

ตัวแบบจัดการโลจิสติกส์ภายในโดยใช้ทฤษฎีแถวคอย เทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิส: กรณีศึกษา โรงงานแป้งมันสำปะหลัง

Internal Logistics Management Using Queue Theory RFID and Web Services: A Case Study of Tapioca Starch Factory

กิตติมา สนิทชน (Kittima Sanitchon)* ดร.สมจิตร อาจินทร์ (Dr.Somjit Arch-int)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบการจัดการปัญหาแถวคอยรถบรรทุกภายในโรงงานมันสำปะหลัง โดยใช้เทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิสมาใช้ร่วมกับทฤษฎีแถวคอยและทฤษฎีโลจิสติกส์แบบลีน เพื่อปรับปรุงกระบวนการโลจิสติกส์ภายในโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพจากการปรับปรุงเชิงกระบวนการ และการปรับปรุงเชิงโครงสร้างที่หลากหลาย การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบใช้ตัวชี้วัดเรื่องการใช้เวลาในแถวคอยและความคุ้มค่าจากการลงทุน จากการทดลองโดยการจำลองเหตุการณ์หลากหลายกรณีพบว่าแบบจำลองที่ 6 ซึ่งผสมผสานระหว่างการปรับปรุงเชิงกระบวนการโดยใช้เทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิสกับการปรับปรุงเชิงโครงสร้างด้วยการเพิ่มหน่วยบริการ เป็นตัวแบบที่ดีที่สุดสามารถลดเวลาในแถวคอยลงได้ถึง 75.44 % จากระบบงานจริงและมีความคุ้มค่าในการลงทุน 38.64 % ภายในระยะเวลา 2 ปี

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop management truck loading time problem in the Tapioca Starch factory by using RFID technology and web service. Applying queuing theory and lean logistics theory had applied to reform the more effective logistics procedure in the factory. Simulation computer model had been developed; tested process performance improvement and multitudinous structure improvement. Simulation performance evaluation being indicator using queuing time and worth of investment. Using experiment by various simulation events found that the 6th simulation reform procedure used RFID technology and web service; base on interweave and structure improvement were the best ultimate reduction queuing time up to 75.44% from real time working system and pay back rate 38.64% within 2 years.

คำสำคัญ: โลจิสติกส์ภายใน แบบจำลองเหตุการณ์ RFID

Keywords: Internal logistics, Simulation, RFID

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัญหาการเข้าแถวคอยเพื่อขายผลผลิตพืชเศรษฐกิจทางการเกษตรให้กับโรงงานแปรรูป ไม่ว่าจะเป็นมันสำปะหลังหรืออ้อยมีผลเสียหลายอย่างมากโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปขึ้นเนื่องมาจากการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพลดลง ไม่สดและใหม่ (ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย, 2548) อีกทั้งมีความเสียหายต่อเกษตรกรที่ต้องเข้าคิวรอคอยทั้งในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเชื้อเพลิงรวมถึงสูญเสียทางอ้อมอีกมากมาย เช่น มลพิษ กลิ่นเหม็น และการจราจร เป็นต้น

มีงานวิจัยมากมายที่พยายามแก้ไขปัญหาเหล่านี้ เช่น การแก้ปัญหาแถวคอยการรอคิวชาร์จไฟของรถยนต์ไฟฟ้าในชั่วโมงเร่งด่วน ด้วยการออกแบบจุดวางแท่นชาร์จไฟฟ้าใหม่ โดยใช้วิธีการ Flow-Refueling Location Mode (FRLM) ร่วมกับทฤษฎีแถวคอย ผ่านชุดการทดลองเชิงตัวเลข (Lu, Hua, 2015) ผลการทดลองพบว่าควรเพิ่มจำนวนแท่นชาร์จไฟฟ้าให้มากขึ้น เพื่อลดเวลาเฉลี่ยในการบริการลงจะทำให้จำนวนรถที่ใช้บริการในชั่วโมงเร่งด่วนน้อยลง Chen และคณะ (Chen และคณะ, 2013) ได้ทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาลำช้าในการขนส่งอะไหล่รถยนต์จากคลังสินค้าไปยังร้านสาขาในภูมิภาคซึ่งมีคิวของสินค้าที่ต้องจัดส่งจำนวนมาก โดยการใช้โลจิสติกส์แบบลิ้น และ RFID ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดเวลาในการขนย้ายสินค้าได้ถึง 82 % นอกจากนี้ผลงานวิจัยของอภิวิชญ์ (อภิวิชญ์, 2552) เพื่อแก้ปัญหารอคอยเป็นเวลานานของรถบรรทุกหัวมันสดเพื่อนำมาโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง โดยใช้ RFID และเว็บเซอร์วิสพบว่าสามารถทำให้รถเข้าสู่ระบบผ่านสถานีงานแรก คือ ชั่งหัวมันสดได้เพิ่มมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาเรื่องแถวคอยในสถานีลำดับถัดๆ ไปอยู่

