

การพัฒนาารูปแบบแถวคอยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโลจิสติกส์ขาเข้าของโรงงานน้ำตาล
Development of Queuing Pattern for Efficient Improvement of Inbound Logistics of Sugar Factory

เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์¹ และเสาวลักษณ์ ยองรัมย์¹
Kriengkri Kaewtrakulpong¹ and Saowaluck Yongram¹

Abstract

This research was conducted in an effort to improve the efficiency of inbound logistics of sugar factory in Thailand. Normally, during middle of harvesting season, sugarcane supply was at its peak higher than milling capacity of sugar factory. Hundreds of trucks had to wait long hours queueing in front of sugar factory. This caused deterioration of sugarcane quality, also losing weight after harvesting. Hence, field test and time studies covering all operations of sugarcane unloading process of one sugar factory in Rajburi province were conducted to gain insight of the process. Queuing theory was used to predict arrival rates of the harvests. Result showed that time used for weighing sugarcane was of Poisson distribution. Unloading times for chopped cane and stalk cane were Poisson and beta distributions, respectively. Times spent for removing residual cane and weighing the empty truck was of exponential and beta distributions, respectively. The data were used for designing the queueing technique using Arena simulation software. The queueing pattern was developed based on input data from the factory. The computational simulation was repeated thousand times to check the performance of the proposed queueing pattern. Result showed that the proper arrangement for number of unloading of chopped cane and stalk cane stations decreasing the waiting time of truck in queue. The percentage of decrease in the total time used in the processes was 13.76%, when comparing the designed with the currently-used queueing pattern.

Keywords: Queue, Simulation, Sugarcane

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเทอ้อยของโรงงานน้ำตาล ซึ่งในแต่ละฤดูกาลที่อ้อยนั้นจะมีรถบรรทุกจำนวนมากที่ต้องรอคิวเพื่อรอเทอ้อยอยู่หน้าโรงงานเป็นเวลานาน งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารูปแบบวิธีการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี และศึกษาตัวแปรด้านเวลาที่เกี่ยวข้องของกระบวนการเทอ้อย จากนั้นได้ใช้ทฤษฎีแถวคอยมาทำการวิเคราะห์หาอัตราการเข้ามาและรูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลาการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยในทุกขั้นตอนของกระบวนการเทอ้อย โดยพบว่าขั้นตอนการซึ่งเข้ามีการแจกแจงแบบ Poisson ขั้นตอนการเทอ้อยก่อนและเทอ้อยลำมีการแจกแจงแบบ Poisson และแบบ Beta ตามลำดับ ขั้นตอนการนำเศษอ้อยออกจากรถบรรทุกมีการแจกแจงแบบ Exponential และขั้นตอนการซึ่งออกมีการแจกแจงแบบ Beta จากนั้นทำการออกแบบรูปแบบแถวคอยเทอ้อยขึ้นมาใหม่ และใช้โปรแกรม Arena มาทำการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับรูปแบบที่โรงงานน้ำตาลในพื้นที่ศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลการจำลองสถานการณ์พบว่า รูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ออกแบบโดยการกำหนดจำนวนช่องเทอ้อยเฉพาะสำหรับเทอ้อยลำและเทอ้อยท่อนที่สอดคล้องกับสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและปริมาณอ้อยท่อนที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาล จะสามารถลดเวลารอคอยเทอ้อยได้ 13.76% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

