

การวางแผนการขนส่งอ้อยโดยการกำหนดลำดับการทำงานของรถตัดอ้อย Sugar Cane Transport Planning Using Harvester Task Sequencing

บุริม นิลแป้น¹ พงษ์ชัย จิตตะมัย²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ซอยอิสรภาพ 15

ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

² สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

Burim Nilpan¹ Phongchai Jittamai²

¹ School of Electromechanic Manufacturing Engineering, Department of Apply Science, Faculty of
Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, 1061 Soi Itsaraphab 15,
Itsaraphab Ave., Hirunrujee Sub-district, Dhonburi District, Bangkok 10600

Tel: 085-134-4834 E-mail: burimnilpan@hotmail.com

² School of Industrial Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,
111 University Ave., Suranaree Sub-district, Muang District, Nakhon Ratchasima 30000

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นารวิจัยเพื่อนำเสนอแนวทางใหม่ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลรูปแบบการเก็บเกี่ยวจะกำหนดให้ใช้รถตัดอ้อยเพียงอย่างเดียว จำนวนรถตัดอ้อยและจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการทำงานคำนวณได้โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming) ส่วนลำดับในการทำงานของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก ใช้หลักการของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) โดยเลือกวิธี Saving Algorithm ในการคำนวณ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกอ้อยรอบโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา ผลลัพธ์จากการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบของการดำเนินการที่ทำอยู่ พบว่าสามารถลดจำนวนของรถตัดอ้อยและรถบรรทุกในระบบลงได้เมื่อคำนวณเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษาขนาด 5 แปลง ถึง 50 แปลง จะเห็นได้ว่า ลดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้งานได้ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 9 – 42 ระยะทางในการเดินทางรวมของรถตัดอ้อยลดลงในช่วงระหว่าง ร้อยละ 2 – 27 รถบรรทุกทุกคันสามารถใช้ในการขนส่งได้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 2 เที่ยวต่อวัน ต้นทุนในการวางแผนลดลงได้

ประมาณ ร้อยละ 3 – 5 เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งได้ 217 บาท ต่อ ต้น ซึ่งลดลง 9 บาท ต่อต้น
คำหลัก การขนส่งอ้อย ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ ลำดับการทำงานของรถตัดอ้อย

Abstract

This paper proposes a new planning approach to harvest and transport sugar cane to sugar mill. The assumption underlying this study is that sugar cane harvesters are the only tool used for harvesting. The number of harvesters and trucks was formulated and solved using linear programming. Harvesters and trucks sequencing was formulated as a vehicle routing problem and solved using saving algorithm. Relevant data were collected from plantations surrounding a mill in Nakhon Ratchasima province. With the proposed approach, results show that the number of harvesters and trucks was reduced when compared to that in the current practice. Harvesting data, ranging from the size of 5

plantations to 50 plantations, were computed and compared. The number of trucks was reduced by 9% to 42% and the total travel distance was decreased by 2% to 27%. Trucks were utilized to make two trips a day. Planning cost was decreased around 3% to 5%. Transportation cost was 217 baht per ton, which is 9 baht less from the current practice.

Keywords: Sugar cane transport, Vehicle Routing Problem: VRP, savings algorithm harvester task sequencing

1. บทนำ

รูปแบบของกระบวนการวางแผนในการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลในประเทศไทย จะเริ่มจากการกำหนดรูปแบบของการเก็บเกี่ยว แล้วจึงจัดจ้างรถบรรทุกในการลำเลียงเข้าสู่โรงงานเป็นลำดับต่อไป ลักษณะของการวางแผนจะเป็นการพิจารณาที่เปลี่ยนแปลง โดยที่เกษตรกรผู้เป็นเจ้าของแปลงอ้อยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการวางแผนทั้งหมด

การใช้แรงงานถือเป็นวิธีการเก็บเกี่ยวที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ในช่วงฤดูของการหีบอ้อยมักเกิดปัญหาขาดแคลนแรงงาน นอกจากนี้ยังไม่สามารถทำการประเมินเวลาที่แน่นอนได้ ส่งผลให้ไม่สามารถที่จะกำหนดเวลาในการเดินทางมาถึงหน้าโรงงานรถบรรทุกได้ ทำให้รถบรรทุกจากพื้นที่ต่างๆ มาถึงโรงงานพร้อมกัน อีกทั้งโรงงานน้ำตาลมีความสามารถในการรับรถบรรทุกเข้าสู่กระบวนการผลิตที่จำกัด จึงทำให้รถบรรทุกคันที่ไม่สามารถเข้าสู่กระบวนการผลิตของทางโรงงานได้จึงทำให้ต้องมีการรอคอยเกิดขึ้น

