไม่เกิน 5 คน และมีปริมาณการใช้งานก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วง 0.48 – 0.96 ลบ.ม./วัน และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากระยะเวลาคืนทุนสั้น 4.6 ปี และมีอัตราผลตอบแทนของการลงทุนโครงการ 23.36% เหมาะสมกับการส่งเสริมให้กับครัวเรือนที่มีการเลี้ยงโค

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ ถังชนิดโพลีเอทิลีน ก๊าซหุงต้ม ครัวเรือน มูลโค

ABSTRACT

Thailand is an agricultural country, which has numerous livestock business for consumption and trading. In the processes, it has waste and sewage, which these residues can be used for producing the biogas, especially from the cattle farming. The number of beef cattle and dairy cattle in Thailand is 768,834 and 17,094 households, respectively. Therefore, this research was aimed to determine the potential for producing gas from cattle to substitute the usage of LPG for small household. The main focus was on the fix dome

using polyethylene tank of 4 m³ size that was supported from the Thailand government, total 509 sets in 35 provinces. The study area Kamphaeng Saen Nakhon Pathom Province. From the study, it was found that biogas production using polyethylene tank of 4 m³ size can be produced biogas from cattle residues greater than 0.99 m³ per day from 5 beef cattles and 1.05 m³ per day from 2 dairy cattles. The biogas is sufficient for the small household population with up to 5 people and the amount of use of biogas in the range of 0.48 to 0.96 m³ per day. From the economic analyses, it was worth to invest for this project due to the payback period is short approximately 4.6 years and high rate of return from investment of 23.36 %, which is suitable for the households that have cattle.

Keywords: Biogas, polyethylene tank, LPG, households, cattle Dung

บทนำ

กระทรวงพลังงาน มีนโยบายในการขับเคลื่อนตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564) โดยมียุทธศาสตร์การส่งเสริมการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี ที่สำคัญในประเด็นหนึ่งคือ การส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนอย่างกว้างขวาง โดยมีแนวทางในการผลักดันให้เกิดการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนในระดับชุมชนที่มีศักยภาพ เพื่อให้เกิดชุมชนสีเขียวแบบครบวงจร ที่จะเป็จุดเริ่มต้นสำคัญให้ประเทศไทยเริ่มก้าวไปสู่เส้นทางของการเป็นสังคมคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Society) และให้เป็นแบบอย่างของสังคมโลก ที่ตระหนักถึงปัญหาภาวะโลกร้อนอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

การผลิตก๊าซชีวภาพจากสิ่งเหลือใช้ที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาพลังงานทดแทน เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีการเลี้ยงสัตว์ทั้งเพื่ออาหารและค้าขาย ทั้งนี้จากข้อมูลเกษตรกร โคเนื้อ ประจำปี 2556 ของศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ เกษตรกรที่มีการเลี้ยงโคเนื้อโดยเฉลี่ยต่อครัวเรือนประมาณ 6 ตัว/ครัวเรือน จากจำนวนครัวเรือนที่เลี้ยงโคเนื้อ 768,834 ครัวเรือนและข้อมูลเกษตรกรโคนม ประจำปี 2556 ของศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ เกษตรกรที่มีการเลี้ยงโคนมโดยเฉลี่ยต่อครัวเรือนประมาณ 30 ตัว/ครัวเรือน จากจำนวนครัวเรือนที่เลี้ยงโคเนื้อ 17,094 ครัวเรือน และจากข้อมูลสถิติสารสนเทศ กรมปศุสัตว์ จะเห็นได้ว่ามูลโคจาก โคเนื้อ และโคนม นั้นมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพในระดับครัวเรือนจำนวนมาก และสามารถมาทดแทนการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ภายในครัวเรือน ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษามูลโคเป็นปัจจัยหลักเพื่อหาแนวทางการส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงโคและยังไม่มีพัฒนาาระบบผลิตก๊าซชีวภาพได้รูปแบบในการนำมูลโคและของเสียต่างๆจากกระบวนการเลี้ยงโคมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหารในครัวเรือน สามารถลดค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน เกิดการพึ่งพาตนเองมากขึ้นในชุมชน ลดมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564) ของประเทศต่อไป

คำนิยาม

ก๊าซชีวภาพ หมายถึง ก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการหมักย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน

ก๊าซหุงต้ม หมายถึง ก๊าซที่ได้จากกระบวนการผลิตของปิโตรเลียม เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ครัวเรือน หมายถึง เป็นหน่วยที่อยู่อาศัยพื้นฐานซึ่งมีการผลิตและการบริโภคทางเศรษฐกิจ ถ้าเป็นขนาดเล็ก คือ มีจำนวนประชากรรวมกันแล้วไม่เกิน 5 คน

เกษตรกร หมายถึง เป็นอาชีพที่ทำงานเกี่ยวกับการเกษตร อาทิ การเพาะปลูกพืชในสวนและไร่นา การเลี้ยงสัตว์บนบก ในน้ำและในทะเล เพื่อผลิตอาหาร เส้นใยธรรมชาติ

มูลโค หมายถึง ของเสียที่โคขับถ่ายออกมาจากการย่อยของอาหาร

เชื้อเพลิงฟอสซิล หมายถึง เชื้อเพลิงที่ได้จากการทับถมของซากดึกดำบรรพ์ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เชื้อเพลิงสิ้นเปลือง คือใช้แล้วหมดไป

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล อาทิเช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคของถังหมักแบบโดมคงที่ขนาด 4 ลบ.ม.

บททวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ประการแรกคือการประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย เพื่อที่จะดูภาพกว้างถ้าพิจารณาถึงจำนวนครัวเรือนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อยรวมกันทั้งประเทศ จะสามารถมีการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ในการหุงต้มทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลวส่วนนี้จะทำให้ลดรายจ่ายภายในครัวเรือนในด้านเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม และลดการนำเข้าก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากต่างประเทศหากกำลังการผลิตภายในประเทศไม่เพียงพอได้ ประการที่สองคือเพื่อประเมินประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคของถังหมักแบบโดมคงที่ขนาด 4 ลบ.ม. เพื่อตรวจสอบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพมีความคุ้มค่า มีความเหมาะสม หรือต้องปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นหรือไม่จึงได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพชุมชนจากมูลสุกรร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร: กรณีศึกษาจังหวัดชัยภูมิ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนใช้ประกอบการตัดสินใจในการลงทุน การเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม และการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนพลังงานประเภทอื่นๆ ผลการศึกษา การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับใบอ้อย จะช่วยลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากการเผาใบอ้อย และถ้าหากต้องซื้อใบอ้อยมาเป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จะสามารถรับซื้อได้ที่ตันละ 80-100 บาท จะมีความเหมาะสมถ้าเทียบกับปริมาณก๊าซชีวภาพที่เพิ่มขึ้น ด้านศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรของจังหวัดชัยภูมิมีปริมาณ 1,657,920 ลบ.ม./ปี เทียบกับก๊าซปิโตรเลียมเหลวได้ที่ 762,643 ก.ก./ปี

ที่มา: (ราชฉัญชัย, 2554).

2. PERFORMANCE EVALUATION OF A 1 m³ MODIFIED, FIXED-DOME DEENBANDHU BIOGAS PLANT UNDER HILLY CONDITIONS

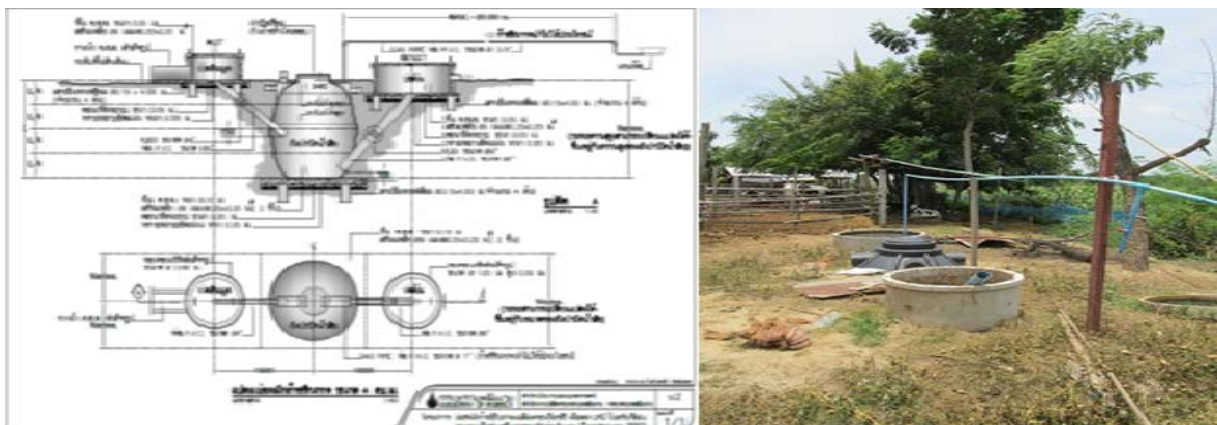
งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพของการเกิดก๊าซชีวภาพปริมาณ 1 ลบ.ม./วัน จากถังหมักขนาด 2-65 ลบ.ม. กับระยะเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในถังปฏิกริยาจำนวน 55 วัน และขนาดของถังหมัก 2-45 ลบ.ม. กับระยะเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในถังปฏิกริยาจำนวน 50-96 วัน เพื่อหาระยะเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในถังปฏิกริยาอย่างเหมาะสมเพื่อนำไปออกแบบและปรับปรุงระบบฯ และระบบฯที่ปรับปรุงแล้วทำให้มีประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วง 70.5-89.4 %

ที่มา: (Kanwar et al., 1994)

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ตลอดจนประเมินปัญหาต่างๆ ในการทำงานของระบบ โดยแนวทางการวิจัยนี้