คำสำคัญ: แถวคอย, จำลองสถานการณ์, อ้อย

¹ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Farm Mechanics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยสามารถสร้างรายได้ให้แก่ประเทศจากการส่งออกน้ำตาลปีละประมาณ 200,000 ล้านบาท (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2556) เมื่อพิจารณาถึงโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) ของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล พบว่า กระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลเป็นกระบวนการที่มีความเกี่ยวเนื่องและมีความสัมพันธ์กับกระบวนการขนส่งอ้อย หากมีการจัดการในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยที่มีประสิทธิภาพ แต่การจัดการในกระบวนการขนส่งอ้อยไม่มีประสิทธิภาพก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอ้อย โดยที่ผ่านมามาจนถึงปัจจุบัน อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของประเทศไทยมักประสบกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ขาเข้าของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้ 1) ปริมาณกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลมีขีดจำกัด ทำให้รถบรรทุกต้องติดคิวเพื่อรอเพื่อเข้าสู่วิทยาลัยหน้าโรงงาน โดยเฉพาะในช่วงกลางฤดูเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรมีความพร้อมด้านแรงงานเก็บเกี่ยว ซึ่งจะส่งผลทำให้รถบรรทุกที่ติดคิวแล้ว ต้องกองอยู่ในแปลงเพื่อรอคอยการขนส่งเป็นเวลานานเกินไป หรือหากเป็นกรณีที่ใช้รถตัดอ้อยมาทำการเก็บเกี่ยว ก็จะมีรถบรรทุกที่ติดคิวต้องหยุดการปฏิบัติงานและจอดคอยรถบรรทุกที่แปลงอ้อยบ่อยครั้งเกินไป ทำให้การตัดอ้อยด้วยรถตัดอ้อยเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพและทำให้มีต้นทุนสูงขึ้น และ 2) การจัดการลานรับอ้อยหน้าโรงงานยังไม่ดีพอ โดยเฉพาะในกรณีคิวเสี ทำให้เกิดปัญหาการรอคอยการเทอ้อยที่นานเกินไป ซึ่งทั้งสองกรณีจะทำให้รถบรรทุกที่เข้าสู่โรงงานมีคุณภาพที่ไม่ดีอีกด้วย กล่าวคือ น้ำหนักและปริมาณความหวานของอ้อยจะลดลงตามระยะเวลาในการรอคอยเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล (Semenzato, 1995) ส่งผลให้ผลตอบแทนของเกษตรกรลดลง เนื่องจากการรับซื้ออ้อยของโรงงานน้ำตาลเป็นการรับซื้ออ้อยตามคุณภาพและค่าความหวานของอ้อย หากอ้อยมีค่าความหวานน้อยก็จะทำให้ราคาต่อปริมาณตันอ้อยที่เกษตรกรจะได้รับมีค่าน้อยลงตามไปด้วย

งานวิจัยนี้ตระหนักถึงความสำคัญของการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการโลจิสติกส์ขาเข้าของการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล เพื่อให้สามารถป้อนอ้อยที่มีคุณภาพดีเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาล จึงมุ่งศึกษาออกแบบรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่เหมาะสม และใช้โปรแกรม Arena มาทำการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกับรูปแบบที่โรงงานน้ำตาลในพื้นที่ศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาขั้นตอนในการรับอ้อยของโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในพื้นที่ศึกษาจังหวัดราชบุรี เพื่อให้ทราบถึงกำลังการผลิตและข้อจำกัดของโรงงาน
2. ศึกษารูปแบบวิธีการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกอ้อยหน้าโรงงานน้ำตาล
3. ศึกษาตัวแปรทางด้านเวลาในแต่ละขั้นตอนการรับอ้อย และช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อย
4. ทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงเวลาให้บริการในแต่ละขั้นตอนของการรับอ้อย และหารูปแบบการแจกแจงช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุก ด้วยเครื่องมือ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena
5. พัฒนาแบบจำลองเพื่อศึกษารูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลในพื้นที่ศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบันโดยใช้โปรแกรม Arena และทำการจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์ให้ทราบถึงประสิทธิภาพและข้อจำกัดของรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลใช้อยู่ในปัจจุบัน
6. นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 5 มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบแถวคอยเทอ้อยรูปแบบใหม่
7. นำรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ได้ออกแบบไว้มาจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผล

1. รูปแบบวิธีการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารรถบรรทุกหน้าโรงงานน้ำตาล

1.1 โรงงานน้ำตาลที่ทำการศึกษามีกำลังการผลิตเท่ากับ 12,000 ตันอ้อย/วัน โดยในฤดูเก็บเกี่ยวพ.ศ. 2555/2556 ได้ดำเนินการผลิตเป็นระยะเวลา 110 วัน มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอ้อยที่ป้อนเข้าโรงงานเท่ากับ 12,052.01 ตัน/วัน

1.2 ความสามารถในการรองรับรถบรรทุกอ้อยสามารถสรุปได้ดังนี้ ลานนอกสามารถรองรับรถบรรทุกอ้อยได้ประมาณ 180 คัน และลานในสามารถรองรับรถบรรทุกอ้อยได้ประมาณ 40 คัน ซึ่งมีข้อกำหนดว่าต้องมีรถบรรทุกอย่างน้อย 30 คันในลานในถึงจะมีการเรียกรถบรรทุกอ้อยเข้าเทอ้อย โดยอ้อยที่นำมาส่งเข้าโรงงานมี 2 ชนิด คือ อ้อยสด และอ้อยไฟไหม้ โดย

