

**การหาจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานรถตัดอ้อย
ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์**

ปภาณิสรา นันตี¹ วรญา เนืองมัจฉา² และ อธิวัฒน์ บุญมี³

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

บทคัดย่อ

การพัฒนากระบวนการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยที่มีประสิทธิภาพถือเป็นเรื่องท้าทายและได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่องในการหาแนวทางการจัดการที่จะส่งผลให้เกิดผลกำไรต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้น บทความนี้ได้ทำการศึกษาและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอาร์โนของกระบวนการตัดอ้อยด้วยรถตัดและทำการขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันพบว่า รถบรรทุกที่ใช้ร่วมกับรถตัดอ้อยมีจำนวนไม่เหมาะสม ส่งผลให้รถตัดอ้อยมีเวลารอคอยที่หน้าแปลงสูง และรถตัดอ้อยทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัญหาโดยเน้นไปที่การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยและลดเวลารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อย โดยวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานน้ำตาลกรณีศึกษา พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาสำหรับการหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมตลอดฤดูที่บอ้อย ซึ่งพบว่าแนวทางการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกจากปัจจุบัน 11 คัน เป็น 26 คัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยเพิ่มขึ้น 66.54% ระยะเวลาที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยลดลงโดยเฉลี่ย 67.45% และนอกจากนี้ยังสามารถบริหารจัดการสรรรถตัดอ้อยให้สามารถรองรับการตัดอ้อยได้จากเดิม 9,000 ตัน เป็น 14,562 ตัน ซึ่งทำให้ผลกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 4,077,037.20 บาท หรือคิดเป็น 60.59%

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, การเก็บเกี่ยวอ้อย, อ้อย

* Corresponding author. Email: fengwyn@ku.ac.th

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

² สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

³ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Determining the number of trucks suitable for increasing the utilization of sugarcane mechanical harvesters using simulation models

Panisara Nundee¹ Woraya Neungmatcha*² and Atiwat Boonmee³

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen,
Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakon Pathom 73140

Abstract

Developing a more efficient sugarcane harvesting and transport system raises a number of scientific challenges and issues regarding the changes required within the industry in order to realize maximum benefits. This article has developed a simulation model for sugarcane mechanical harvesting and transportation by truck. The purpose is to increase the efficiency in the utilization of sugarcane mechanical harvesters. There is an inadequate number of trucks waiting for the transference of sugarcane from the source area, resulting in ineffective utilization of harvesters. Therefore, this study is focused on determining the suitable number of trucks in order to increase the efficiency and to reduce the waiting time for the entire system. Based on a data analysis of a sugar factory, proposed alternative strategies for allocating different numbers of trucks were used, increasing the number of trucks from 11 to 26. The result was an increase of 66.54% in harvesting utilization and a reduction in the average mechanical harvester wait times for sugarcane planting by 66.54%. Moreover harvesting from 9,000 tons to 14,562 tons can be managed, creating a total maximum profit increase of 4,077,037.20 baht or 60.59%.

Keywords: simulation, sugarcane harvesting, sugarcane

* Corresponding author. Email: fengwyn@ku.ac.th

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus.

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus.

³ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus.

1. บทนำ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่สามารถสร้างรายได้ให้ประเทศไทยได้มากกว่าปีละ 2 หมื่นล้านบาท โดยสามารถส่งออกผลิตภัณฑ์น้ำตาลได้มากกว่า 3 ล้านตัน ซึ่งเป็นอันดับที่ 2 รองจากประเทศบราซิล [1] ประเทศไทยนั้นได้เปรียบคู่แข่งในเรื่องของต้นทุนการผลิตที่ต่ำ แต่ก็ยังเกิดปัญหาในแง่ของการจัดการระบบโลจิสติกส์อยู่ไม่น้อย ซึ่งพบปัญหาในส่วนของกระบวนการเก็บเกี่ยว และกระบวนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ดังนั้นหากประเทศไทยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการเก็บเกี่ยวและการขนส่งดังกล่าวจะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้ระบบการจัดการโลจิสติกส์ทางการส่งออก อีกทั้งยังรักษาความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งรวมทั้งการจัดการทางด้านต้นทุน ลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น รวมถึงการรักษาคุณภาพของผลผลิตและจัดการระบบโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพ ทำให้ประเทศไทยจะสามารถเป็นผู้นำในตลาดโลกต่อไปได้ ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงได้นำเสนอแนวทางในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาในการหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดเวลารอคอยของรถตัดอ้อยตลอดฤดูที่น้อยที่สุด และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานรถตัดอ้อย โดยพิจารณากระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยรถตัดอ้อยที่ทำงานร่วมกับรถบรรทุก ในเขตพื้นที่การปลูกอ้อย ของโรงงานน้ำตาลกรณีศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง ในช่วงเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2560