1. ศึกษาการทำงานของระบบก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fix Dome) โดยใช้ถังชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. เป็นถังหมักก๊าซชีวภาพ ซึ่งได้รับการส่งเสริมภายใต้ “โครงการบ่อแก๊สชีวภาพเฉลิมพระเกียรติเพื่อลด LPG ในครัวเรือน” ของสำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน จำนวน 509 ชุด และดำเนินการในพื้นที่จำนวน 35 จังหวัด และใช้มูลโคเป็นวัตถุดิบ โดยส่วนประกอบหลักของถังหมักก๊าซชีวภาพชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. ประกอบด้วย ถังบำบัดน้ำเสียชนิดโพลีเอทิลีนขนาด 4 ลบ.ม. บ่อเติมมูล และบ่อล้น ที่มีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันโดยท่อ PVC เพื่อลำเลียงมูลเข้า/ออก, ท่อลำเลียงก๊าซ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: ระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fix Dome) โดยใช้ถังชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม.

2. หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แบบ Hydraulic Digester (จากหนังสือ Biogas Technology in China)

- จำนวนสมาชิกที่ต้องการใช้ก๊าซชีวภาพในครัวเรือน หน่วย คน/ครัวเรือน (N)
- อัตราการบริโภคก๊าซชีวภาพ หน่วย ลบ.ม./คน/วัน (Q) เกณฑ์มาตรฐานประมาณ 0.2-0.3 ลบ.ม./คน/วัน
- อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ หน่วย ลบ.ม.ก๊าซชีวภาพที่ผลิต/ลบ.ม.บ่อผลิตก๊าซชีวภาพ (BG) เกณฑ์มาตรฐานจากคู่มือ ประมาณ 0.2 ลบ.ม. ก๊าซชีวภาพที่ผลิต/ลบ.ม.บ่อผลิตก๊าซชีวภาพ

- ปริมาตรบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ ลบ.ม. (V)

กำหนดให้ครัวเรือนของประเทศไทยเฉลี่ยมีจำนวนสมาชิกประมาณ 4 คน ขนาดบ่อผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมควรมีขนาดเท่าไร

การคำนวณหาปริมาตรบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ

$$V = NQ / BG$$
$$= 4 \times 0.3 / 0.2$$

- ความต้องการก๊าซชีวภาพสำหรับครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิก 4 คน = 1.2 ลบ.ม./วัน
- ดังนั้น ปริมาตรบ่อที่ต้องการไม่ควรมีปริมาตรน้อยกว่า 6 ลบ.ม.
- ปริมาตรการกักเก็บก๊าซ (Gas Volume) 20 % ของปริมาตร บ่อหมัก 1.20 ลบ.ม.
- ปริมาตรของเสียในบ่อ (Working Volume) 4.80 ลบ.ม
- ปริมาตรบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Total Volume) 6 ลบ.ม.
- ดังนั้นระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับสมาชิก 4 คน/ครัวเรือน ควรจะมีขนาด 6 ลบ.ม.

อัตราการเติมของเสียประจำวันที่เหมาะสม

- มูลโคสด 1 กก. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ ได้ประมาณ 30 - 40 ลิตร/วัน
- ก๊าซชีวภาพที่ต้องการ 1,200 ลิตร/วัน หรือ 1.2 ลบ.ม./วัน
- น้ำหนักมูลที่ต้องการเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพประจำวัน 1,200 / 30 หรือ 40 = 30 - 40 กก./วัน
- อัตราการเจือจางน้ำเพื่อให้มูลสามารถไหลเข้าสู่ระบบ เลือกอัตราผสม 1 : 2 (มูล : น้ำ)
- ดังนั้นปริมาตรของเสียที่ต้องเติมประจำวัน มูล 40 กก. น้ำ 80 ลิตร รวมทั้งหมด 120 ลิตร/วัน หรือ มูล 30 กก. : น้ำ 60 ลิตร รวมทั้งหมด 90 ลิตร

การคำนวณเพื่อหาระยะเวลากักเก็บ (HRT) เพื่อพิจารณาขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

- ระยะเวลากักเก็บ (วัน) = ปริมาตรของเสียในบ่อหมัก (ลบ.ม.) / อัตราการเติมของเสีย (ลบ.ม./วัน)

$$= 4.80 / 0.120 \text{ หรือ } 4.80 / 0.090$$

- ระยะเวลากักเก็บจะอยู่ที่ 40 หรือ 53 วัน ตามสัดส่วนของการเจือจางน้ำ (ถือว่ายอมรับได้ตามปกติระยะเวลากักเก็บของเสียในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แบบ Hydraulic Digester ของจีนควรจะอยู่ในช่วงเวลา 30-60 วัน)เมื่อนำระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่กระทรวงพลังงานที่ดำเนินการติดตั้งโดยสำนักงานพลังงานจังหวัดนครปฐม มาวิเคราะห์เพื่อหาอัตราการเกิดก๊าซและค่าที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถนำไปเปรียบเทียบประเมินประสิทธิภาพของระบบจากการตรวจวัด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

วิเคราะห์ความเหมาะสมของขนาดบ่อของระบบแบบถังบำบัดสำเร็จรูป ปริมาตร 4 ลบ.ม.