กล่าวได้ว่าวิธีการที่สามารถกำหนดเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวที่แปลงอ้อย และการกำหนดเวลาในการเดินทางจากไร่อ้อยมายังโรงงานของรถบรรทุกที่สอดคล้องกับความสามารถในการรับอ้อยของทางโรงงานน้ำตาล น่าเป็นแนวทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาของการรอคอยที่เกิดขึ้นหน้าโรงงานน้ำตาลในช่วงฤดูของการหีบอ้อยได้

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้นการนำเอารถตัดอ้อยเข้ามาเพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวแทนแรงงาน จะทำให้สามารถที่จะกำหนดระยะเวลาต่าง ๆ ได้ แต่อย่างไรก็

ตามด้วยรูปแบบของวิธีการวางแผนในการดำเนินการขนส่งในปัจจุบันเป็นลักษณะของการวางแผนโดยการพิจารณาเฉพาะแต่ละเกษตรกรเจ้าของพื้นที่เท่านั้น จึงทำให้เกิดปัญหาในการที่จะจัดสรรเวลาในการทำงานของรถตัดอ้อยได้ ดังนั้นหากมีการรวมกันของพื้นที่อ้อยที่ต้องเก็บเกี่ยวของเกษตรกรก่อนที่จะวางแผนการจัดสรรลำดับการทำงานของรถตัดอ้อยแล้ว น่าจะส่งผลให้ใช้รถตัดอ้อยได้เต็มความสามารถในการทำงานได้มากขึ้น และยังสามารถกำหนดรอบการเดินทางของรถบรรทุกได้ ซึ่งถือเป็นแนวทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น เนื้อหาของบทความฉบับนี้จึงมีมุ่งเน้นในการที่จะคำนวณหาจำนวนของรถตัดอ้อยและรถบรรทุกที่เหมาะสมในการใช้งาน ตลอดจนวางแผนการจัดลำดับการทำงานของรถตัดอ้อยและรถบรรทุกเหล่านี้ เพื่อให้มีการใช้งานอย่างคุ้มค่าที่สุด และสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งต่อตันลงได้

2. ขอบเขตและข้อกำหนดของที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลแปลงอ้อยของเกษตรกรที่อยู่ในเขตส่งเสริมการปลูกกระยะ 50 กิโลเมตรของโรงงานน้ำตาลเอ็น วาย ซูการ์ ซึ่งตั้งอยู่ใน จังหวัด นครราชสีมา โดยมีปริมาณอ้อยที่ต้องทำการขนส่งรวมทั้งหมด 25,162.50 ตัน

2.2 ข้อกำหนดของการวิจัย

เพื่อลดความซับซ้อนในขั้นตอนการคำนวณ จึงได้มีการกำหนดสมมติฐานที่ใช้ในการดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดให้ผลผลิตของอ้อยต่อตันอยู่ที่ 10 ตันต่อไร่ อันเป็นข้อมูลที่ได้จาก องค์การอาหารและเกษตรสหประชาชาติ และ จากข้อมูลของสำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย จึงกำหนดให้อ้อย 1 ตัน สามารถแปรรูปเป็นน้ำตาลได้ 100 กิโลกรัม

2) กำหนดให้ในการตัดอ้อยภายใต้การศึกษานี้ใช้รถตัดอ้อยที่มีความสามารถในการตัดอ้อย 30 ตัน ต่อคัน ต่อ ชั่วโมง ความสามารถในการทำงานของรถตัดอ้อยต่อการจัดจ้างอยู่ที่ 8 ชั่วโมง ต่อ รอบของการทำงาน ต่อ คัน มีการซ่อมบำรุงระหว่างวัน โดยใช้เวลา 8 ชั่วโมง ต่อ ครั้ง (ข้อมูลนี้ได้มาจากการสอบถามจากโรงงาน)

3) ความสามารถในการหีบอ้อยสูงสุด ของโรงงานน้ำตาล เอ็น วาย ซูการ์ อยู่ที่ 10,000 ตัน ต่อ วัน หรือคิดเป็นค่าความต้องการได้เท่ากับ 420 ตัน ต่อชั่วโมง (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย)

