

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อออกแบบแผนการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยของรถตัดอ้อย เพื่อให้ได้ผลผลิตน้ำตาลโดยรวมมีค่ามากที่สุด และลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาล จึงได้ศึกษารูปแบบวิธีการที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวอ้อยของรถตัดอ้อย ศึกษาวิเคราะห์หาต้นทุนดำเนินการในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อยและขนส่งอ้อย ศึกษารูปแบบการบริหารอ้อยเข้าสู่โรงงาน ศึกษาและวิเคราะห์ตัวแปรด้านเวลาในกระบวนการขนย้ายรถตัดอ้อยจากแปลงหนึ่งไปยังอีกแปลงหนึ่ง ออกแบบและพัฒนาสมการพยากรณ์ผลผลิตอ้อยและค่าความหวานของอ้อยพันธุ์หลักที่ปลูกในพื้นที่ศึกษา ออกแบบและพัฒนาอัลกอริธึมสำหรับจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยของรถตัดอ้อย และการทดสอบแผนการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยตามที่ได้ออกแบบไว้ด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนดำเนินการในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อยและขนส่งอ้อยที่เป็นต้นทุนต่อไร่ มีค่าเท่ากับ 2,275 บาทต่อไร่ (หากกำหนดให้ปริมาณผลผลิตอ้อยเท่ากับ 13 ตันต่อไร่) ในขณะที่ต้นทุนดำเนินการในกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยโดยใช้แรงงานคนตัดและรวบรวมขนอ้อยใส่รถบรรทุกโดยใช้รถคืบอ้อย มีค่าเท่ากับ 2,484 บาทต่อไร่ เมื่อนำทฤษฎีแฉกคอยมาทำการวิเคราะห์หารูปแบบการแจกแจงของช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการป้อนอ้อยเข้าโรงงาน พบว่า ขั้นตอนการรับบัตรคิวมีการแจกแจงแบบ Weibull ขั้นตอนการซึ่งเข้ามีการแจกแจงแบบ Poisson ขั้นตอนการเทอ้อยท่อนและเทอ้อยลำมีการแจกแจงแบบ Poisson และแบบ Beta ตามลำดับ ขั้นตอนการนำเศษอ้อยออกจากรถบรรทุกมีการแจกแจงแบบ Exponential และขั้นตอนการซึ่งออกมีการแจกแจงแบบ Beta โดยที่ช่วงเวลาที่ห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยใหม่ในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 21.00 น. มีรูปแบบการแจกแจงเป็นแบบ Lognormal โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.22 นาที และช่วงเวลาที่ห่างของการเข้ามาของรถบรรทุกอ้อยสด มีรูปแบบการแจกแจงแบบ Exponential โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 นาที สำหรับการขนย้ายรถตัดอ้อยนั้น หากต้องเคลื่อนย้ายรถตัดอ้อยไปยังแปลงอ้อยที่อยู่ในระยะทางที่ไกลมากกว่า 60 กิโลเมตร จะทำการขนย้ายโดยการขนรถตัดอ้อยขึ้นรถเทรลเลอร์ ส่วนแปลงอ้อยที่อยู่ในระยะทางที่ไม่ไกลห่างกัน จะเคลื่อนย้ายโดยรถตัดอ้อยเอง โดยความเร็วของรถตัดอ้อยขณะเคลื่อนย้ายรถตัดอ้อยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

สำหรับแผนการจัดลำดับเส้นทางในการเคลื่อนย้ายรถตัดอ้อยที่ได้ออกแบบและพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) การจำลองสถานการณ์เพื่อหาผลผลิตน้ำตาล (Sugar Productivity: SP) ของอ้อยในแต่ละแปลง ที่อายุ 301-307 วัน 2) การจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณผลผลิตของอ้อยที่ต้องเก็บเกี่ยวรายวัน ที่ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตของอ้อย (ตัน) และมีค่าความหวานของอ้อย (CCS) สูงที่สุด โดยใช้หลักการโปรแกรมแบบเลขฐานสอง (Binary Programming) ในการวิเคราะห์หาคำตอบ 3) การจัดลำดับเส้นทางในการเคลื่อนย้ายรถตัดอ้อย ด้วยหลักการวิเคราะห์ปัญหาการหาเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) และหลักการวิเคราะห์ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem) โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetics Algorithm) ในการหาคำตอบ

จากการนำแผนการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวที่พัฒนามาทำการทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์การเก็บเกี่ยวด้วยรถตัดอ้อยบนแต่ละแปลงอ้อยที่มีค่าปริมาณอ้อยและค่าความหวาน (CCS) ที่แตกต่างกันในช่วง 1 สัปดาห์ และทดสอบปรับเปลี่ยนความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (Field Capacity) ของรถตัดอ้อยเป็น 4 กรณี คือ ให้ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ของรถตัดอ้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 200 ถึง 500 ตันต่อวัน พบว่า แผนการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยที่พัฒนาสามารถสร้างเป็นตารางปฏิบัติงาน (Schedule) ที่นำไปสู่การเก็บเกี่ยวอ้อยที่ทำให้ได้ผลผลิตน้ำตาลโดยรวมมีค่ามากที่สุด รวมทั้งมีความเป็นไปได้ที่แผนการจัดลำดับการเก็บเกี่ยวอ้อยที่พัฒนาจะช่วยลดระยะทางการเคลื่อนย้ายรถตัดอ้อยได้ 7% ถึง 15%

Abstract

In this research, the sugarcane harvesting and transportation scheduling for the chopper harvester was designed in order to maximize the sugar productivity that is an attempt to increase the profit for the sugarcane farmer and the sugar factory. The purpose of the scheduling was also to reduce the inbound logistics cost of sugar industry in Thailand by developing the plan which minimizes the distance that the chopper harvesters have to move from plot to plot. Hence, field test was done in order to check the operating cost of the chopper. Time studies covering all operations in sugarcane unloading process of one sugar factory in Rajburi province were conducted to gain insight of the process. The acquired data were analyzed through the use of simulation via Arena simulation software. Queuing theory was used to predict arrival rates of the harvests. Yield and CCS (Commercial Cane Sugar) models for the sugarcane variety that commonly planted in the study site were developed. The sugarcane harvesting and transportation scheduling was designed based on the obtained data and principle of operation research (OR). In order to check the performance of the scheduling, computational experiment was done based on the assumption that field capacity (FC) for harvesters was divided into 4 levels: 200; 300; 400 and 500 ton/day, respectively.

The result showed that the operating cost for mechanical sugarcane harvester by the chopper was 2,275 baht/rai. When the harvests delivered to the factory, time used for weighing sugarcane was of Poisson distribution. Unloading times for chopped cane and for stalk cane were assumed as Poisson and beta distribution, respectively. Times spent for removing remained cane and for weighing the empty truck was of exponential and beta distribution, respectively. The arrival rate of the burned cane supplied to the factory was 5.22 minute/truck and assumed as lognormal distribution. While the arrival rate of the chopped cane delivered to the factory was 2.19 minute/truck and assumed as exponential distribution. Incidentally, when the chopper has to move from plot to plot, it was hauled by the lorry when distance between plot and plot is longer than 60 km. Meanwhile, such distance is shorter than 60 km, the chopper will move by itself, and the travelling speed was around 20 km/hr.

In order to maximize the sugar productivity and minimize the inbound logistics cost, the sugarcane harvesting and transportation scheduling was designed. The scheduling was composed of three steps as follows: 1) forecasting the yield and CCS of all sugarcane plots day by day during the period of harvesting; 2) clustering the groups of plots to be harvested day by day based on the concept of binary programming; and 3) determining the minimized routes that the choppers have to work

on all groups of plots based on the concept of vehicle routing problem (VRP) and traveling salesman problem (TSP), and then solved the problems by using genetic algorithms (GA). The result obtained from the computational experiment to check the performance of the designed scheduling show that it could make the timetable for the choppers working on groups of sugarcane plots which all plots could be feasibly harvested at the points that meet their maximum CCS. This shown that the designed scheduling was profitable for sugarcane farmer and sugar factory as well. In addition, the total distance for moving the choppers to work on all plots during harvesting season could be reduced in range of 7% to 15% when comparing with unplanned harvesting. Consequently, the inbound logistics cost was also successfully obtained through the use of the designed scheduling.