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาดำเนินการแก้ปัญหามาในหนึ่งมิติ คือใช้ทฤษฎีหรือเทคโนโลยีอย่างใดอย่างหนึ่ง งานวิจัยนี้ได้ผสมผสานทฤษฎีแถวคอย ทฤษฎีลิ้นและเทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิสเพื่อพัฒนาตัวแบบในการจัดการโลจิสติกส์ภายในโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดปัญหาแถวคอยทั้งกระบวนการ โดยใช้โรงงานแปรรูปแป้งมันสำปะหลังเป็นกรณีศึกษา จำลองตัวแบบโดยใช้การจำลองทางคอมพิวเตอร์ และประเมินประสิทธิภาพตัวแบบโดยใช้ตัวชี้วัดคือ เวลาในแถวคอยที่ลดลงและความคุ้มค่าจากการลงทุนปรับปรุงเชิงโครงสร้าง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาตัวแบบการจัดการโลจิสติกส์ภายในโดยใช้ทฤษฎีแถวคอย ทฤษฎีลิ้นเทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิส เพื่อให้ได้ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

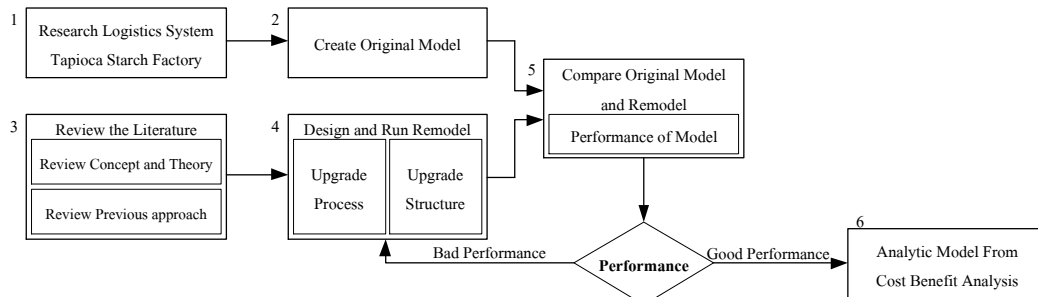
วิธีการวิจัย

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างทางกายภาพของโรงงานมันสำปะหลัง และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจระบบโลจิสติกส์ทั้งระบบและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หลังจากนั้นจะทำการออกแบบตัวแบบและแบบจำลองสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena Simulation (รุ่งรัตน์, 2553) เพื่อให้ได้ตัวแบบที่สามารถลดเวลาในแถวคอยและคุ้มค่าการลงทุนมากที่สุด การศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1) ศึกษากระบวนการทำงานของโลจิสติกส์ภายใน 2) พัฒนาตัวแบบจำลองจากระบบงานจริงดั้งเดิม 3) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้แก้ปัญหาจากกรณีศึกษา 4) วิเคราะห์และออกแบบตัวแบบ เพื่อปรับปรุง

ประสิทธิภาพ โดยปรับปรุง 2 ส่วน คือ ปรับปรุงกระบวนการ และปรับปรุงโครงสร้าง 5) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองระบบจริงจากขั้นตอนที่ 2 กับตัวแบบที่พัฒนาขึ้น (ออกแบบและทดลองซ้ำจนกว่าจะได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ) 6) วิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุน ด้วยเทคนิค Cost Benefit Analysis ดังภาพที่ 1