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้นำทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการโลจิสติกส์ และการจำลองสถานการณ์โดยการใช้โปรแกรมอารีน่า เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลองสถานการณ์

2.1 การบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Management)

การบริหารจัดการโลจิสติกส์ หมายถึง กระบวนการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การดำเนินการ และ

การควบคุมการทำงานขององค์กร รวมทั้งการบริหารจัดการข้อมูลและธุรกรรมทางการเงินที่เกี่ยวข้องให้เกิดการเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ การรวบรวม การกระจายสินค้า วัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบ และการบริการ ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพสูงสุด โดยคำนึงถึงความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ [2] ซึ่งในการบริหารโลจิสติกส์ได้ถูกจำแนกออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) โลจิสติกส์ภายในโรงงาน (Internal Logistics) และโลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) โดยวัชรชาญ และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาการขนส่งอ้อยจากแหล่งเพาะปลูกไปยังโรงงานด้วยรถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการรถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์ที่ใช้การขนส่งอ้อยไปยังโรงงาน ด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดของการขนส่ง พบว่าการใช้รถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์จะมีน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยต่อเที่ยวสูงกว่ารถบรรทุกสิบล้อ แต่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่ารถบรรทุกสิบล้อในระยะทางที่เท่ากัน มีต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่า แต่มีจำนวนรถในการขนส่งแต่ละวันมากกว่า และพบว่าประสิทธิภาพสูงสุดในการขนส่ง โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เมื่อมีการใช้รถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์จำนวน 185 คันต่อวัน และรถบรรทุกสิบล้อ 10 คันต่อวัน

2.2. การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

เป็นกระบวนการแบบจำลองของระบบจริง แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบทำงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ และเป็นการแก้ปัญหาในรูปของโปรแกรมสำหรับการคาดการณ์ล่วงหน้า ตัวอย่างเช่น ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและคัดบรรจุเสาวรสหวาน ด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) พบว่าประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวและการคัดบรรจุเสาวรสหวานมีค่าเท่ากับ 1.17 นาทีต่อกิโลกรัม และ 4.31 นาทีต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยกระบวนการคัดบรรจุจะใช้เวลานานที่สุดและใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 7 คนโดยมีต้นทุนคัดบรรจุ เท่ากับ 1.49 บาทต่อกิโลกรัมซึ่งหากมีการเพิ่มจำนวนแรงงานคนในการคัดบรรจุเป็น 8 คน 9 คน และ 10 คน จะทำให้เวลาในการคัดบรรจุเสาวรสหวานลดลง 12.5%.

22.22% และ 30% ตามลำดับ โดยจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 0.21 บาทต่อกิโลกรัม สามารถศึกษาเพิ่มเติม ได้จากงานวิจัยของ สุภาวดี และคณะ [4]

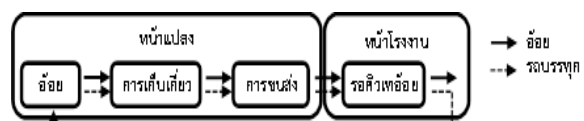
ซึ่งการจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจคือ โปรแกรมอารีนา (Arena) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเนื่องจากใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพสูง และยังช่วยวิเคราะห์ผลลัพธ์หรือผลกระทบที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต [5] ซึ่ง อณจ และคณะ [6] ได้ศึกษาระบบบริการอาหารจานด่วน เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมและวัดผล จากลูกค้าที่มาใช้บริการและพนักงานชำระเงิน โดยอาศัยตัวแบบแถวคอยและตัวแบบห่วงโซ่มาร์คอฟเป็นตัวแทนในการอธิบายร่วมกับการประมวลผลด้วยโปรแกรมเสริมใน Microsoft Excel และโปรแกรมอารีนา (Arena) พบว่า ระบบแถวคอยแยกตามผู้ให้บริการมีเวลารอคอยเฉลี่ย 0.57 นาทีซึ่งมากกว่าระบบแถวคอยเดี่ยวที่เข้าร่วมกันระหว่างผู้ให้บริการที่มีเวลารอคอยเฉลี่ย 0.08 นาทีและระบบแถวคอยทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานรับชำระเงิน สำหรับการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมวลผลระหว่าง 2 การจำลองสถานการณ์และตัวแบบระบบแถวคอย พบว่า มีความแตกต่างกันในด้านเวลารอคอยเฉลี่ยเพียงเล็กน้อย