4) ต้นทุนในการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 30 - 40 ของราคาต้นทุนรวมทั้งหมด และราคาของน้ำตาลที่ขายในท้องตลาดคิดกำไร ร้อยละ 40 จากราคาของต้นทุนในการผลิต

5) ความสามารถในการบรรทุก 10 ล้อไม่ติดพ่วงเท่ากับ 20 ตัน (กรณีติดพ่วง 30 ตัน) มีขนาดถึงน้ำมันของรถบรรทุก 10 ล้อ เท่ากับ 150 ลิตรต่อคัน (กรณีไม่ติดพ่วง), 200 ลิตรต่อคัน (กรณีติดพ่วง) (กรมการขนส่งทางบก) โดยให้ราคาน้ำมันดีเซล 30 บาทต่อลิตร (อ้างอิงตามราคาในช่วงที่ทำการดำเนินการ มกราคม 2551)

6) กำหนดให้ค่าจ้างของคนขับ เป็นไปตามการประกาศค่าจ้างของแรงงานขั้นต่ำซึ่งมีค่าอยู่ที่ 270 บาทต่อวัน

3.การทบทวนวรรณกรรม

เป้าหมายหลักของการจัดการวางแผนในการขนส่งอ้อยจะเป็นการวางแผนเพื่อให้การขนส่งมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยสามารถประเมินประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นได้จากปัจจัยต่างๆ เช่น ต้นทุนในการขนส่งที่ลดลง หรือ เวลาที่ใช้ในการขนส่งที่ลดลง เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบในงานวิจัยทั้งในส่วนของประเทศไทยและในต่างประเทศนั้นมีส่วนในการดำเนินการที่คล้ายคลึงกัน รูปแบบวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาที่นิยมใช้ได้แก่ การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming) และการโปรแกรมจำนวนเต็ม (integer programming) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) จะเป็นปัญหาค่าต่ำสุด (minimization problems) โดยส่วนใหญ่ ความแตกต่างในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการขนส่งอ้อย จะอยู่ที่ฟังก์ชันข้อจำกัด (constraints function) ที่ผู้วิจัยให้นำหน้าว่ามีผลต่อค่าวัตถุประสงค์หลัก

แม้ว่าจะมีการกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และ ฟังก์ชันข้อจำกัดคล้ายกัน แต่แนวคิดของวิธีการในการดำเนินการที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหามีหลากหลายวิธี ตัวอย่างเช่น A Higgins et al [1] สนใจ

การจัดสรรตารางเวลาและปริมาณในการขนส่งโดยประยุกต์ integer programming ใช้วิธีหาคำตอบแบบ Tabu Search (TS) และแบบ Variable Neighborhood Search (VNS) เปรียบเทียบกับ Esteban Lopez Milan et al [2] ที่สนใจในส่วนของการวางแผนการดำเนินการของรูปแบบวิธีการเก็บเกี่ยวด้วย โดยประยุกต์ linear programming ในการหาคำตอบ อย่างไรก็ตามกระบวนการในการประมวลผลจะใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยดำเนินการเหมือนกันเนื่องจากข้อมูลที่น่าสนใจมีขนาดใหญ่

เนื่องด้วยกระบวนการขนส่งมีปัจจัยหลายข้อที่ต้องมีการนำมาพิจารณาในการวางแผนการขนส่ง เช่น ความสามารถของยานพาหนะที่ใช้ จำนวนลูกค้าตลอดจนช่วงเวลาของการขนส่ง ดังนั้นปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) นับเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับสภาพดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง โดยมีเป้าหมายหลักอยู่ที่ความต้องการในการจัดเส้นทางให้ได้ระยะทาง รวมไปถึงให้มีค่าดำเนินการต่ำที่สุด