ปริมาณอ้อยสดและปริมาณอ้อยไฟไหม้ที่นำมาส่งโรงงานน้ำตาลมีค่าประมาณ 60% และ 40% ของปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ป้อนเข้าโรงงาน ส่วนลักษณะอ้อยที่นำมาส่งเข้าโรงงานน้ำตาลจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คืออ้อยลำ (อ้อยที่ถูกตัดโดยใช้แรงงานคน) และอ้อยท่อน (อ้อยที่ถูกตัดโดยรถตัดอ้อย) ซึ่งสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและอ้อยท่อนที่ส่งโรงงานน้ำตาลมีค่าประมาณ 70% และ 30% ของปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ป้อนเข้าโรงงาน

1.3 จำนวนแถวเทอ้อยมีทั้งหมด 5 แถว และใช้ร่วมกันทั้งอ้อยท่อนและอ้อยลำ โดยในการเรียกเข้าช่องเทอ้อยจะเรียกตามลำดับรถบรรทุกอ้อย คันไหนมาก่อนจะได้เทอ้อยก่อน (First In First Out) ซึ่งการยกคัมพ์เพื่อเทอ้อยจะเรียงลำดับจากช่องที่ 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ รถบรรทุกอ้อยที่เป็นรถพ่วงจะถูกเรียกเข้าเทอ้อยได้เฉพาะช่องที่ 1 และช่องที่ 2 เท่านั้น

1.4 โรงงานน้ำตาลจะจำแนกประเภทรถบรรทุกที่นำอ้อยมาส่งตามระยะทางขนส่งจากไร่มาถึงโรงงาน คือ รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ (ระยะทางขนส่งจากไร่มาถึงโรงงานน้อยกว่า 60 กิโลเมตร) และรถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ (ระยะทางขนส่งจากไร่มาถึงโรงงานมากกว่า 60 กิโลเมตร)

2. ขั้นตอนการรับอ้อยและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการป้อนอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล

ขั้นตอนการรับอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลมีอยู่หลายขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนการรับคิว ซึ่งเข้า เทอ้อย นำเศษอ้อย ออกจากรถบรรทุก และขั้นตอนการซึ่งออก ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน รวมทั้งเวลาที่รถบรรทุกอ้อยในพื้นที่ รถบรรทุกอ้อยนอกพื้นที่ รถบรรทุกอ้อยท่อน และรถบรรทุกอ้อยลำใช้ในแต่ละขั้นตอนของการป้อนอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล ได้สรุปและรายงานไว้แล้วโดยเสาวลักษณ์ และคณะ (2556)

3. ผลการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนของการป้อนอ้อยเข้าสู่โรงงาน

เมื่อนำทฤษฎีแถวคอยมาทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการป้อนอ้อยเข้าโรงงาน พบว่า ขั้นตอนการรับคิวมีการแจกแจงแบบ Weibull ขั้นตอนการซึ่งเข้ามีการแจกแจงแบบ Poisson ขั้นตอนการเทอ้อยท่อนและเทอ้อยลำมีการแจกแจงแบบ Poisson และแบบ Beta ตามลำดับ ขั้นตอนการนำเศษอ้อยออกจากรถบรรทุกมีการแจกแจงแบบ Exponential และขั้นตอนการซึ่งออกมีการแจกแจงแบบ Beta

สำหรับผลการทดสอบรูปแบบการแจกแจงช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยไฟไหม้ในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 21.00 น. พบว่า มีรูปแบบการแจกแจงเป็นแบบ Lognormal โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.22 นาที ส่วนรูปแบบการแจกแจงช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยสด พบว่า มีรูปแบบการแจกแจงแบบ Exponential โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 นาที (เสาวลักษณ์ และคณะ, 2556)

4. ผลการจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ออกแบบกับรูปแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เนื่องด้วยทางโรงงานน้ำตาลมีนโยบายที่จะเพิ่มปริมาณอ้อยท่อนให้เข้าสู่โรงงานมากขึ้น จึงได้ลงทุนซื้อรถตัดอ้อยสำหรับบริการเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาพบว่า การเทอ้อยท่อนจะใช้เวลาในการเทที่น้อยกว่าการเทอ้อยลำ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นที่จะต้องแยกช่องเทอ้อยออกเป็นเฉพาะสำหรับอ้อยท่อนและเฉพาะสำหรับอ้อยลำ เพื่อเพิ่มโอกาสให้รถบรรทุกที่ขนส่งอ้อยท่อนได้เสร็จสิ้นกระบวนการเทอ้อยเร็วขึ้นและกลับไปปฏิบัติงานในแปลงร่วมกับรถตัดอ้อยได้เร็วขึ้น อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้กับรถตัดอ้อยและลดต้นทุนการดำเนินงานของรถตัดอ้อยลงได้ด้วย คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบรูปแบบแถวคอยเทอ้อยรูปแบบใหม่ขึ้น คือ กำหนดช่องสำหรับเทอ้อยลำจำนวน 3 ช่อง และกำหนดช่องสำหรับเทอ้อยท่อนจำนวน 2 ช่อง ซึ่งเป็นการกำหนดจำนวนช่องเทอ้อยที่สอดคล้องกับสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและอ้อยท่อนที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลที่จากการศึกษาพบว่ามีค่าประมาณ 70% และ 30% ของปริมาณอ้อยทั้งหมดที่ป้อนเข้าโรงงานตามลำดับ

เมื่อนำรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ได้ออกแบบไว้มาจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับรูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่โรงงานน้ำตาลใช้อยู่ในปัจจุบัน ภายใต้สมมติฐานตามผลการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการป้อนอ้อยเข้าโรงงาน และช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยตามที่ได้รายงานไว้ในหัวข้อก่อนหน้า ผลการจำลองสถานการณ์ดังกล่าว จำนวน 1,000 ซ้ำ พบว่า รูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ออกแบบโดยการกำหนดจำนวนช่องเทอ้อยเฉพาะสำหรับเทอ้อยลำและเทอ้อยท่อนที่สอดคล้องกับสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและปริมาณอ้อยท่อนที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาล จะสามารถลดเวลารอคอยเทอ้อยได้ 13.76% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

วิจารณ์ผล

รูปแบบแถวคอยเทอ้อยที่ได้ออกแบบไว้ในงานวิจัยนี้ เป็นการกำหนดจำนวนช่องเทอ้อยเฉพาะสำหรับเทอ้อยลำและเฉพาะสำหรับเทอ้อยท่อน (ที่ถูกเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดค้อย) ให้สอดคล้องกับสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและปริมาณอ้อยท่อนที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาล ซึ่งนอกจากจะเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการหน้าลานเทอ้อยของโรงงานน้ำตาลแล้ว ยังเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเก็บเกี่ยวค้อยโดยใช้รถตัดค้อยอีกด้วย ดังนั้น สำคัญอย่างยิ่งที่การส่งเสริมการเก็บเกี่ยวค้อยโดยใช้รถตัดค้อย เพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนแรงงานตัดค้อย และเพื่อช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะทางอากาศและภาวะโลกร้อน จำเป็นต้องตระหนักถึงรูปแบบแถวคอยเทอ้อยและจำนวนช่องเทอ้อยของโรงงานน้ำตาลด้วย

สรุป

1. งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงช่วงเวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการบ่อนอ้อยเข้าสู่โรงงาน และหารูปแบบการแจกแจงช่วงเวลาห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกที่ขนส่งอ้อยแต่ละชนิด
2. การกำหนดจำนวนช่องเทอ้อยเฉพาะสำหรับเทอ้อยลำและเทอ้อยท่อนที่สอดคล้องกับสัดส่วนปริมาณอ้อยลำและปริมาณอ้อยท่อนที่ส่งเข้าโรงงานน้ำตาล สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพโลจิสติกส์ขาเข้าของโรงงานน้ำตาลได้ถึง 13.76%

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2556. การส่งออกน้ำตาลไปนอกราชอาณาจักรจำแนกตามประเทศปลายทางยอดสะสมเดือนมกราคม พฤษภาคม-2556. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.ocsb.go.th/upload/cuntry/fileupload/4517-4868.pdf>. (26 กรกฎาคม 2556).
- เสาวลักษณ์ ยองรัมย์, เกียรติไกร แก้วตระกูลพงษ์, สมพงษ์ เจษฎารวมสถิต, รักศักดิ์ เสริมศักดิ์, ชูติ ม่วงประเสริฐ, ปิยะ กิตติภาดากุล และ เรวดี เลิศฤทัยไยธิน. 2556. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการเทอ้อยของโรงงานน้ำตาล. ใน เรื่องเต็มการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 13 (VCML 2013), วันที่ 21-22 พฤศจิกายน 2556, โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชันเซ็นเตอร์, จังหวัดขอนแก่น.
- Semenzato, R. 1995. A simulation study of sugar cane harvesting. *Agricultural Systems*. 47(4): 427-437.