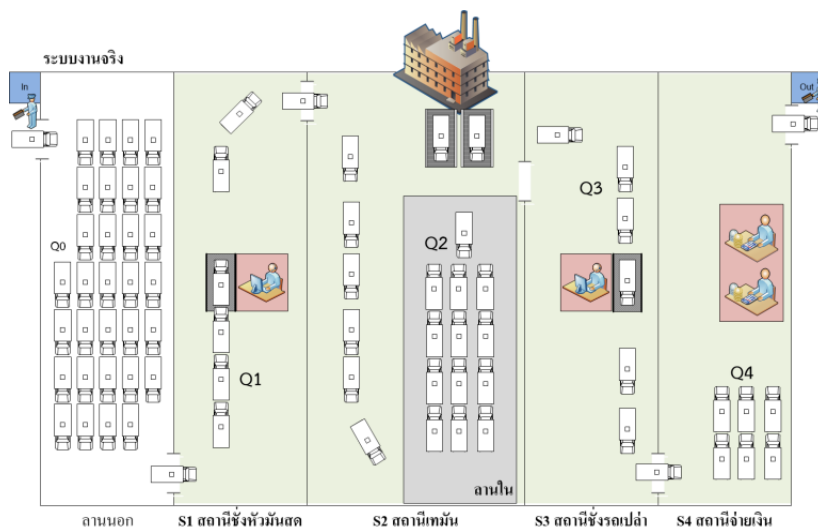


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดของการวิจัยนี้ คือ การพัฒนาตัวแบบเพื่อปรับปรุงกระบวนการโลจิสติกส์ภายในโรงงานทั้งการเพิ่ม/ลดสถานีบริการ และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์ภายในทั้งระบบ วิธีการทดสอบตัวแบบใช้โปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบตัวแบบที่มีเหตุการณ์ (Scenario) ที่หลากหลาย

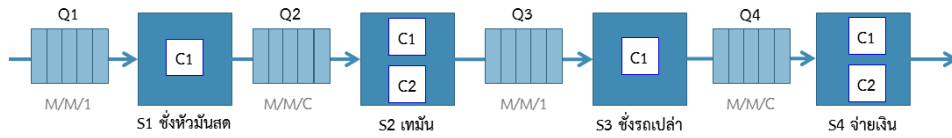
ภาพที่ 2 คือ กระบวนการพื้นฐานของโลจิสติกส์ภายในของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วย 4 สถานีหลักๆ



ภาพที่ 2 กระบวนการโลจิสติกส์ภายในระบบรับซื้อหัวมันสดโรงงานแป้งมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 2 รถบรรทุกเข้าสู่ระบบ รับบัตรที่ป้อมยาม และจอดรอที่ลานนอกหรือแถวคอย Q_0 จากนั้นเมื่อมีแถวคอยว่าง รถจะเคลื่อนเข้าสู่สถานีงานจำนวน 4 สถานีงานซึ่งมีแถวคอยรูปแบบต่างๆ คือ แถวคอยแบบ M/M/1 เป็นแถวคอยที่สถานีงานมีหน่วยบริการเดียว และแถวคอยแบบ M/M/C เป็นแถวคอยที่สถานีงานมีหน่วยบริการมากกว่าหนึ่งหน่วย (ปานวิทย์, 2559) ระบบเริ่มจากสถานีงานซึ่งผลผลิต (S_1) มีแถวคอย Q_1 รูปแบบ M/M/1 มีหน่วยบริการ คือ

เครื่องจักรบรรทุกทุก สถานีงานเทมัน (S_2) มีแถวคอย Q_2 รูปแบบ M/M/C มีหน่วยบริการ คือ แท่นเท สถานีงานซึ่งรถเปล่า (S_3) มีแถวคอย Q_3 รูปแบบ M/M/1 มีหน่วยบริการ คือ เครื่องจักรบรรทุก และสถานีงานจ่ายเงิน (S_4) มีแถวคอย Q_4 มีหน่วยบริการ คือ แคชเชียร์จ่ายเงิน ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบของสถานีงานและแถวคอยของระบบรับซื้อหัวมันสด

การปรับปรุงกระบวนการโลจิสติกส์ภายใน การรับซื้อหัวมันสดโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เป็นการวิเคราะห์หาแบบการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพตามทฤษฎีแถวคอย (Sundarapandian, 2009) ซึ่งการปรับปรุงแบบจำลองจะมี 2 ส่วนคือ 1) การปรับปรุงกระบวนการ คือ การปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ตามแนวคิดโลจิสติกส์แบบลีน (Lean Logistics) (Liker, Meier, 2005) คือการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นหรือเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้ดีขึ้น (ประดิษฐ์และคณะ, 2552) ซึ่งก็คือการนำเอาเทคโนโลยี RFID (สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาเอฟไอดีแห่งประเทศไทย, 2556) มาใช้งานร่วมกับเทคโนโลยี Web Service (สุธี, 2550) โดยการติดตั้ง RFID Reader 2-3 จุด คือ ป้อมขาม สถานี S_1 ซึ่งหัวมันสด สถานี S_3 ซึ่งรถเปล่า และเชื่อมโยงข้อมูล ระหว่าง RFID Reader และระบบ ERP ของโรงงานด้วย Web Service และให้รถบรรทุกแต่ละคันที่จะเข้ามาในระบบต้องมีบัตร RFID ซึ่งบันทึกข้อมูลเกษตรกรไว้ (อภิวิชญ์, 2553) 2) การปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ การปรับปรุงเชิงกายภาพ โดยการเพิ่มหน่วยบริการในสถานีงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของสถานีงานให้มากขึ้นตามทฤษฎีแถวคอย (ปานวิทย์, 2559) ได้แก่ เพิ่มเครื่องชั่งน้ำหนักในสถานีงานซึ่งหัวมันสด และเพิ่มแท่นเทในสถานีงานเทมัน

การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง โดยการสร้างแบบจำลองจากระบบงานจริง และสร้างแบบจำลองปรับปรุงประสิทธิภาพอื่นๆ ทั้งปรับปรุงเชิงกระบวนการและปรับปรุงเชิงโครงสร้าง ซึ่งได้แบบจำลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการแบบจำลองปรับปรุงประสิทธิภาพ

แบบจำลอง	เชิงกระบวนการ (เทคโนโลยี RFID และ Web Service)	เชิงโครงสร้าง	
		เครื่องชั่งน้ำหนัก	เพิ่มแท่นเท
ระบบงานจริง	X	X	X
กรณีที่ 1	X	X	/
กรณีที่ 2	X	/	X
กรณีที่ 3	/	X	X
กรณีที่ 4	/	X	/
กรณีที่ 5	/	X	/
กรณีที่ 6	/	/	/

จากตารางที่ 1 แบบจำลองแต่ละกรณีมีรายละเอียดดังนี้ 1) แบบจำลองระบบงานจริง คือ แบบจำลองตามโครงสร้างดั้งเดิมของระบบงาน ยังไม่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพ 2) แบบจำลองกรณีที่ 1 ไม่มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการ แต่มีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ เพิ่มแท่นเทจากเดิม 2 เครื่องเป็น 3 เครื่องที่สถานีงานแท่น 3) แบบจำลองกรณีที่ 2 ไม่มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการ แต่มีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ เพิ่มเครื่องชั่งน้ำหนักจากเดิม 1 เครื่องเป็น 2 เครื่องที่สถานีงานชั่งหัวมันสด 4) แบบจำลองกรณีที่ 3 มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการ คือ ติดตั้ง RFID Reader 2 จุด ที่ป้อมยามและสถานีงานชั่งหัวมันสด แต่ไม่มีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง 5) แบบจำลองกรณีที่ 4 มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการเหมือนดังกรณีที่ 3 และมีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ เพิ่มแท่นเทจากเดิม 2 เครื่องเป็น 3 เครื่องที่สถานีงานแท่น 6) กรณีที่ 5 มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการ คือ ติดตั้ง RFID Reader 3 จุด ที่ป้อมยาม สถานีงานชั่งหัวมันสดและสถานีชั่งรถเปล่า และมีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ เพิ่มแท่นเทจากเดิม 2 เครื่องเป็น 3 เครื่องที่สถานีงานแท่น 7) กรณีที่ 6 มีการปรับปรุงเชิงกระบวนการเหมือนกรณีที่ 5 และมีการปรับปรุงเชิงโครงสร้าง คือ เพิ่มแท่นเทจากเดิม 2 เครื่องเป็น 4 เครื่องที่สถานีงานแท่น

การทดลอง

การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) การหาเวลาในการเข้าสู่ระบบของรถบรรทุก 2) การจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1) การหาเวลาในการเข้าสู่ระบบ คือ การหาระยะทางของช่วงเวลาทีรถบรรทุกแต่ละคันเข้าสู่สถานีงาน S_1 ซึ่งหัวมันสด ซึ่งจำเป็นต้องใช้เพราะถือเป็นตัวแปรหลักในการหาอัตราการเข้าสู่ระบบตามทฤษฎีแถวคอยโดยใช้การคำนวณทั้งหมด 3 ขั้นตอน คือ

1.1) หาอัตราความเร่งของรถบรรทุก จะใช้สูตรหาความเร่ง ดังสมการที่ 1

$$a = \frac{D_2 - D_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

โดยกำหนดให้ D_1 คือระยะทางที่จุดเริ่มต้น ซึ่งในกรณีศึกษาเป็นการเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง จึงกำหนดให้เท่ากับ 0 D_2 คือ ระยะทางที่จุดสิ้นสุด เนื่องจากการเคลื่อนที่เพื่อแทนที่รถคันหน้า ระยะทางที่จุดสิ้นสุดจึงเท่ากับ ความยาวโดยเฉลี่ยของรถบรรทุก t_1 คือ เวลาที่จุดเริ่มต้น ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง จึงกำหนดให้เท่ากับ 0 t_2 คือ เวลา ณ จุดสิ้นสุด เนื่องจากการเคลื่อนที่เพื่อแทนที่รถคันหน้า ซึ่งรถจะไม่เคลื่อนจนกว่าจะมีรถได้รับการบริการแล้วเสร็จจากสถานีงาน เวลา ณ จุดสิ้นสุดจึงเท่ากับเวลาในการให้บริการของสถานีงาน