และนอกจากนี้การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานบริการอื่นๆ เช่น การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแถวคอยในการให้บริการของโรงพยาบาล โดย ชินาวุธ และคณะ [7] ก็ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์โดยศึกษาการให้บริการของโรงพยาบาลกรณีศึกษาในจุดที่มีความหนาแน่นของผู้เข้ารับบริการ และได้จัดทำโมเดลการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์การล่องหนและเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการทำงานเดิมให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจากผลที่ได้จากแนวทางที่ได้นำเสนอพบว่า สามารถลดเวลาในการรอคอยลดลงจากวิธีเดิมได้ถึง 1.50% และค่าเวลาเฉลี่ยในการบริการลดลงจากวิธีเดิมอยู่ที่ 1.45% ตามลำดับ

3.วิธีดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาการทำงานของรถตัดอ้อยและการทำงานของรถบรรทุกที่หน้าแปลง พบว่ามีจำนวนรถบรรทุกที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ ส่งผลให้รถตัดอ้อยมีระยะเวลาในการรอคอยรถบรรทุกที่หน้าแปลงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการใช้งานรถตัดอ้อยได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการศึกษาดังกล่าว มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยรถตัด จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งในกระบวนการเก็บเกี่ยววันนั้นรถตัดอ้อยจะทำงานร่วมรถบรรทุกที่จับคู่ขนานกัน หลังจากอ้อยเต็มรถบรรทุกแล้วรถบรรทุกก็จะขนส่งอ้อยไปโรงงานทันที เพื่อเข้าสู่ระบบรอคิวเพื่ออ้อย และเมื่อดำเนินกิจกรรมในส่วนหนึ่งของโรงงานเสร็จรถบรรทุกคันเดิมก็กลับมาวิ่งแปลงเพื่อรอทำการบรรทุกอ้อยต่อไป โดยภาพรวมการไหลของกระบวนการแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การไหลของระบบการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยรถตัดที่ทำงานร่วมกับรถบรรทุก

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบจำลอง ตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง (Verification) และตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Validation) ซึ่งในแบบจำลองสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ส่วนที่ 1 การนำเข้าข้อมูลผลผลิต, ส่วนที่ 2 กระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อย, ส่วนที่ 3 การกำหนดปริมาณรถบรรทุก และส่วนที่ 4 ส่วนของโรงงานในกระบวนการรอคิวเพื่ออ้อย โดยการแบ่งเขตแปลงอ้อยตามพิกัดแปลงออกเป็น 5 เขต จาก 100 แปลง และมีปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับ 9,000 ตัน แต่ละเขตได้ผลผลิตเท่ากับ 975, 2,025, 2,825, 1,950 และ 1,225 ตัน ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2

หลังจากการสร้างแบบจำลองแล้ว จะทำการตรวจสอบแบบจำลองว่าสามารถนำแบบจำลองนี้ไปแทน

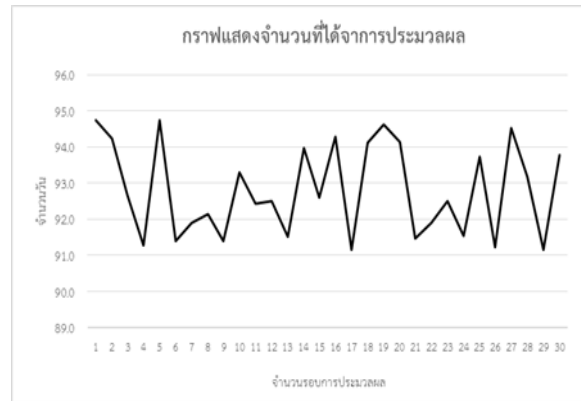
ระบบจริงได้ ซึ่งจะทำให้การทดสอบกระบวนการไหลของ ปริมาณอ้อยทั้งหมดที่มีการดำเนินการตัดอ้อยตัดครบทุก แปลงและขนส่งอ้อยไปยังโรงงานจนเสร็จสิ้นกระบวนการ แสดงดังรูปที่ 2 จะเห็นว่าปริมาณอ้อยที่ออกมามีจำนวน 9,001 ตัน ซึ่งมีความแตกต่างจากปริมาณอ้อยในระบบจริง เพียง 0.01%

