

ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายเชิงจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยว ภายใต้ปัจจัยของนักท่องเที่ยว

ธัญญารัตน์ บุญเชิด¹, ณญาดา การถาง², ชมพูนุช บัชรอด³ และเอื้ออารี บุญเพิ่ม^{*4}

^{1, 2, 3, 4}สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
99 หมู่ 18 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

Received: 31 January 2022; Revised: 26 March 2022; Accepted: 6 May 2022

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปปัญหาการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวสามารถประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายในการจัดเส้นทางได้ อย่างไรก็ตามปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะพิจารณาจำนวนสถานที่ทั้งหมดโดยไม่คำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลา รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ของนักท่องเที่ยว ซึ่งจะพิจารณาได้เพียงปัจจัยเดียวในแต่ละครั้ง ในบางครั้งนักท่องเที่ยวอาจให้ความสำคัญกับแต่ละปัจจัยต่างกันไป ดังนั้นในบทความนี้ ผู้วิจัยจึงนำเสนอตัวแบบกำหนดการเป้าหมายเชิงจำนวนเต็มเพื่อวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวอย่างครอบคลุมและตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวให้มากที่สุด โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย เวลา และความพึงพอใจต่อสถานที่ท่องเที่ยว ซึ่งในตัวแบบที่นำเสนอได้เพิ่มเงื่อนไขการเลือกสถานที่ในตัวของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย พร้อมทั้งนำกำหนดการเป้าหมายมาประยุกต์ใช้ให้เพื่อตอบสนองปัจจัยของนักท่องเที่ยวให้ได้มากที่สุด จากผลลัพธ์ของตัวแบบแสดงให้เห็นว่าสามารถนำตัวแบบที่นำเสนอไปใช้ในการวางแผนการเดินทางจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการกำหนดเส้นทางด้วยตนเองหรือการใช้การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงาน

คำสำคัญ: ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายเชิงจำนวนเต็ม, ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย, การวางแผนเส้นทาง

* Corresponding author: E-mail: aua-aree@mathstat.sci.tu.ac.th

^{1, 2, 3, 4}สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต)

An Integer Goal Programming Model for a Touring Route Planning under the Factors by Tourists

Thanyarat Booncherd¹, Nayada Karnthang², Chomphunut Buarod³ and Aua-aree Boonperm^{*4}

^{1, 2, 3, 4}Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University (Rangsit Center) 99 Moo 18 Klong Nueng, Klong Luang, Pathum Thani 12120

Received: 31 January 2022; Revised: 26 March 2022; Accepted: 6 May 2022

Abstract

Generally, a touring route planning can be solved by applying the traveling salesman problem (TSP). However, TSP considers the total number of locations regardless of time constraints, including the various factors of tourists, which can be considered only one factor at a time. Sometimes tourists may prioritize each factor differently. Therefore, in this paper, we propose an integer goal programming model to plan a comprehensive travel itinerary and meet the needs of tourists as much as possible by considering factors of cost, time, and satisfaction with the tourist attractions. In the proposed model, constraints to select locations are introduced to the traveling salesman model, and goal programming is applied to meet the requirement of tourists. The model results show that the proposed model can be used more efficiently in actual trip planning than manual routing or the use of the traveling salesman problem.

Keywords: integer goal programming model, traveling salesman problem, route planning

*Corresponding author: E-mail: aua-aree@mathstat.sci.tu.ac.th

^{1, 2, 3, 4}Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University (Rangsit Center)