- ความต้องการก๊าซชีวภาพสำหรับครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิก 4 คน = 1.2 ลบ.ม./วัน
- ปริมาตรบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Total Volume) 4 ลบ.ม.
- ปริมาตรการกักเก็บก๊าซ (Gas Volume) 20% ของปริมาตร บ่อหมัก 0.80 ลบ.ม.
- ปริมาตรของเสียในบ่อ (Working Volume) 3.20 ลบ.ม.

วิเคราะห์เพื่อหาอัตราการเติมของเสียที่เหมาะสม

- มูลโคสด 1 กก. สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ ได้ประมาณ 30 – 40 ลิตร/วัน
- ก๊าซชีวภาพที่ต้องการ 1,200 ลิตร/วัน หรือ 1.2 ลบ.ม./วัน
- น้ำหนักมูลที่ต้องการเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพประจำวัน $1,200 / 30$ หรือ $40 = 30-40$ กก./วัน
- อัตราการเจือจางน้ำเพื่อให้มูลสามารถไหลเข้าสู่ระบบ เลือกอัตราผสม 1 : 2 (มูล : น้ำ)
ดังนั้นปริมาตรของเสียที่ต้องเติมประจำวัน มูล 40 กก. น้ำ 80 ลิตร รวมทั้งหมด 120 ลิตร/วัน
หรือ มูล 30 กก. : น้ำ 60 ลิตร รวมทั้งหมด 90 ลิตร

การคำนวณเพื่อหาระยะเวลาเก็บ (HRT)

- ระยะเวลาเก็บ (วัน) = ปริมาตรของเสียในบ่อหมัก (ลบ.ม.) / อัตราการเติมของเสีย (ลบ.ม./วัน)
$$= 3.20 / 0.120 \text{ หรือ } 3.2 / 0.090$$
- HRT = 26 หรือ 36 วัน (เมื่อพิจารณาจากระยะเวลากักเก็บจะเห็นว่าระบบแบบแบบถังบำบัดสำเร็จรูป ขนาดปริมาตร 4 ลบ.ม. อาจมีความเสี่ยงในเรื่องการย่อยสลายสารอินทรีย์เนื่องจาก HRT น้อยกว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ)
- ผลกระทบที่จะเกิดตามมาจากระยะเวลากักเก็บที่น้อยเกินไป
- ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพน้อยกว่าความเป็นจริง เมื่อเทียบกับปริมาณของเสียที่เติมประจำวัน/ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดในรอบวัน
- องค์ประกอบของก๊าซมีเทนอาจจะต่ำกว่าปกติ โดยปกติระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ องค์ประกอบของก๊าซมีเทน ควรจะไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50
- สารอินทรีย์ที่อยู่ในของเสีย มูลสัตว์ที่ย่อยสลายไม่หมด ทำให้มูลที่ล้นออกมามีสารอินทรีย์ใกล้เคียงหรือเท่ากับตอนที่เข้าระบบ จะสังเกตได้จากแมลงวันมาตอมหรือเกิดหนอนที่บ่อล้น ซึ่งหากระบบที่สมบูรณ์จะไม่เกิดปัญหานี้ เนื่องจากไม่มีสารอาหารที่แมลงวันและหนอนจะใช้ในการดำรงชีพ ผลกระทบที่เกิดตามมาคือบริเวณดังกล่าวจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค
- ในระยะยาวระบบอาจจะหยุดผลิตก๊าซชีวภาพ

3. สํารวจและดําเนินการจัดเก็บตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบหาค่าประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2 และจากการสํารวจจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ตามรายละเอียดข้อมูลดังตารางที่ 1



รูปที่ 2a บ่อเติม

รูปที่ 2b บ่อล้น

รูปที่ 2: แสดงตัวอย่างมูลโคในระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fix Dome) โดยใช้ถังชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. 2a. บ่อเติม 2b. บ่อล้น