Key Performance Indicators	
System	Average
Number Out	9,001

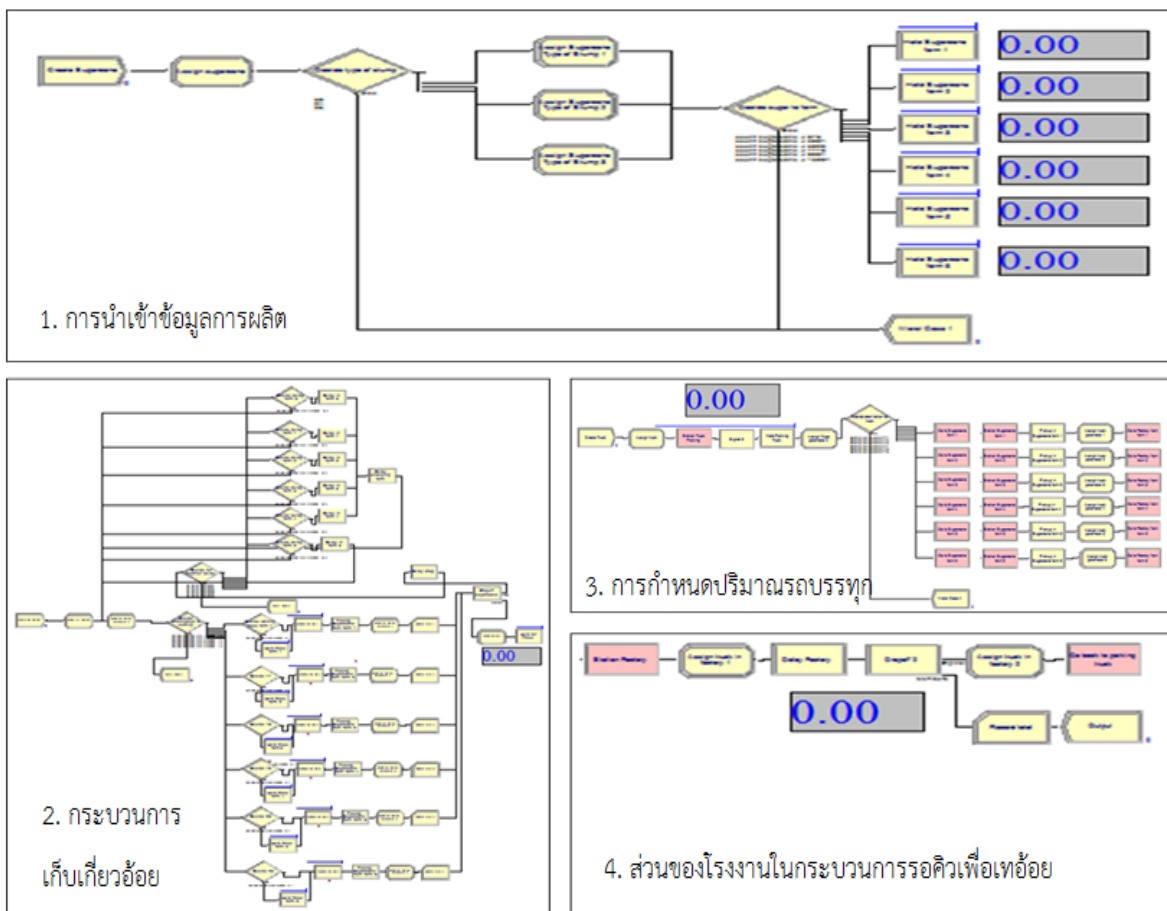
รูปที่ 2 ผลลัพธ์ปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ได้จากการแบบจำลอง