1.2) หาเวลาในการเคลื่อนที่เพื่อแทนที่รถคันหน้า ซึ่งรถจะไม่เคลื่อนที่ตราบดีที่ยังไม่ได้รับสัญญาณ ดังเช่นงานวิจัยของ Tomoyuki Tange และคณะ ที่ศึกษาการเคลื่อนที่ของรถเมื่อติดไฟแดง ซึ่งเมื่อรถได้รับสัญญาณไฟเขียว รถก็จะเคลื่อนที่ออกจากแถวคอย (Tomoyuki และคณะ, 2014) และในงานวิจัยนี้ สัญญาณที่กล่าวถึง คือ การเคลื่อนที่ของรถคันหน้า ซึ่งเมื่อรถบรรทุกคันหน้าเคลื่อนที่ รถคันหลังจะเคลื่อนไปแทนที่รถคันหน้า ซึ่งการคำนวณหาเวลาในการเคลื่อนที่เพื่อแทนที่รถคันหน้าเป็นดังสมการที่ 2

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad (2)$$

โดยกำหนดให้ S คือ ระยะทางในการเคลื่อนที่ซึ่งเท่ากับ ความยาวเฉลี่ยของรถบรรทุกคือ 25 เมตร U คือ ความเร็วต้น โดยกำหนดให้เท่ากับ 0 เนื่องจากการเคลื่อนที่ ณ จุดหยุดนิ่ง t คือ เวลาในการเคลื่อนที่เพื่อแทนที่รถคันหน้า a คือความเร่งซึ่งหาได้จากสมการที่ 1 ดังนั้นจากสมการที่ 2 กำหนดให้ความเร็วต้นเท่ากับ 0 จึงสามารถแปลงสมการได้ดังสมการที่ 3

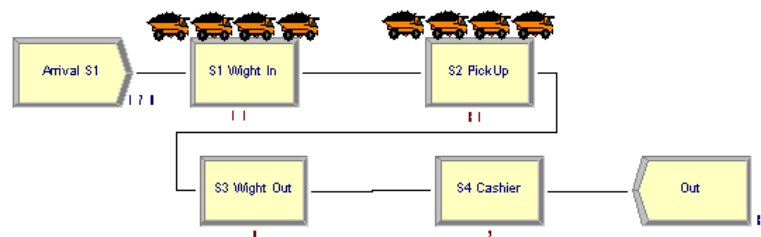
$$t_t = \sqrt{\frac{2S}{a}} \quad (3)$$

1.3) หาเวลาในการเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบ (ระยะห่างที่ Entity แต่ละหน่วยจะเข้าสู่ระบบ) การที่รถบรรทุกจะเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบได้ก็ต่อเมื่อ 1) มีพื้นที่ว่างในแถวคอย ซึ่งการจะมีที่ว่างได้นั้นหมายความว่า ต้องมีรถเคลื่อนที่ออกจากแถวคอยเพื่อไปรับบริการจากสถานีงาน 2) เมื่อมีพื้นที่ว่างในแถวคอย รถบรรทุกจะเคลื่อนที่ไปแทนรถคันหน้า กล่าวได้ว่า เวลาในการเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบ คือ ผลรวมของเวลาในสถานีงานและเวลาในการเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบของรถคันสมการที่ 4

$$t_\lambda = t_t + t_s \quad (4)$$

โดยกำหนดให้ t_λ คือเวลาในการเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบโดยเฉลี่ย t_t คือเวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของรถเพื่อแทนที่รถคันหน้าที่หาได้จากสมการที่ 3 และ t_s คือเวลาให้บริการเฉลี่ยของสถานีงาน เมื่อหาเวลาในการเคลื่อนที่เข้าสู่ระบบได้ก็นำไปกำหนดค่า Value ของหน่วย Create Module ในแบบจำลอง Arena