ตารางที่ 1: แสดงรายละเอียดข้อมูลจากการเก็บตัวอย่าง

ลำดับ ตัวอย่าง	ครั้งที่	ปริมาณ มูลโคสด (ก.ก.)	อัตรา ส่วนผสม ของมูล โคและน้ำ	ความถี่ใน การป้อนมูล โค	อุณหภูมิของถังหมัก		ค่าความเป็นกรดต่าง		ปริมาตร ของก๊าซ ที่ผลิตได้	สัดส่วนองค์ประกอบของก๊าซที่ผลิตได้				สัดส่วนTS(% w/w)	
					ภายใน	ภายนอก	ขาเข้า	ขาออก		CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S	ขาเข้า	ขาออก
1	1	40	1:2	1วันเว้น 2วัน	29.6	33.0	7.21	7.53	0.350	50.50	35.60	0.03	162	9.573	7.794
	2				30.0	37.0	6.88	7.20	0.480	51.20	34.10	0.70	276	9.758	6.357
	3				30.1	38.3	6.97	7.28	0.640	51.80	33.70	0.40	146	9.938	6.938
ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ 1					29.9	36.1	7.02	7.34	0.490	51.17	34.47	0.38	195	9.756	7.030
2	1	20	1:2	1วันเว้น 1วัน	28.6	33.0	6.86	7.27	0.170	55.90	32.50	0.02	214	9.821	6.976
	2				28.1	37.0	6.93	7.06	0.650	43.10	27.70	3.00	49	9.583	7.771
	3				31.5	38.3	7.30	7.50	0.235	48.70	32.40	1.10	90	7.769	5.345
ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ 2					29.4	36.1	7.03	7.28	0.352	49.23	30.87	1.37	118	9.058	6.698
3	1	20	1:2	1วันเว้น 1วัน	30.4	33.0	7.11	7.40	0.760	48.90	36.10	0.03	761	7.847	4.613
	2				28.8	37.0	6.45	6.72	0.345	52.60	29.80	1.20	74	7.769	5.369
	3				30.5	38.3	6.82	7.29	0.139	44.80	32.80	0.30	4	7.417	4.301
ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ 3					29.9	36.1	6.79	7.14	0.415	48.77	32.90	0.51	280	7.678	4.761
ค่าเฉลี่ยของทั้งสามกลุ่มตัวอย่าง					29.7	36.1	6.95	7.25	0.419	49.72	32.74	0.75	197	8.830	6.163

3.1 ตัวอย่างที่ 1. บ้านนางวันเพ็ญ อำเย็น

มีการเติมปริมาณมูลโคสด 40 กิโลกรัม ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 คือผสมน้ำในปริมาณ 80 ลิตร (1ลิตร เท่ากับ 1 กิโลกรัม) และมีความถี่ในการป้อนมูล 1 วันเว้น 2 วัน วัดอุณหภูมิภายนอกถังหมักเฉลี่ย 36.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในถังเฉลี่ย 29.9 องศาเซลเซียส วัดค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Input}}$) 7.02 ค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Output}}$) 7.34 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้เฉลี่ย 0.49 ลบ.ม. โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยที่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 51.17 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 34.47 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ร้อยละ 0.38 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 195 PPM ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 9.756 ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 7.030

3.2 ตัวอย่างที่ 2. บ้านนายสมควร เจตะพุก

มีการเติมปริมาณมูลโคสด 20 กิโลกรัม ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 คือผสมน้ำในปริมาณ 40 ลิตร (1ลิตร เท่ากับ 1 กิโลกรัม) และมีความถี่ในการป้อนมูล 1 วันเว้น 1 วัน วัดอุณหภูมิภายนอกถังหมักเฉลี่ย 36.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในถังเฉลี่ย 29.4 องศาเซลเซียส วัดค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Input}}$) 7.03 ค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Output}}$) 7.28 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้เฉลี่ย 0.352 ลบ.ม. โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยที่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 49.23 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 30.87 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ร้อยละ 1.37 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 118 PPM ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 9.058 ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 6.698

3.3 ตัวอย่างที่ 3. บ้านนางกัญญา ไกรวิจิตร

มีการเติมปริมาณมูลโคสด 20 กิโลกรัม ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 คือผสมน้ำในปริมาณ 40 ลิตร (1ลิตร เท่ากับ 1 กิโลกรัม) และมีความถี่ในการป้อนมูล 1 วันเว้น 1 วัน วัดอุณหภูมิภายนอกถังหมักเฉลี่ย 36.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในถังเฉลี่ย 29.9 องศาเซลเซียส วัดค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Input}}$) 6.79 ค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Output}}$) 7.14 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้เฉลี่ย 0.415 ลบ.ม. โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยที่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 48.77 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 32.90 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ร้อยละ 0.51 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 280 PPM ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 7.678 ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 4.761

3.4 ค่าเฉลี่ยของทั้งสามกลุ่มตัวอย่าง

อุณหภูมิภายนอกถังหมักเฉลี่ย 36.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในถังเฉลี่ย 29.7 องศาเซลเซียส วัดค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Input}}$) 6.95 ค่าความเป็นกรดต่างของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{pH}_{\text{Avg Output}}$) 7.25 ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้เฉลี่ย 0.419 ลบ.ม. โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยที่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ร้อยละ 49.72 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ร้อยละ 32.74 ก๊าซออกซิเจน (O_2) ร้อยละ 0.75 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 197 PPM ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาเข้าเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 8.830 ค่าสัดส่วนของแข็งในของเสียขาออกเฉลี่ย ($\text{TS}(\%w/w)$) 6.163

4. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคของถังหมักก๊าซชีวภาพแบบโดมคงที่ (Fix Dome) ใช้ถังชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในรอบวัน โดยเก็บข้อมูลระยะเวลาในการหุงต้มของครัวเรือนตามช่วงเวลาที่มีการใช้งานก๊าซชีวภาพจริงในรอบวัน

2) อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยทำการวิเคราะห์จากค่า Total Solid ของอัตราผสมระหว่างมูลโคสดและน้ำอัตราส่วน 1:2 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพ และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนแยกตามชนิดของสารตัวกลาง ที่ระยะเวลาหมัก 10-20 วัน อุณหภูมิประมาณ 30 °C

สารตัวกลาง	ปริมาณก๊าซ (L/kg VS)	เปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน (%)
ขี้หมู	340-550	65-70
ขี้วัว	90-310	65
ขี้เป็ด ขี้ไก่ (สัตว์ปีก)	310-620	60
ฟางข้าว (ข้าวสาลี)	200-300	50-60
ฟางข้าว (ข้าวฟ่าง)	200-300	59
ฟางข้าว (ข้าวบาร์เลย์)	250-300	59
ฟางข้าว (ข้าวโอ๊ต)	290-310	59
ฟางข้าว (ข้าวโพด)	380-460	59
ป่าน	360	59
ปอ	360	5
หญ้า	280-550	70
หญ้าแฝก	430-560	60
ใบทานตะวัน	300	59
ของเสียทางการเกษตร	310-430	60-70
เศษใบไม้	210-290	58
สาหร่าย	420-500	63

5. ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พร้อมทั้งประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย เทียบกับปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ที่สามารถทดแทนได้ และการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จะทำการวิเคราะห์ 2 ส่วน คือ

- 1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback period)
- 2) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

6. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะของการประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคสำหรับทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย

ผลการวิจัย

1. ปริมาณความต้องการการใช้ก๊าซชีวภาพ

ในการประเมินระยะเวลาการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีปริมาณการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) อยู่ระหว่าง 1-2 ชั่วโมง/วัน กลุ่มตัวอย่างจะใช้งานเพื่อประกอบกิจกรรมในการปรุงอาหาร เพียง 2 ช่วงในรอบวัน ในตอนเช้า และ ในตอนเย็น เมื่อประเมินความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพ โดยทำการประเมินจากเตาที่ใช้ในการหุงต้มเป็นแบบ KB 5 ซึ่งเป็นเตาที่ใช้กับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) นำมาดัดแปลงนมหนูเพื่อให้เหมาะสมกับแรงดันของก๊าซชีวภาพ หลังจากดัดแปลงแล้วเตาชนิดดังกล่าวจะมีอัตราการบริโภคก๊าซชีวภาพอยู่ที่ประมาณ 480 ลิตร/ชั่วโมง สรุปได้ว่าในรอบวันมีความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพอยู่ระหว่าง 480-960 ลิตร/วัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงปริมาณความต้องการการใช้ก๊าซชีวภาพ

ตัวอย่าง	ระยะเวลาในการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวต่อวัน (ชั่วโมง)			ปริมาณก๊าซชีวภาพ
	ช่วงเช้า	ช่วงเย็น	รวม	ที่ต้องการต่อวัน (ลิตร)
1	0.50	0.50	1.00	480
2	1.50	0.50	2.00	960
3	0.50	0.50	1.00	480

2. การปริมาณอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

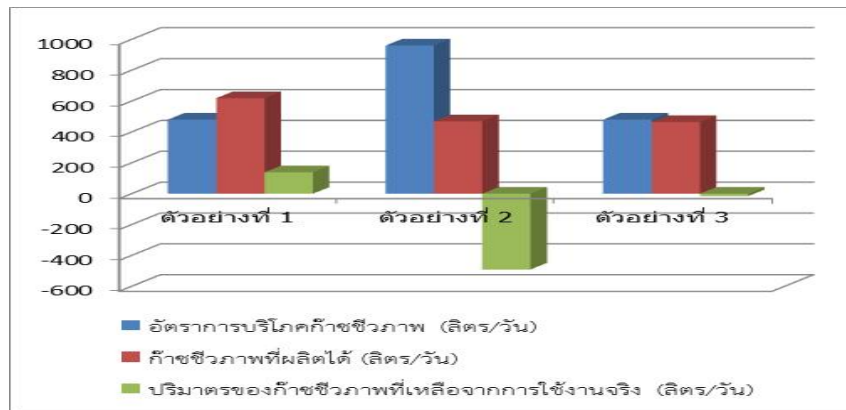
จากการเก็บข้อมูลในการเติมมูลโคลงในระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบถังโพลีเอทิลีน ขนาด 4 ลบ.ม. พบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีการเติมมูลโคสดในอัตราส่วนมูลโคสดผสมน้ำ อัตราส่วน 1: 2 โดยที่มีปริมาณการเติมที่แตกต่างกัน และความถี่ในการเติมแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยมีปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 464-619 ลิตร/วัน