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัญหายานพาหนะถือเป็นปัญหาแบบ NP อันหมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาจะใช้เวลามากขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นเมื่อตัวแปรที่พิจารณามีขนาดใหญ่ขึ้น ด้วยเหตุนี้รูปแบบวิธีการหาคำตอบของการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะโดยส่วนใหญ่นิยมดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีการฮิวริสติกส์จึงมีกลุ่มของงานวิจัยของปัญหายานพาหนะอีกประเภทที่นำเสนอเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการหาคำตอบของปัญหานี้ โดยส่วนมากงานวิจัยมักจะเปรียบเทียบการดำเนินการของวิธีการทางฮิวริสติกส์โดย Gilbert Laporte, et al. [3] กล่าวว่าวิธีดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มวิธีการแบบ Classical เป็นกลุ่มที่ไม่มีการปรับปรุงคำตอบที่ได้ และ กลุ่มวิธีการแบบ Modern เป็นกลุ่มที่มีการปรับปรุงคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบวิธีการแบบ Classical วิธีของ Clarke and Wright ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยที่สุด ผลจากการเปรียบเทียบวิธีการแบบ Modern วิธีของ Granular Tabu Search (GTS) มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนั้นงานวิจัยของปัญหายานพาหนะโดยส่วนมากจึงนิยมใช้ 2 วิธีดังกล่าวในการแก้ปัญหา

วิธีการของ Clarke and Wright หรือ อีกชื่อที่นิยมเรียกว่า วิธี Saving เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับงานวิจัยในประเทศไทย เช่น งานของภัทรชัย โภคบุตรสกุลชัย และคณะ [4] ที่ได้นำเอาหลักการดังกล่าวไปใช้ในการจัดเส้นทางของรถส่งสินค้าของโรงงานผลิตอาหารแช่แข็ง เป็นต้น ส่วนที่สำคัญของการใช้วิธีแบบ Saving อยู่ที่เรื่องของการจัดการระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการวางแผน ซึ่งโดยส่วนมากผู้วิจัยจะนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการด้านนี้ วิชาดา สุภาวิตา และดวงพรรณ กริชชาญชัย[5] ได้นำเสนอรูปแบบวิธีในการนำเอาโปรแกรม Delphi มาช่วยในการจัดระเบียบของข้อมูลก่อนที่จะใช้วิธี Saving ในการวางแผนลำดับถัดไป

4. วิธีการในการวิจัย

4.1 การพิจารณาหาจำนวนของรถตัดอ้อยที่ใช้ในระบบ

ทำการโดยใช้หลักวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างรถตัดอ้อยเพื่อให้เพียงพอกับพื้นที่ที่ต้องทำการตัด เปรียบเทียบกับรูปแบบที่ซื้อรถตัดอ้อยในจำนวนที่น้อยกว่า แต่กำหนดเวลาในการทำงานได้

4.2 การพิจารณาหาจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในกระบวนการ

การดำเนินการโดยการประยุกต์การโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้ในการแก้ปัญหา

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function)

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (1)$$

ฟังก์ชันเงื่อนไข (constrain functions)

$$A_1 X_{1j} + A_2 X_{2j} = Y_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$Y_j \leq B_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} < TR \quad (4)$$

$$X_{1j} \leq D_{1j} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$X_{2j} \leq D_{2j} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

โดยที่

i คือประเภทของรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งอ้อย ($i = 1$ คือรถบรรทุกสิบล้อติดพวง, $i = 2$ คือรถบรรทุกสิบล้อไม่ติดพวง)

$j = 1, 2, \dots, n$ คือวันที่ทำการเก็บเกี่ยวอ้อย

X_{ij} = จำนวนรถบรรทุกประเภท i ที่ใช้บรรทุกในวันวันที่ j ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n$)

Y_j = ปริมาณอ้อยที่เก็บในวันวันที่ j ($j = 1, 2, \dots, n$)

A_i = ความสามารถในการบรรทุกอ้อยของรถบรรทุกประเภท i

B_j = ความสามารถในการหีบอ้อยของโรงงานในวันวันที่ j ($j = 1, 2, \dots, n$)

C_i = ค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างรถบรรทุกประเภท i

TR = งบประมาณรายได้จากการขายน้ำตาลทั้งหมด

D_{1j} = จำนวนรถบรรทุกสิบล้อติดพวง สูงสุดที่ใช้ในวันวันที่ j ($j = 1, 2, \dots, n$)

D_{2j} = จำนวนรถบรรทุกสิบล้อไม่ติดพวง สูงสุดที่ใช้ในวันวันที่ j ($j = 1, 2, \dots, n$)