1. บทนำ

การท่องเที่ยวเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในสังคมปัจจุบัน จากรายงานของเว็บไซต์ข่าวฐานเศรษฐกิจ [1] กล่าวว่า ภาวะเศรษฐกิจการท่องเที่ยวของประเทศไทยในไตรมาสที่ 3 ของปี 2558 อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเติบโตในอัตราค่อนข้างสูง มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมทางตรงทางการท่องเที่ยว (Tourism Direct GDP: TDGDP) มีค่าประมาณร้อยละ 5.45 เมื่อเทียบกับ GDP รวมของประเทศ นอกจากนี้ยังมีการเดินทางท่องเที่ยวของคนไทยโดยประมาณมากกว่า 130 ล้านคนต่อครั้ง สร้างรายได้มากกว่า 7 แสนล้านบาทต่อปี และในปี 2560 ภายใต้อุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทยปี 2558 - 2560 มีการตั้งเป้ารายได้จากการท่องเที่ยวสูงถึง 2.25 ล้านล้านบาท และการท่องเที่ยวไทยเป็นที่นิยมในนักท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเก็บสถิติของจำนวนนักท่องเที่ยวและรายได้จากนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา [2] บ่งบอกว่ามีจำนวนนักท่องเที่ยวในปี 2562 เพิ่มขึ้นจากปี 2563 อยู่ร้อยละ 4.55 ส่งผลให้รายได้มีการเติบโตร้อยละ 1.90 โดยเฉพาะสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นแหล่งการท่องเที่ยวหลักที่สำคัญ เช่น กรุงเทพฯ ภูเก็ต รวมถึงชลบุรี ที่ทำรายได้รวมกันเกินครึ่งของรายได้การท่องเที่ยวทั้งหมด

ประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวหลายรูปแบบโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ การท่องเที่ยวทางธรรมชาติ การท่องเที่ยวเชิงศาสนาและวัฒนธรรม การท่องเที่ยวเชิงศิลปะและการท่องเที่ยวสมัยใหม่ ทำให้มีนักท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศมาเยี่ยมชมเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการท่องเที่ยวแต่ละครั้งทุกคนมีความต้องการที่จะไปท่องเที่ยวในทุกสถานที่ที่สำคัญ แต่เนื่องด้วยเวลาที่จำกัดและระยะเวลาในการเดินทางในแต่ละสถานที่ที่ไม่เท่ากัน ส่งผลให้นักท่องเที่ยวไม่สามารถเข้าชมสถานที่ได้ครบตามแผนที่วางไว้ นอกจากนี้เรื่องเวลาหรือระยะเวลาในการเดินทางที่ส่งผลให้นักท่องเที่ยวไม่สามารถเดินทางตามแผนที่วางไว้ได้ ยังมีปัจจัยอื่นที่สำคัญ เช่น วันและเวลาเปิด-ปิดของสถานที่ต่าง ๆ ดังนั้น การวางแผนจัดการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวจึงต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และระยะเวลาในการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้

ในปัจจุบันการแก้ปัญหาการเดินทางท่องเที่ยวโดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด หรือระยะเวลาที่น้อยที่สุดสามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย อย่างไรก็ตามการใช้ตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจะพิจารณาถึงจำนวนสถานที่ทั้งหมดโดยไม่คำนึงถึงเวลาที่จำกัด ซึ่งเวลาเป็นอีกหนึ่งสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อแผนที่วางเอาไว้ เช่น ช่วงเวลารถติดจะส่งผลกระทบต่อเวลาในการเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ ถ้าการเดินทางในสถานที่หนึ่งเกิดการล่าช้าจะส่งผลกระทบต่อสถานที่ถัดไป และสุดท้ายจะไม่สามารถไปครบทุกสถานที่ตามที่วางแผนไว้

นอกจากการคำนึงถึงเวลา และค่าใช้จ่าย ความพึงพอใจต่อสถานที่ที่นักท่องเที่ยวต้องการเดินทางไปเที่ยวก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่นักท่องเที่ยวนำมาพิจารณา เพื่อวางแผนจัดเส้นทางท่องเที่ยว ซึ่งการจัดเส้นทางท่องเที่ยวเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ เวลา ค่าใช้จ่าย และความพึงพอใจ เป็นการจัดเส้นทางที่เป็นไปได้ยากสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการจัดการเส้นทางด้วยตนเอง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ถ้าเรามีตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างครอบคลุมและตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยวมากที่สุด โดยพิจารณาปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย พร้อม ๆ กันการจัดเส้นทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวจะตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวมากที่สุด และเส้นทางที่ได้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการเส้นทางด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการแก้ปัญหานี้โดยสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายให้สามารถเลือกสถานที่ได้ร่วมกับตัวแบบกำหนดการเป้าหมาย โดยนักท่องเที่ยวสามารถระบุความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ได้ตามความต้องการของนักท่องเที่ยว ซึ่งตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะช่วยเพิ่มโอกาสให้นักท่องเที่ยวไปตามสถานที่ต่าง ๆ ได้ครบตามแผนที่วางไว้มากขึ้น โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือปัจจัยตามความต้องการของนักท่องเที่ยว