แล้วจะทำการตรวจสอบความเหมาะสมของ แบบจำลอง (Validation) โดยจะเปรียบเทียบจำนวนวัน ทำงานจริงคือ 95 วัน แต่ในการเก็บเกี่ยวอ้อยทั้งหมดให้แล้ว เสร็จของระบบจริงจะใช้เวลาทั้งสิ้นเพียง 93 วัน โดยช่วงต้น และช่วงท้ายของวันทำงานจะเป็นการตรวจสอบความ เรียบร้อยของรถตัด (ซึ่งในส่วนนี้ไม่ได้พิจารณาไว้ในการสร้าง

แบบจำลอง) ดังนั้นจะเปรียบเทียบเฉพาะวันที่ใช้ในการเก็บ เกี่ยวทั้งหมด 93 วันกับจำนวนวันเก็บเกี่ยวที่ได้จากการ จำลองสถานการณ์ที่จำนวนรอบการประมวลผลซ้ำ 30 ซ้ำ โดยค่าที่ได้มาจากแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างรอบการประมวลผลแต่ละรอบ กับจำนวนวันเก็บเกี่ยว



รูปที่ 4 แบบจำลองโมเดลด้วยโปรแกรมอารีนา

โดยจะทำการทดสอบสมมติฐาน ค่าเฉลี่ยสำหรับ 1 กลุ่มตัวอย่าง (ผลดังตารางที่ 1 และ 2)

H_0 ค่าเฉลี่ย (μ) ของจำนวนวันเก็บเกี่ยวที่ได้จาก

แบบจำลองเท่ากับ 93 วัน หรือ $H_0: \mu=93$

H_1 ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันเก็บเกี่ยวที่ได้จาก

แบบจำลองไม่เท่ากับ 93 วัน หรือ $H_1: \mu \neq 93$

ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมมติฐาน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
HarvestDay	30	92.7933	1.28719	.23501	
One-Sample Test					
Test Value = 93					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference
					Lower Upper
HarvestDay	-.879	29	.386	-.20667	-.6873 .2740

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า*(Sig(2-tailed) = 0.386 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักนั้นคือค่าเฉลี่ยของจำนวนวันเก็บเกี่ยวที่ได้จากแบบจำลองเท่ากับ 93 วัน (หรือเท่ากับจำนวนวันเก็บเกี่ยวในระบบจริง)

นั่นหมายความว่าแบบจำลองนี้สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ นอกจากนี้เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลมีเวลาไม่นาน ดังนั้นเพื่อให้ผลการทดลองมีความแม่นยำมากขึ้นและจะทำให้ค่า Half width มีค่าเข้าใกล้ 0 จึงทำการกำหนดจำนวนรอบประมวลผลซ้ำที่ 50 รอบ การประมวลผลซ้ำ โดยตัวอย่างค่า Half width ที่ได้จากการกำหนดจำนวนรถบรรทุกที่ 10 คัน แสดงดังรูปที่ 5

Resource						
Usage						
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
cutting in farm	0.2824	.00	0.2815	0.2833	0.00	1.0000
Number Busy	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
cutting in farm	0.2824	.00	0.2815	0.2833	0.00	1.0000
Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
cutting in farm	1.0000	.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
cutting in farm	0.2824	.00	0.2815	0.2833		
Total Number Seized	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
cutting in farm	9000.00	.00	9000.00	9000.00		

รูปที่ 5 ค่า Half Width จากการประมวลผลจำนวนซ้ำ 50 ซ้ำ ที่ได้จากการกำหนดจำนวนรถบรรทุกที่ 10 คัน

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาและสร้างแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งปัญหาที่พบนั้นจะเกิดขึ้นในส่วนของกระบวนการการตัดอ้อย คือมีการสะสมของปริมาณอ้อย (Entity) เป็นจำนวนมาก เนื่องจากปริมาณของรถบรรทุกที่มารองรับอ้อยมีจำนวนไม่เหมาะสมกับกำลังการตัดของรถตัดอ้อย ส่งผลให้เกิดการรอคอยรถบรรทุกของรถตัดอ้อยที่หน้าแปลง และทำให้เกิดการใช้งานรถตัดอ้อยได้ไม่เต็มประสิทธิภาพอีกด้วย (พิจารณาได้จากค่า Scheduled Utilization ที่ได้จากการรายงานผลของโปรแกรมอาร์เนา) ซึ่งปัจจุบันมีจำนวนรถบรรทุกอยู่เพียง 11 คัน คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบกลยุทธ์เพื่อหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมที่ทำงานตลอดฤดูหีบ (93 วัน) โดยคาดว่าถ้าหากมีจำนวนรถบรรทุกเหมาะสมกับกระบวนการ จะทำให้เวลารอคอยรถบรรทุกของรถตัดอ้อยที่หน้าแปลงลดลง และส่งผลให้จำนวนวันเก็บเกี่ยวนั้นลดลงได้อีกด้วย

จากแนวความคิดดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบการทดลองโดยการปรับจำนวนรถบรรทุกเป็น 5 ระดับคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 คัน และปรับแบบจำลองโดยการเพิ่มเขตแปลงอ้อยเขตที่ 6 (Dummy) ไว้สำหรับรองรับการกำหนดปริมาณอ้อยที่เพิ่มขึ้นเพื่อหาปริมาณอ้อยที่ตัดได้สูงสุดของรถตัดอ้อยตลอดฤดูหีบ สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการประมวลผลจากการกำหนดจำนวนรถบรรทุกทั้ง 5 ระดับ

จำนวนรถบรรทุก (คัน)	ปริมาณอ้อยที่ตัดได้ (ตัน)	ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อย	เวลารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัด (ชั่วโมง)
10	8,667	28.24%	1.89
20	12,525	40.74%	1.03
30	14,800	47.13%	0.14
40	14,775	47.13%	0.05
50	14,662	47.13%	0.05

จากตารางที่ 2 พบว่าช่วงจำนวนรถบรรทุกที่ 20 ถึง 50 คัน จะเป็นช่วงที่ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยมีแนวโน้มเป็นค่าสูงสุด (Maximize Utilization) และระยะเวลาการรอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยลดลง แต่เมื่อพิจารณาช่วงจำนวนรถบรรทุกที่ 30 ถึง 40 คัน จะพบว่าระยะเวลาการรอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย (0.09 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 5.4 นาที) ซึ่งอาจไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนในการจัดการรถบรรทุกเพิ่มเติม ดังนั้นในการพิจารณาเลือกช่วงจำนวนรถบรรทุกที่ 20 ถึง 30 คัน จึงถือเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์โดยละเอียดต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ผลลัพธ์ จากการหาจำนวนรถบรรทุกโดยละเอียดพบว่า ถ้าหากทำการกำหนดจำนวนรถบรรทุกเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ระยะเวลาการรอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยลดลงจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดที่กำหนดไว้ข้างต้น ดังนั้นเมื่อมีจำนวนวันเก็บเกี่ยวที่ลดลงแล้ว จึงทำให้สามารถนำรถตัดอ้อยไปบริหารจัดการตัดอ้อยให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งผลลัพธ์จากการประมวลผลสรุปได้ดังตารางที่ 3 โดยจะเป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดจำนวนรถบรรทุกตั้งแต่ 20 ถึง 30 คัน กับจำนวนรถบรรทุก 11 คัน

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการประมวลผลจากการวิเคราะห์หาจำนวนรถบรรทุกโดยละเอียด

จำนวนรถบรรทุก (คัน)	ปริมาณอ้อยที่ตัดได้ (ตัน)	ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยของรถตัดอ้อย	เวลารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัด (ชั่วโมง)
11	9,000	28.30%	1.89
20	12,525	40.74%	1.03
21	12,825	41.70%	1.00
22	13,475	43.79%	0.97
23	13,712	44.63%	0.95
24	13,962	45.43%	0.85
25	14,325	46.69%	0.73
26	14,562	47.13%	0.64
27	14,687	47.13%	0.32
28	14,662	47.13%	0.28
29	14,750	47.13%	0.20
30	14,800	47.13%	0.14

จากตารางที่ 3 พบว่าการกำหนดรถบรรทุกจำนวน 26 คัน เป็นจำนวนรถบรรทุกที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยมีค่าสูงสุด และจะเริ่มคงที่ไปตลอด โดยผลต่างของปริมาณอ้อยที่ตัดได้ในช่วงที่ประสิทธิภาพที่คงที่นั้นมีปริมาณแตกต่างกันไม่มาก อีกทั้งยังสามารถช่วยเวลารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดมีค่าลดต่ำลงอีกด้วย จึงสามารถสรุปได้ว่าที่จำนวนรถบรรทุกจำนวน 26 คัน คือปริมาณของรถบรรทุกที่เหมาะสมที่สุด