ตารางที่ 3: แสดงปริมาณอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ

ตัวอย่าง	อัตราการเติม		ความถี่ในการเติม	ค่า TS	ปริมาณก๊าซชีวภาพ
	มูลโคสด (กก.)	น้ำ (ลิตร)		(% w/w)	ที่เกิดขึ้นต่อวัน (ลิตร)
1	40	80	1 วัน เว้น 2 วัน	5.5274	619
2	20	40	1 วัน เว้น 1 วัน	5.5847	469
3	20	40	1 วัน เว้น 1 วัน	5.5274	464

3. การปริมาณประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

จากการประเมินประสิทธิภาพโดยการตรวจวัดปริมาณความต้องการในการใช้ประโยชน์ประจำวันซึ่งจะใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 480 ลิตร/วัน-960 ลิตร/วัน และการประเมินจากการเติมมูลสัตว์เข้าสู่ระบบจาก พบว่ามีค่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 464-619 ลิตร/วัน จากกราฟรูปที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะเพียงพอต่อการใช้งานประมาณ 1 ชม. ถึง 1.28 ชม. ไกล่เคียงกับอัตราการใช้งานจริงในแต่ละเนื่องจากการใช้งานประจำวันของกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่มีการใช้ก๊าซหุงต้ม้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับทางทฤษฎีที่ควรจะต้องใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 720 ลิตร/วัน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะวิถีชีวิตของเกษตรกรในชนบทมีความเป็นอยู่เรียบง่าย ปรุงอาหารเพียง 1 อย่างเพื่อบริโภค จึงทำให้มีความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพน้อยตามไปด้วย และกรณีของตัวอย่างที่ 2 แสดงให้เห็นว่ามีความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพประมาณ 960 ลิตร/วันแต่มีการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 469 ลิตร/วันทำให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพผลิตไม่เพียงพอและอาจจะต้องใช้ก๊าซ LPG เพิ่มเติมในส่วนที่ขาดไป



รูปที่ 3: แสดงประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

4. ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์จะแสดงด้วยดัชนีวัดค่า 2 ค่า คือ ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) และอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Internal Rate Return) ซึ่งจากผลการประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย พบว่า ระบบที่เหมาะสมและเหมาะสมกับการใช้ในครัวเรือน คือ การใช้ระบบผลิตแก๊สชีวภาพขนาด 4 ลบ.ม. และได้กำหนดกรอบสมมติฐานและผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

สมมติฐาน	ผลการวิเคราะห์
1.ขนาดกำลังผลิตติดตั้ง (ลบ.ม.)	4
2.การคิดค่าเสื่อมราคา	แบบเส้นตรง
3.ค่าใช้จ่ายลงทุน (บาท)	17,800.00
4.ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา (บาทต่อปี)	712.00
5.ระยะเวลาของโครงการ (ปี)	15
6.อัตราผลตอบแทนของโครงการที่คาดหวัง (%)	23.36
8.ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	4.6

5. ผลการประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย

สำหรับการประเมินศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคในครัวเรือนขนาดเล็กของประเทศไทย จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โคนม และโคเนื้อ โดยมีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

5.1 การประเมินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมในครัวเรือนขนาดเล็ก

จากข้อมูลเกษตรกร-โคนม ปี พ.ศ. 2556 ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่ามีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้งหมดจำนวน 17,094 ครัวเรือน โดยมีการเลี้ยงโคนมทั้งหมดจำนวน 512,205 ตัว เมื่อพิจารณาการเลี้ยงโคนมเฉลี่ยต่อครัวเรือนพบว่า โดยรวมทั้งประเทศมีการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 30 ตัว/ครัวเรือน ในการประเมินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคนมในครัวเรือนขนาดเล็ก จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1) กรณีที่ 1 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด โดยคิดจากปริมาณการเลี้ยงโคนมเฉลี่ย 30 ตัว/ครัวเรือน จำนวน 17,094 ครัวเรือน พบว่า ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้คิดเป็น 15.75 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็น 269,230.50 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลว 134,615.25 กก./วัน และเมื่อคิดเป็นผลประหยัดเท่ากับ 2,961,535.50 บาท/วัน (คิดราคา LPG ที่ 22 บาท/กิโลกรัม) โดยใช้ขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 63.45 ลบ.ม./ครัวเรือน

2) กรณีที่ 2 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพเพียงพอต่อการใช้งานภายในครัวเรือน โดยคิดจากความต้องการใช้ก๊าซชีวภาพสูงสุด 960 ลิตร/วัน พบว่า จะใช้โคนมเฉลี่ย 2 ตัว/ครัวเรือน ในการผลิตก๊าซชีวภาพที่ขนาด 1.05 ลบ.ม./วัน/ครัวเรือน และที่จำนวนครัวเรือน 17,094 ครัวเรือน คิดเป็น 17,948.70 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลว 8,974.35 กก./วัน และเมื่อคิดเป็นผลประหยัดเท่ากับ 197,435.7 บาท/วัน (คิดราคา LPG ที่ 22 บาท/กิโลกรัม) โดยใช้ขนาดถังหมักก๊าซชีวภาพขนาด 4.23 ลบ.ม./ครัวเรือน