การโปรแกรมเชิงเส้นในงานวิจัยครั้งนี้ มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์โดยต้องการที่จะหาจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในระบบให้มีจำนวนน้อยที่สุดแสดงดังสมการที่ (1) โดยมีการพิจารณาถึงเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ อันได้แก่ ปริมาณการขนส่งในแต่ละวันที่จะต้องเท่ากับปริมาณของอ้อยที่ได้จากการทำงานของรถตัดอ้อยแสดงดังสมการที่ (2) ความสามารถในการหีบอ้อยในแต่ละวันจะต้องไม่มากเกินความสามารถที่กำหนดจากข้อมูลของสำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายแสดงดังสมการที่ (3) เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการขนส่งที่จะต้องมีความน้อยกว่ารายได้ที่ได้จากการขายทั้งหมดแสดงดังสมการที่ (4) และ เงื่อนไขสุดท้ายจะเป็นข้อจำกัดด้านจำนวนรถสูงสุดของรถบรรทุกติดพวง

และรถบรรทุกไม่ติดพ่วง แสดงดังสมการที่ (5) และ (6) ตามลำดับ โดยที่ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้เป็นจำนวนรถตั้งต้นที่จะใช้ในการขนส่งต่อไป

4.3 การพิจารณาลำดับเส้นทางของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก

1) หลักการในการคำนวณของวิธี Savings Algorithm

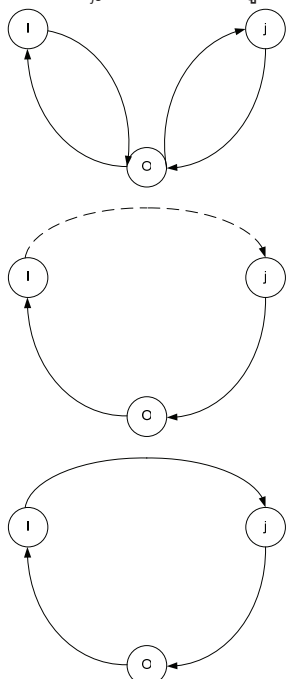
การดำเนินการจะทำการคำนวณค่าของ Saving value ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการประหยัดทรัพยากร (ในบทความนี้จะหมายถึงระยะทางในการเดินทาง) จากนั้นจึงทำการจัดเรียงลำดับเส้นทางที่เป็นไปได้โดยความต้องการในแต่ละเส้นทางที่เลือกต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุกของรถบรรทุกทั้งสองประเภทที่นำมาใช้งาน ขั้นตอนในการดำเนินการจัดสร้างลำดับเส้นทางในการเดินทางมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: สร้างกราฟและคำนวณระยะทางระหว่างจุด

ขั้นตอนที่ 2: คำนวณค่า saving values (สมการ : $S_{ij} = d_{oi} + d_{oj} - d_{ij}$)

ขั้นตอนที่ 3: เรียง (i,j) จากน้อยไปมาก

ขั้นตอนที่ 4: แทนที่เส้นทาง d_{ij} เข้ามาแทนที่เส้นทาง d_{oi} ขากลับ d_{oj} ขาไป แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงถึงภาพรวมในการพิจารณาเส้นทางตามหลักการ Savings Algorithm

ขั้นตอนที่ 5: พิจารณาค่าของความต้องการรวมของลูกคาเปรียบเทียบกับ $\sum_{i=0}^n D_n$ ซึ่งคือความสามารถ

ในการบรรทุกของยานพาหนะ (Q) ถ้ามีค่าน้อยกว่า ถือว่าเส้นทางดังกล่าวเป็นเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง

ขั้นตอนที่ 6: พิจารณาค่าของ saving value ที่เป็นลำดับถัดไปของทั้ง i และ j ว่าสามารถเพิ่มเข้ามาในเส้นทางได้หรือไม่ ถ้าได้ให้ถือว่าไม่มีการพิจารณาจุด i หรือ j ที่ถูกแทนที่ในลำดับต่อ ๆ ไป

ขั้นตอนที่ 7: พิจารณาค่าของ saving value ที่เป็นลำดับถัดไปโดยทำซ้ำขั้นตอนที่ 1-6 จนครบทุกจุด

2) การปรับหลักการ Savings Algorithm เพื่อใช้ในการจัดสรรลำดับเส้นทางของรถตัดอ้อยและรถบรรทุก

ขั้นตอนในการดำเนินการหาคำตอบไม่มีความแตกต่างจากวิธีการของหลักการที่กล่าวในหัวข้อก่อนหน้า แต่มีความแตกต่างในรายละเอียดของเงื่อนไขในการพิจารณาบางส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ความสามารถในการตัดของรถตัดอ้อย