2. การทบทวนวรรณกรรม

การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางท่องเที่ยวสามารถแก้ได้โดยการประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่บริษัททัวร์ส่วนใหญ่ใช้ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยว ตัวอย่างเช่น ในปี 2013 ชุมพล รอดแจ่ม [3] ได้ศึกษาสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดนนทบุรี เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการหาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวในจังหวัดนนทบุรี โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการท่องเที่ยวของแต่ละคน รวมถึงมีการศึกษาเส้นทางในการเดินทางของสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ เพื่อจัดสรรเส้นทางในการเดินทางท่องเที่ยว ต่อมาในปี 2014 ชนิดาภา ไมตรีแก้ว [4] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวกลุ่มประเทศตะวันออก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนและเวลาในการเดินทางของแต่ละแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสรุปว่าเวลาในการเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ มีผลต่อการควบคุมงบประมาณในการท่องเที่ยว

และในปี 2019 รัตนต์ ธิกากุณ และคณะ [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเลือกใช้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทางท่องเที่ยวในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวมรดกโลกด้านวัฒนธรรม เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่สามารถท่องเที่ยวได้หลากหลายและแตกต่างกัน ซึ่งการเลือกเส้นทางในการเดินทางสำหรับสถานที่ท่องเที่ยวที่มีความหลากหลายนั้น จะต้องมีการคำนึงถึงระยะทางของแต่ละสถานที่

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการท่องเที่ยว เช่น ในปี 2020 Warisa Wisittipanich [6] ได้ศึกษาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีจุดเริ่มต้น คือ ที่พักและมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทริปท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเงื่อนไขทางด้านงบประมาณที่จำกัด ดังนั้นการเลือกสถานที่และจำนวนวันในการท่องเที่ยวได้ถูกจำกัดโดยค่าใช้จ่ายที่มี ต่อมาในปี 2021 Narisara Khamsing [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดลำดับสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีโรงแรมเป็นจุดเริ่มต้น และมีเงื่อนไขทางด้านระยะทางและระยะเวลาเป็นข้อจำกัด ทำให้การจัดลำดับสถานที่ท่องเที่ยวในครั้งนี้มีการจัดสรรเวลาให้เพียงพอต่อจำนวนสถานที่ท่องเที่ยวที่วางแผนไว้ รวมถึงต้องมีระยะทางและค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่านักวิจัยจะใช้ตัวแบบของปัญหาการเดินทางขายของพนักงานขายมาวางแผนการจัดเส้นทางสำหรับการเดินทางท่องเที่ยว แต่เนื่องจากการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะสามารถจัดเส้นทางได้เพียงการพิจารณาเพียงปัจจัยเดียว นั่นคือลดระยะเวลา หรือลดค่าใช้จ่าย หรือเพิ่มความพึงพอใจ เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถตอบโจทย์ที่ผู้วิจัยสนใจได้ครบถ้วนและไม่ได้ให้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมทั้ง 3 ปัจจัยที่นักท่องเที่ยวต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยของ Xiongbing Wu [8] ในปี 2017 โดยศึกษาบริษัททัวร์แห่งหนึ่ง ซึ่งต้องการวางแผนการเดินทางให้ตรงกับเวลาและความชอบของนักท่องเที่ยว รวมถึงทางบริษัททัวร์มีปัจจัยหลักในการวางแผน คือ งบประมาณค่าใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวซึ่งจุดประสงค์ที่บริษัททัวร์แห่งนี้ต้องการ คือ ขายทัวร์ให้ได้กำไรสูงสุดด้วยวิธีการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย แต่ในการจัดเส้นทางท่องเที่ยวของงานวิจัยนี้ไม่ได้คำนึงถึงเวลาที่มีอยู่จำกัด ดังนั้นการจัดทัวร์แต่ละครั้งมีโอกาสที่จะไม่เป็นไปตามแผนที่จัดเส้นทางไว้ และในปีเดียวกัน Zakiah Hashim [9] ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการตั้งโปรแกรมเพื่อกำหนดเส้นทางท่องเที่ยวด้วยตัวเองในตรังกาณ โดยการใช้ข้อมูลแต่ละสถานที่และถนนเส้นทางต่าง ๆ ทั้ง 7 เมือง มาใช้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อลดระยะทางในการเดินทางท่องเที่ยวและลดต้นทุนที่พัก