2) การสร้างแบบจำลองและแทนค่าตัวชี้วัดต่างๆ ตามข้อมูลในแบบจำลองในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ Arena Simulation จะใช้ Module ตามทฤษฎีแถวคอย คือ การเข้าสู่ระบบ ใช้ Create Module การให้บริการของสถานีงาน ใช้ Process Module ซึ่งมีทั้งหมด 4 สถานีงานคือ S_1 ชั่งน้ำหนักสด (Weight In) S_2 เติมน้ำ (Pick Up) S_3 ชั่งรถเปล่า (Weight Out) และ S_4 จ่ายเงิน (Cashier) การออกจากระบบ ใช้ Dispose Module มี Entity ที่สนใจคือ รถบรรทุก และรูปแบบของแถวคอยเป็นแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO) ซึ่งได้โครงสร้างของแบบจำลอง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบจำลองระบบงานโดยใช้โปรแกรม ARENA Simulation

การวัดประสิทธิภาพ

ในการทดลอง มีการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยมีตัวชี้วัดดังนี้ 1) การวัดประสิทธิภาพของสถานีงาน มีตัวชี้วัด คือ เวลารอคอยในแถวคอย (Waiting Time) ขนาดของแถวคอยหรือจำนวนรถที่อยู่ในแถวคอย (Capacity of Queue) และประสิทธิภาพการใช้หน่วยบริการ (Utilization) 2) การวัดประสิทธิภาพของระบบ มีตัวชี้วัดคือ เวลารอคอยในระบบ (Waiting Time) เวลาที่รถบรรทุกอยู่ในระบบ (Total Time) จำนวนรถบรรทุกที่อยู่ในระบบ (Work in Process : WIP) และจำนวนรถบรรทุกที่เสร็จและออกจากระบบ (Entity Complete) 3) ความคุ้มค่าในการลงทุน มีตัวชี้วัด คือ มูลค่าการลงทุนของแบบจำลอง (Cost) ความคุ้มค่าในการลงทุน (ROI) และระยะเวลาคืนทุน (Break Event Point)

ผลการวิจัย

ผลจากการทดลอง แสดงผลดังนี้ 1) การวัดประสิทธิภาพของสถานีงาน 2) การวัดประสิทธิภาพของระบบ 3) ความคุ้มค่าในการลงทุนของแบบจำลอง

1) การวัดประสิทธิภาพของสถานีงาน มีทั้งหมด 3 ตัวชี้วัด คือ เวลารอคอยในแถวคอย (Waiting Time) ขนาดของแถวคอยหรือจำนวนรถที่อยู่ในแถวคอย (Capacity of Queue) และประสิทธิภาพการใช้หน่วยบริการ (Utilization) ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 2 3 และ 4 ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงเวลารอคอยในแถวคอย (Waiting Time)

แบบจำลอง	เวลาในการรอคอยในแถวคอย (นาที)			
	ช่วงผลผลิต	เทมัน	ช่วงรถเปล่า	จ่ายเงิน
ระบบงานจริง	11.80	142.51	0.56	0.00
กรณีที่ 1	51.58	0.00	1.00	0.00
กรณีที่ 2	0.72	164.34	0.42	0.00
กรณีที่ 3	14.97	321.79	0.25	0.00
กรณีที่ 4	23.83	164.04	80.81	0.00
กรณีที่ 5	41.90	178.30	0.55	0.00
กรณีที่ 6	15.64	9.70	0.54	0.00

ตารางที่ 3 แสดงขนาดของแถวคอยหรือจำนวนรถที่อยู่ในแถวคอย (Capacity of Queue)

แบบจำลอง	ขนาดของแถวคอยหรือจำนวนรถที่อยู่ในแถวคอย (คัน)			
	ช่วงผลผลิต	เทมัน	ช่วงรถเปล่า	จ่ายเงิน
ระบบงานจริง	3.18	38.43	0.12	0.00
กรณีที่ 1	14.33	0.00	0.28	0.00
กรณีที่ 2	0.20	48.79	0.09	0.00
กรณีที่ 3	2.83	60.78	0.05	0.00
กรณีที่ 4	6.37	43.86	21.60	0.00
กรณีที่ 5	12.69	53.99	0.17	0.00
กรณีที่ 6	6.44	3.99	0.22	0.00

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพการใช้หน่วยบริการ (Utilization)

แบบจำลอง	ประสิทธิภาพการใช้หน่วยบริการ (%)			
	ช่วงผลผลิต	เทมัน	ช่วงรถเปล่า	จ่ายเงิน
ระบบงานจริง	95.17	99.63	74.59	45.07
กรณีที่ 1	98.66	87.14	97.58	59.33
กรณีที่ 2	49.08	99.69	74.97	45.18
กรณีที่ 3	42.50	88.86	66.65	31.12
กรณีที่ 4	60.34	83.63	94.68	44.14
กรณีที่ 5	68.25	94.89	67.70	49.97
กรณีที่ 6	92.78	96.79	91.71	67.77