กำหนดให้ความสามารถในการตัดอ้อยอยู่ที่ 30 ตัน/คัน/ ชั่วโมง ทำงานสูงสุด 8 ชั่วโมง/วัน ดังนั้นความสามารถในการตัดอ้อยสูงสุดอยู่ที่ 240 ตัน/คัน/วัน

2) การพิจารณากรณีพื้นที่เป้าหมายมีปริมาณผลผลิตมากกว่าความสามารถในการตัดของรถตัดอ้อย

ดำเนินการโดยให้ทำการแบ่งพื้นที่เป้าหมายดังกล่าวออกเป็นส่วนย่อยให้เท่ากับความสามารถในการตัดอ้อยสูงสุดของรถตัดอ้อย ส่วนละ 240 ตัน แล้วจึงพิจารณาหาคำตอบ

4.4 รูปแบบการทดสอบของการวิจัย

ในการดำเนินการทดสอบการวางแผนการขนส่งของการวิจัยครั้งนี้ จะทำการแบ่งกลุ่มพื้นที่ออกเป็นจำนวน 10 กลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มที่ 1 มีขนาด 5 พื้นที่ จากนั้นจึงทำการเพิ่มพื้นที่ขึ้นทีละ 5 พื้นที่ เพื่อที่จะพิจารณาว่าวิธีการของวิธีการวางแผนของการวิจัยขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่ดำเนินการหรือไม่ โดยรายละเอียดของปริมาณอ้อยที่ต้องทำการขนส่งของแต่ละกลุ่มตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งในการเปรียบเทียบจะเป็นการเปรียบเทียบในกรณีที่ใช้รถตัดอ้อยในการเก็บเกี่ยวเท่านั้น โดยกำหนดให้การวางแผนการทำงานของรถตัดอ้อยที่พิจารณาเฉพาะแต่ละ

พื้นที่ แต่ละพื้นที่ไม่สามารถใช้รถตัดอ้อยร่วมกันได้ ให้ถือเป็นวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และกำหนดให้การวางแผนโดยมีการรวมกลุ่มของพื้นที่ โดยรถตัดอ้อยสามารถทำงานต่อเนื่องได้ให้ถือเป็นวิธีการวางแผนของการวิจัยครั้งนี้

4.5 รูปแบบของการแสดงผลลัพธ์ของการดำเนินการ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนของการวิจัยครั้งนี้จะบันทึกในลักษณะของตารางการทำงานของรถตัดอ้อยของแต่ละคัน โดยจะมีการระบุถึงพื้นที่ที่ทำงานของรถตัดอ้อยแต่ละคัน รวมไปถึงปริมาณอ้อยที่ทำการตัดพร้อมกันนี้ยังได้ระบุถึงจำนวนของรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการขนส่ง ซึ่งมีการแสดงผลของระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของทั้งรถตัดอ้อย และรถบรรทุก ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการวางแผนการขนส่งอ้อยของกลุ่มขนาดตัวอย่าง 5 แปลง

แต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดตัวอย่าง	ปริมาณอ้อยที่ทำการขนส่ง (ตัน)
5	939.00
10	2,385.75
15	6,790.50
20	9,339.75
25	10,563.75
30	11,817.75
35	15,981.75
40	18,424.50

ตารางที่ 1 รายละเอียดของปริมาณอ้อยที่ต้องทำการขนส่งของ

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของการวางแผนการขนส่งอ้อยของกลุ่มขนาดตัวอย่าง 5 แปลง

รถตัดอ้อย	ลำดับพื้นที่การเก็บเกี่ยวของรถตัดอ้อย	ระยะทางในการเดินทางรถตัดอ้อยไปยังไร่ (กม.)	ลำดับการเดินทางของรถบรรทุก	ระยะทางในการเดินทางรถบรรทุกจากโรงงานไปกลับไร่ (กม.)	พื้นที่เป้าหมาย	โซน	ปริมาณผลผลิต (ตัน)	ปริมาณอ้อยที่ตัด (ตัน)	ความสามารถในการตัดที่เหลือ(ตัน)	ปริมาณอ้อยที่เหลือของพื้นที่เป้าหมาย (ตัน)
#1	0-1	3.09	0-1-0	6.18	1	1	504.00	43.50	0.00	460.50
	1-5	10.32	0-5-0	20.64	5	7	91.50	91.50	43.50	0.00
	5-3	11.59	0-3-0	11.39	3	7	51.00	51.00	189.00	0.00
	3-4-0	7.04	0-4-0	8.62	4	1	54.00	54.00	135.00	0.00
#2	0-1-0	6.18	0-1-0	6.18	1	1	460.50	240.00	0.00	220.50
#3	0-1	3.09	0-1-0	6.18	1	1	220.50	220.50	19.50	0.00
	1-2-0	45.78	0-2-0	21.08	2	1	238.50	19.50	0.00	219.00
#4	0-2-0	21.08	0-2-0	21.08	2	1	219.00	219.00	21.00	0.00