4. ผลการวิจัย

จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในแต่ละแนวทางเพื่อหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมแล้ว เนื่องจากรถตัดอ้อยมีราคาที่สูงมาก และโรงงานต้องการที่จะใช้รถบรรทุกประโยชน์จากการใช้รถตัดอ้อยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดฤดูเก็บ (93 วัน) โดยในการพิจารณาความคุ้มค่าในแง่ของโรงงานจะไม่พิจารณาค่าต้นทุนในการลงทุนด้านการจัดซื้อจัดการรถบรรทุก เนื่องจากปัจจุบันรถบรรทุกที่เข้ามาในระบบจะเป็นความรับผิดชอบของชาวไร่อ้อย ดังนั้นผลจากการศึกษานี้จะใช้เพื่อพิจารณาเป็นทางเลือกให้กับทางโรงงาน

เพื่อขยายโคเวตารรถบรรทุกที่จะเข้ามาส่งอ้อยชนิดอ้อยท่อนหรืออ้อยที่เก็บเกี่ยวด้วยรถตัดให้มีอัตราสูงขึ้นเพื่อให้เกิดการใช้รถตัดซึ่งส่วนใหญ่เป็นการลงทุนของโรงงานและเป็นรถตัดของเกษตรกรบางส่วนให้ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันจำนวนรถบรรทุกที่ส่งอ้อยท่อนจากเดิม 11 คัน เพิ่มขึ้นเป็น 26 คันจากทางเลือกที่ได้จากผลลัพธ์จากแบบจำลองจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดจากเดิม 28.30% มีค่าเป็น 47.13% หรือเพิ่มขึ้น 66.54% เวลาารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดลดลง 67.45% จากประสิทธิภาพของรถตัดอ้อยที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดลดลง ทำให้ทางโรงงานสามารถนำรถตัดอ้อยไปบริหารจัดการตัดอ้อยได้ในปริมาณอ้อยที่เพิ่มขึ้นเป็น 14,562 ตันหรือเพิ่มขึ้น 61.80% ซึ่งปริมาณอ้อยที่เพิ่มขึ้นนี้จะนำไปวิเคราะห์เพื่อหาผลกำไรสุทธิต่อไป

โดยในการคำนวณหากำไรสุทธิของแบบจำลองสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1), (2) และ (3) ดังนี้

$$\text{ผลกำไรสุทธิ} = A + B \quad (1)$$

$$A = C \times D \quad (2)$$

$$B = E + F \quad (3)$$

โดยที่ A คือ มูลค่าอ้อย (บาท)

B คือ ค่าใช้จ่ายหน้าแปลง (บาท)

C คือ ปริมาณอ้อย (ตัน)

D คือ ราคาขายอ้อย (บาทต่อตัน)

E คือ ค่าใช้จ่ายรถบรรทุก (บาท)

F คือ ค่าใช้จ่ายรถตัดอ้อย (บาท)

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงของปริมาณอ้อยที่ตัดได้ตลอดช่วงฤดูเก็บ

	ปริมาณอ้อย(ตัน)	มูลค่าอ้อย(บาท)	ค่าใช้จ่ายหน้าแปลง(บาท)	ผลกำไรสุทธิ(บาท)
ก่อนปรับปรุง	9,000	9,000,000	2,271,172	6,728,827
หลังปรับปรุง	14,562	14,562,000	3,756,135	10,805,864
ผลต่าง	5,562	5,562,000	1,484,962	4,077,037

จากตารางที่ 4 จะพบว่าปริมาณอ้อยที่ตัดได้เพิ่มขึ้น 5,562 ตัน คิดเป็นมูลค่า 5,562,000 บาท (พิจารณาราคาขายอ้อยเท่ากับ 1,000 บาทต่อตัน) และทำให้ผลกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 4,077,037.20 บาท คิดเป็น 60.59%