2) การวัดประสิทธิภาพของระบบ มีตัวชี้วัดทั้งหมด 4 ตัว คือ เวลารอคอยในระบบ (Waiting Time) เวลาที่รถบรรทุกอยู่ในระบบ (Total Time) จำนวนรถบรรทุกที่อยู่ในระบบ (Work in Process : WIP) และจำนวนรถบรรทุกที่ระบบดำเนินการแล้วเสร็จและออกจากระบบ (Entity Complete) ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพของระบบ

ตัวชี้วัด	แบบจำลอง																		
	ระบบงานจริง	กรณี ^{ที่} 1			กรณี ^{ที่} 2			กรณี ^{ที่} 3			กรณี ^{ที่} 4			กรณี ^{ที่} 5			กรณี ^{ที่} 6		
		ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)	ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)	ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)	ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)	ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)	ผลการวัด	ผล (+/-)	% (+/-)
Waiting Time (นาที)	154.49	52.22	-102.27	+66.20	163.61	+9.12	-5.90	337.02	+182.53	-118.15	268.68	+114.19	-73.91	220.75	+66.26	-42.89	25.87	+128.62	+83.25
Total Time (นาที)	175.24	73.01	-102.23	+58.34	184.38	+9.14	-5.22	355.5	+180.26	-102.86	287.16	+111.92	-63.87	237.94	+62.70	-35.78	43.04	+132.2	+75.44
WIP (คัน)	46.32	20.37	-25.95	+56.02	53.71	+7.39	-15.95	67.15	+20.83	-44.97	76.78	+30.46	-65.76	72.04	+25.72	+55.53	17.73	+28.59	+61.72
Entity Complete(คัน)	303	397	+94	+31.02	303	0	0.00	272	-31	-10.23	385	+82	+27.06	436	+133	+43.89	595	+290	+95.71

จากตารางที่ 5 พบว่า กรณีที่ 6 มีเวลาในการรอคอยในระบบต่ำที่สุด คือ 25.87 นาท น้อยกว่าระบบงานจริงคิดเป็น 83.25 % มีเวลาที่รถบรรทุกอยู่ในระบบ 43.04 นาท น้อยกว่าระบบงานจริงคิดเป็น 75.44 % มีจำนวนรถบรรทุกที่อยู่ในระบบ 17.73 คัน น้อยกว่าระบบงานจริงคิดเป็น 61.72 % และมีจำนวนรถที่ระบบดำเนินการแล้วเสร็จและออกจากระบบจำนวน 595 คัน เพิ่มขึ้นจากระบบงานเดิมคิดเป็น 95.71 %

3) ความคุ้มค่าในการลงทุน มีตัวชี้วัดทั้งหมด 3 ตัว คือ มูลค่าการลงทุนของแบบจำลอง (Cost) ความคุ้มค่าในการลงทุน (ROI) และระยะเวลาคืนทุน (Break Event Point)

ซึ่งจากการลงทุนในแต่ละแบบจำลองมีผลการลงทุนดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงผลการลงทุนในแต่ละแบบจำลอง

แบบจำลอง	ปรับปรุงเชิงกระบวนการ	ปรับปรุงเชิงโครงสร้าง		Cost (บาท)
	RFID + Web Service (จุด)	เครื่องชั่ง (หน่วย)	แท่นเท (หน่วย)	
กรณีที่ 1	0	0	1	125,000
กรณีที่ 2	0	1	0	250,000
กรณีที่ 3	2	0	0	10,000
กรณีที่ 4	2	0	1	135,000
กรณีที่ 5	3	0	1	140,000
กรณีที่ 6	3	0	2	265,000

จากตารางพบว่า แบบจำลองกรณีที่ 6 ใช้เงินลงทุนสูงสุดคือ 265,000 บาท

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของแบบจำลอง โดยใช้เทคนิค Cost Benefit Analysis โดยกำไร (Benefit) ที่เกิดขึ้น วิเคราะห์ได้จากกำไรที่เพิ่มขึ้น จากการแปรูปแบบมันตามกำลังการผลิตของโรงงานในปีการผลิต (อัตราส่วนหัวมันสด 4.75 กิโลกรัม ต่อแป้นมัน 1 กิโลกรัม) และกำไรที่เกิดจากการประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเวลาเดินเครื่องเปล่าหรือเวลาที่ไม่มีรถบรรทุกเข้าใช้บริการ (Idle Time) ซึ่งแสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงความคุ้มค่าในการลงทุนของแบบจำลอง