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของการวางแผนการขนส่งย่อยของกลุ่มขนาดตัวอย่าง 5 แปลง (ต่อ)

รถตัดย่อย	จำนวนรถบรรทุกที่ ต้องการ (คัน)	รถบรรทุก คันที่		ความสามารถในการ บรรทุกย่อยที่เหลือของ รถบรรทุก(คัน)	รถตัดย่อย						รถบรรทุก		
		เริ่ม	ถึง		เวลาเดินทาง (ชม.)	เวลาเดินทาง (นาที)	เวลาที่ใช้ในการ ตัดย่อย		รวมเวลา ทั้งหมด (ชม.)	รวมเวลา ทั้งหมด (นาที)	เวลาที่ใช้ในการ เดินทาง		ระยะทางรวม ทั้งหมด (กม.)
							ชม.	นาที			ชม.	นาที	
#1	2	1	3	16.50	0	2	1	8	1	10	0	4	12.35
	4	4	7	28.50	0	6	3	1	3	7	0	12	82.55
	2	8	9	9.00	0	7	2	13	2	20	0	7	22.79
	2	10	11	6.00	0	4	2	14	2	19	0	5	17.24
#2	8	12	19	0.00	0	4	8	0	8	4	0	4	49.41
#3	8	20	27	19.50	0	2	7	6	7	8	0	4	49.41
	1	28	28	10.50	0	27	1	12	1	39	0	13	21.08
#4	8	29	36	21.00	0	13	7	5	7	18	0	13	168.62

5. ผลการทดลอง

ภายหลังจากที่ได้วางแผนการขนส่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างแล้ว จึงได้ทำการพิจารณาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3 ถึง 5

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของจำนวนรถตัดย่อยที่ใช้ในระบบ และระยะทางรวม ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย

ขนาด ตัวอย่าง	จำนวนรถตัดย่อยที่ใช้ (คัน)			ระยะทางในการเดินทางทั้งหมดของรถตัดย่อย (กม.)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง
5	7	4	-3	103.90	108.16	4.26
10	15	10	-1	479.42	364.72	-114.70
15	35	25	-10	1,098.40	1,128.32	29.92
20	48	40	-8	1,751.96	1,788.56	36.60
25	56	45	-11	2,001.47	1,937.82	-63.65
30	63	40	-23	2,280.35	2,214.38	-65.97
35	82	67	-15	2,839.90	2,972.72	132.82
40	94	77	-17	3,151.27	3,111.92	-39.35

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของจำนวนรถตัดอ้อยที่ใช้ในระบบ และระยะทางรวม ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย (ต่อ)

ขนาด ตัวอย่าง	จำนวนรถตัดอ้อยที่ใช้ (คัน)			ระยะทางในการเดินทางทั้งหมดของรถตัดอ้อย (กม.)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง
45	104	85	-19	3,703.11	3,618.19	-84.92
50	127	110	-17	4,597.14	4,478.75	-118.39

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในระบบ และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย

ขนาด ตัวอย่าง	จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ (คัน)			รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่ง (บาท)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการวางแผน ของการวิจัย	ความแตกต่าง
5	33	32	-1	218,110.00	207,040.00	-11,070.00
10	84	80	-4	550,680.00	517,600.00	-33,080.00
15	233	227	-6	1,516,910.00	1,463,290.00	-53,620.00
20	320	312	-8	2,083,200.00	2,020,240.00	-62,960.00
25	365	353	-12	2,378,150.00	2,285,310.00	-92,840.00
30	409	394	-15	2,665,230.00	2,534,380.00	-130,850.00
35	551	533	-18	3,585,970.00	3,449,110.00	-136,860.00
40	635	615	-20	4,131,850.00	3,979,250.00	-152,600.00
45	697	674	-23	4,536,590.00	4,361,980.00	-174,610.00
50	864	839	-25	5,620,480.00	5,436,530.00	-183,950.00