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสม และลดระยะเวลาารอคอยในแปลงของรถตัดอ้อย ด้วยการใช้โปรแกรมอารีนา โดยทำการแบ่งเขตแปลงอ้อยตามพิกัดแปลงออกเป็น 5 เขต จาก 100 แปลง ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ 1) รถตัดทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และ 2) รถบรรทุกมีจำนวนไม่เหมาะสมกับระบบงานจริง จึงนำมาสู่การพัฒนาแบบจำลองเพื่อหาแนวทางแก้ไขโดยจะมุ่งเน้นไปที่การหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับระบบการทำงาน โดยระบบการทำงานปัจจุบันของรถตัดอ้อยที่ทำการพิจารณานั้นมีปริมาณผลผลิตรวมเท่ากับ 9,000 ตัน แบ่งออกเป็น 5 เขตการทำงาน แต่ละเขตได้ผลผลิต เท่ากับ 975, 2,025, 2,825, 1,950 และ 1,225 ตัน ตามลำดับ และมีการใช้รถบรรทุกจำนวน 11 คัน เพื่อขนส่งอ้อยไปยังโรงงาน โดยที่ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยมีค่าเท่ากับ 28.30% และกำลังการตัดเฉลี่ยเท่ากับ 15.7 ตันต่อชั่วโมง

หลังจากการวิเคราะห์หาช่วงจำนวนของรถบรรทุกที่เหมาะสม พบว่าช่วงจำนวนรถบรรทุกที่ 20 ถึง 30 คัน จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยมีแนวโน้มสูงสุด และเวลาารอคอยหน้าแปลงของรถตัดอ้อยมีค่าลดลง จึงได้นำข้อมูลช่วงนี้ไปวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสม ซึ่งหลังจากพัฒนาแบบจำลองเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงที่เหมาะสมคือ การเพิ่มจำนวนรถบรรทุกจากเดิม 11 คัน เป็น 26 คัน โดยเมื่อพิจารณาการทำงานตลอดช่วงฤดูเก็บ (93 วัน) จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดเพิ่มขึ้น 66.54% ระยะเวลาารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยลดลง 67.45% ปริมาณอ้อยที่ตัดได้จาก 9,000 ตันเพิ่มขึ้นเป็น 14,562 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม 5,562 ตัน และทำให้ผลกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 4,077,037.20 บาท คิดเป็น

60.59% ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม เนื่องจากสามารถทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยเพิ่มขึ้น เวลารอคอยที่หน้าแปลงของรถตัดอ้อยลดลง ซึ่งจะช่วยให้โรงงานสามารถบริหารจัดการรถตัดอ้อยให้เกิดอรรถประโยชน์จากรถตัดหนึ่งคันต่อฤดูที่บอ้อยได้สูงที่สุด และยังเกิดความคุ้มค่าจากการลงทุนในการซื้อรถตัดอ้อยมาใช้งานอีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

(27 สิงหาคม 2559). รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2557/58, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9810.pdf>

[2] กุลศิริ กลั่นนุรักษ์. (27 สิงหาคม 2559). ระบบโลจิสติกส์ กับภาคการเกษตร, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.ndoae.doe.go.th/news/news_099.html

[3] วัชรชาญ สุขเจริญวิภารัตน์. การศึกษาศักยภาพการขนส่งอ้อยด้วยรถแทรกเตอร์ลากเทรลเลอร์. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555.

[4] สุภาวดี ผลพันธ์, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, สมพงษ์ เจริญธรรมสถิต, เสาวลักษณ์ ยองรัมย์ และ ไฉไล กองทอง. “การจำลองสถานการณ์ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยวและคัดบรรจุเสาวรสหวาน (กรณีศึกษา พื้นที่ขยายผลโครงการหลวงบริเวณลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน)”. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: หน้า 206-210, 2556.

[5] จุฑา พิษิตลำเค็ญ. พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงกลุ่มเพื่อการประยุกต์ใช้กับปัญหาจริง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.

[6] อณจ ชัยมณี, ขวลิต มณีศรี และจุฑา พิษิตลำเค็ญ. “การวิเคราะห์แบบจำลองระบบ การให้บริการอาหารจาน

ด่วน” การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2555. เพชรบุรี: หน้า 66-72, 2555.

[7] ชินาวุธ โทจันทร์, งามอาจ ศรีนวล และโสภณ จิตภิรมย์ศักดิ์. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแถวคอกในการให้บริการของโรงพยาบาล: กรณีศึกษา. ปรินญาบัณฑิตปรินญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2555.