แบบจำลอง	เงินลงทุน (บาท)	ความคุ้มค่าในการลงทุน	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
กรณีที่ 1	125,000	21.35	9
กรณีที่ 2	250,000	-38.62	มากกว่า 12 ปี
กรณีที่ 3	10,000	-43.15	มากกว่า 12 ปี
กรณีที่ 4	135,000	0.74	11
กรณีที่ 5	140,000	33.28	4
กรณีที่ 6	265,000	38.64	2

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่า แบบจำลองกรณีที่ 6 มีการลงทุนสูงที่สุดคือ 265,000 บาท แต่มีอัตราความคุ้มค่าในการลงทุน 38.64 และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 2 ปี ซึ่งถือว่าคุ้มค่าในการลงทุนและสามารถคืนทุนได้รวดเร็วมากที่สุด

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่ 6 ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการที่ใช้การปรับปรุงเชิงโครงสร้าง และการปรับปรุงเชิงกระบวนการ โดยการติดตั้งเครื่องอ่าน RFID ที่สถานีงานซึ่งห้วม้นสดและซั้งเบา และเชื่อมต่อเครื่องอ่านกับระบบ ERP ของโรงงานด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิส และเพิ่มจำนวนหน่วยบริการในสถานีแท่นจำนวน 2 หน่วย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยภาพรวมของกระบวนการได้ คือ สามารถลดเวลารอในแถวคอยลง 75.44 % เมื่อเทียบกับระบบงานจริง และเมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนด้วยเทคนิค Cost Benefit Analysis พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนเท่ากับ 38.64 % และสามารถคืนทุนได้ใน 2 ปีการผลิต เราจึงสามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยี RFID และเว็บเซอร์วิสสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสถานีงานให้เร็วขึ้นและลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นได้อีกทั้งยังพบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบงานที่มีกระบวนการเชื่อมต่อกันหลายๆ สถานีงาน ไม่สามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพเพียงสถานีใดสถานีหนึ่งได้ ต้องเพิ่มในทุกสถานีที่มีภาวะคอขวด เพื่อให้วัตถุดิบหรือในงานวิจัยนี้คือรถบรรทุกสามารถไหลในระบบได้อย่างสะดวก และใช้เวลาในการอยู่ในระบบและในแถวคอยน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการรับซื้อผลิตผลทางการเกษตรอื่นๆ เช่น อ้อย ข้าว หรือยางพารา เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลและสถานที่ทำวิจัย ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 6206A ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอบคุนอาจารย์และเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย. รายงานวิเคราะห์อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง. กรุงเทพฯ; 2548.
- ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง, สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข, นพดล อิ่มอม. 1-2-3 ก้าวสู่ Lean in action. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2552.
- ปานวิทย์ ชูระนุติ, ทฤษฎีแถวคอย. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิน เซอร์วิส ซัพพลาย; 2559.

- รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม ARENA (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดเคชั่น; 2553.
- สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย. องค์ประกอบของ RFID [ออนไลน์]. [อ้างอิงเมื่อ 5 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.rfid.or.th/th/technology/component.asp>.
- สุธี พงศาตุลชัย. การพัฒนาระบบด้วยสถาปัตยกรรมเชิงบริการบนเทคโนโลยีของ Web Service. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์; 2550.
- อภิวชญ์ เจษฎาพรพันธ์. ระบบจัดการโลจิสติกส์ภายในโรงงานแป้งมันสำปะหลังด้วย RFID กรณีศึกษา: บริษัท สวงวณย์อุตสาหกรรม จำกัด. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ การประชุมสัมมนาวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานครั้งที่ 9 (ThaiVCML2009); 19-21 พฤศจิกายน 2552; ชลบุรี
- Fang Lu and, Guowei Hua. A location-sizing model for electric vehicle charging station deployment based on queuing Theory. Paper presented at the International Conference on Logistics Informatics and Service Sciences (LISS); 27-29 July 2015; Barcelona, Spain.
- James C. Chen, Chen-Huan Cheng b, Po Tsang Huan. . Supply chain management with lean production and RFID application: A case study. Expert Systems with Applications 2013; 40(9): 3389-3397.
- Jeffrey K. Liker, David Meier. The Toyota way fieldbook a practical guide for implementing Toyota's 4Ps. New York: McGraw-Hill Education; 2005.
- Sundarapandian. V. Probability, Statistics and Queueing Theory. 7 Queueing Theory. V.1. PHI Learning; 2009.
- Tomoyuki Tange, Akihito Hiromori, Hirozumi Yamaguchi, Teruo Higashino, Takaaki Umedu. An Analysis Model of Queue Length Fluctuation at Signals Using Vehicle Trajectories. Paper presented at the International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE); 3-7 November 2014; Vienna, Austria.