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของต้นทุนการขนส่งเฉลี่ยต่อตัน ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย

ขนาด ตัวอย่าง	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งเฉลี่ยต่อตัน (บาท)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการ วางแผนของ การวิจัย	ความ แตกต่าง
5	232.28	220.49	-11.79
10	230.82	216.95	-13.87
15	223.39	215.49	-7.90

ขนาด ตัวอย่าง	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งเฉลี่ยต่อตัน (บาท)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการ วางแผนของ การวิจัย	ความ แตกต่าง
20	223.05	216.31	-6.74
25	225.12	216.34	-8.79
30	225.53	214.46	-11.07
35	224.38	215.82	-8.56
40	224.26	215.98	-8.28

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของต้นทุนการขนส่งเฉลี่ยต่อตัน ระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบัน และวิธีการวางแผนของการวิจัย (ต่อ)

ขนาด ตัวอย่าง	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งเฉลี่ยต่อตัน (บาท)		
	วิธีการวางแผน ในปัจจุบัน	วิธีการ วางแผนของ การวิจัย	ความ แตกต่าง
45	224.55	215.91	-8.64
50	223.37	216.06	-7.31

6. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวางแผนการขนส่งโดยกำหนดให้ใช้เฉพาะรถตัดอ้อยในการเก็บเกี่ยว จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากำหนดให้ใช้รถตัดอ้อยมีการจัดสรรลำดับการทำงานโดยการทำการรวมกลุ่มของพื้นที่เกษตรก่อน มีผลการดำเนินการที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รถตัดอ้อยซึ่งพิจารณาเฉพาะแต่ละพื้นที่อันเป็นรูปแบบการทำงานที่แทนการวางแผนของวิธีการในปัจจุบัน ผลจากการดำเนินการพบว่ารูปแบบการวางแผนของการดำเนินการสามารถลดจำนวนรถตัดอ้อยและรถบรรทุกที่ใช้ในระบบลงได้ในช่วงตั้งแต่ ร้อยละ 9 – 42 ลดระยะทางในการเดินทางรวมของรถตัดอ้อยในระบบลงได้ในช่วงตั้งแต่ ร้อยละ 2 – 27 และสามารถใช้รถบรรทุกในการขนส่งโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่จำนวน 2 เที่ยวต่อวัน โดยมีต้นทุนการวางแผนลดลงจากประมาณ ร้อยละ 3 – 5 โดยคิดเป็นต้นทุนประมาณ 217 บาทต่อตัน ซึ่งลดลงจากวิธีการที่ใช้ในปัจจุบันที่มีต้นทุนในการขนส่งอยู่ที่ 226 บาทต่อตัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานน้ำตาล เอ็น วาย ซูการ์ เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีรชัย อาจหาญ หัวหน้าสาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำแนวทางในการทำวิจัยพร้อมทั้งช่วยประสานงานในการติดต่อเพื่อขอข้อมูลในการทำวิจัยกับให้กับผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Higgins, A., Beashel, G. and Harrison, A. 2006. Scheduling of brand production and shipping within a sugar supply chain. Journal of Operational Research Society, 57: 490-498.
- [2] Estaban Lopez Milan, Silvia Miquel Fernandez, Lluís Miquel Pla Aragones. 2006. Sugar cane transportation in Cuba, a case study. European Journal of Operation Research, 174: 374-386.
- [3] Laporate, G., Gendreau, M., Potvin, J. Y. and Sement, F. 2000. Classical and modern heuristic for the VRP. International Transactions in Operational Research, 7: 285-300.
- [4] ภัทรชัย โภคบุรณกุลชัย. 2548. การจัดลำดับเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าของ โรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง.
- [5] วิภาดา สุภาวิตา และดวงพรรณ กริชชาญชัย. 2549. ต้นแบบระบบการจัดการการขนส่ง. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานประจำปี 2549.
- [6] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยน้ำตาลทราย. 2550. สถานการณ์น้ำตาลในตลาดโลก ฤดูกาลผลิตปี 2549/2550 (ไตรมาสที่ 2).