5.2 การประเมินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคเนื้อในครัวเรือนขนาดเล็ก

จากข้อมูลเกษตรกร-โคเนื้อ ปี พ.ศ. 2556 ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งหมดจำนวน 768,834 ครัวเรือน โดยมีการเลี้ยงโคเนื้อทั้งหมดจำนวน 4,530,915 ตัว เมื่อพิจารณาการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ยต่อครัวเรือนพบว่า โดยรวมทั้งประเทศมีการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 6 ตัว/ครัวเรือน ในการประเมินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคเนื้อในครัวเรือนขนาดเล็ก จะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1) กรณีที่ 1 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด โดยคิดจากปริมาณการเลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 6 ตัว/ครัวเรือน จำนวน 768,834 ครัวเรือน พบว่า ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้คิดเป็น 0.99 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็น 761,145.66 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลว 380,572.83 กก./วัน และเมื่อคิดเป็นผลประหยัดเท่ากับ 8,372,602.26 บาท/วัน (คิดราคา LPG ที่ 22 บาท/กิโลกรัม) โดยใช้ขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 4.19 ลบ.ม./ครัวเรือน

2) กรณีที่ 2 ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพเพียงพอต่อการใช้งานภายในครัวเรือน โดยคิดเป็นก๊าซชีวภาพ 960 ลิตร/วัน ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน พบว่า จะใช้โคเนื้อเฉลี่ย 6 ตัว/ครัวเรือน ในการผลิตก๊าซชีวภาพที่ขนาด 0.99 ลบ.ม./วัน/ครัวเรือน และที่จำนวน 768,834 ครัวเรือน คิดเป็น 761,145.66 ลบ.ม./วัน หรือคิดเป็นปริมาณก๊าซปิโตรเลียมเหลว 380,572.83 กก./วัน และเมื่อคิดเป็นผลประหยัดเท่ากับ 8,372,602.26 บาท/วัน (คิดราคา LPG ที่ 22 บาท/กิโลกรัม) โดยใช้ขนาดระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 4.19 ลบ.ม./ครัวเรือน

สรุปและอภิปรายผล

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แบบถังโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ขนาด 4 ลบ.ม. เป็นถังหมักก๊าซชีวภาพจากมูลโคสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ไม่น้อยกว่า 0.99 ลบ.ม./วัน ที่โคเนื้อ 5 ตัว และ 1.05 ลบ.ม./วัน ที่โคนม 2 ตัว ซึ่งเพียงพอ/การใช้งานในครัวเรือนขนาดเล็กที่มีปริมาณการใช้งานก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วง 0.48 – 0.96 ลบ.ม./วัน และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนเนื่องจากระยะเวลาคืนทุนสั้น 4.6 ปี และมีอัตราผลตอบแทนของการลงทุนโครงการ 23.36%

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. (2556). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำระบบสารสนเทศ และฐานข้อมูลเพื่อติดตามและประเมินผลการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศ.
- กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. (2556). *ข้อมูลเกษตรกร-โคนม ประจำปี 2556*. จาก เว็บไซต์: <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/276-report-thailand-livestock/reportsurvey56/485-report56-milk>
- กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. (2556). *ข้อมูลเกษตรกร-โคเนื้อ ประจำปี 2556*. จากเว็บไซต์: <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/276-report-thailand-livestock/reportsurvey56/492-report56-beef>
- สำนักงานนโยบายและแผน กระทรวงพลังงาน. (2555). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (พ.ศ.2555-2564) (Alternative Energy Development Plan: AEDP 2012-2021)*. จาก เว็บไซต์: <http://www.enconfund.go.th/pdf/index/aedp25.pdf>
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงพลังงาน. (2556). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษา จัดทำหลักสูตร และคู่มือ และประเมินผล การออกแบบ และก่อสร้าง ระบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพ สำหรับครัวเรือน ขนาดเล็ก ตามโครงการบ่อแก๊สชีวภาพเฉลิมพระเกียรติเพื่อลด LPG ในครัวเรือน.
- ราชวณิชย์ ชำนาญ. (2554). *ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพชุมชนจากมูลสุกรร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร : กรณีศึกษาจังหวัดชัยภูมิ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chengdu Biogas Research Institute of the Ministry of Agricultural, P.R.C.. (1989). *The Biogas Technology in China*. Chengdu: Agricultural Publishing House.
- Dieter Deublien and Angelika Steinhäuser. (2011). *Biogas from Waste and Renewable Resources*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- S. S. Kanwar,* R.K. Gupta, R. L. Guleri & S.P.Singh. (1994). *PERFORMANCE EVALUATION OF A 1 m³ MODIFIED, FIXED-DOME DEENBANDHU BIOGAS PLANT UNDER HILLY CONDITIONS*. Bioenergy Laboratory, Department of Agricultural Engineering, Himachal Pradesh Agricultural University, India.