ต่อมาในปี 2019 รักชนก ตรีกุลพัท [10] ได้ศึกษาและสร้างระบบแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวของที่พักอากาศเขตดอนเมืองและบริเวณโดยรอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อสร้างความพึงพอใจของกลุ่มนักท่องเที่ยว ซึ่งมีเงื่อนไขการทำงาน คือ จำนวนเวลาการท่องเที่ยว 1 วันโดยประมาณ วันท่องเที่ยว และความพึงพอใจจากกลุ่มนักท่องเที่ยว ซึ่งโปรแกรมที่ได้สามารถแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว กองทัพอากาศเขตดอนเมืองและบริเวณโดยรอบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยวิธี Brute Force ที่เป็นขั้นตอนการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งจะทำงานโดยการสร้างเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการแก้ปัญหาการเดินทางจัดเส้นทางท่องเที่ยว งานวิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาในเรื่องของความพึงพอใจของ

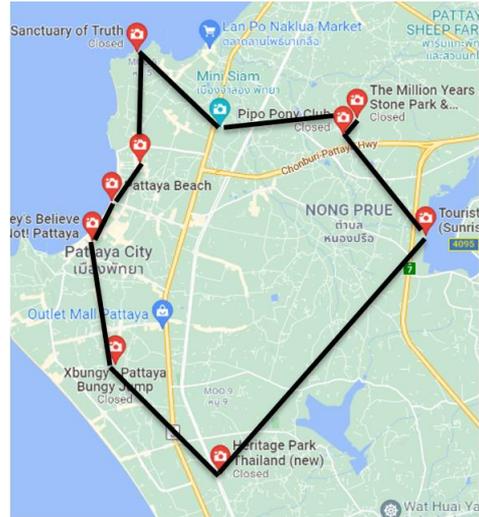
นักท่องเที่ยวและการลดค่าใช้จ่ายแบบแยกกัน ซึ่งยังไม่มีกร นำเวลา ค่าใช้จ่ายและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวมา พิจารณาพร้อมกัน รวมถึงงานวิจัยส่วนใหญ่ที่สนใจเรื่องของ เวลาใช้การแก้ปัญหาด้วยตัวแบบการเดินทางพนักงานขาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยนำ การแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายมาปรับปรุง และ ใช้ร่วมกับกำหนดการเป้าหมาย เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทาง การท่องเที่ยวภายใต้เงื่อนไขด้านเวลา ค่าใช้จ่าย และความ พึงพอใจของนักท่องเที่ยว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตอบสนอง ความต้องการของนักท่องเที่ยวมากที่สุด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอตัวแบบกำหนดการ เป้าหมายเพื่อวางแผนการจัดเส้นทางการท่องเที่ยว โดยตัว แบบที่สร้างขึ้นมีพื้นฐานมาจากตัวแบบการเดินทางของ พนักงานขายและตัวแบบกำหนดการเป้าหมาย ดังนั้นใน หัวข้อนี้จะกล่าวถึงตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายและ ตัวแบบกำหนดการเป้าหมาย

3.1 ตัวแบบการเดินทางของพนักงานขาย

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย [13] เป็นปัญหา การจัดเส้นทางที่มีวัตถุประสงค์ในการประหยัดค่าใช้จ่ายใน การเดินทาง โดยเส้นทางในการเดินทางของพนักงานขายต้องไป ครบทุกสถานที่ แต่ละสถานที่ที่จะเดินทางไปเพียงครั้งเดียว และต้องกลับมาที่จุดเริ่มต้นด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด รวมถึง ต้องห้ามเกิดการเดินทางซ้ำซ้อนและการเดินทางย่อย เพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพของการเดินทาง ตัวอย่างเช่นในงานวิจัย ของ เสกสรรค์ วินยางค์กุล และคณะ [14] ได้ศึกษาปัญหา การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยการประยุกต์ใช้ตัวแบบปัญหา การเดินทางของพนักงานขาย โดยต้องการหาเส้นทางของ รถรางนำเที่ยวในเทศบาลนครเชียงราย ซึ่งต้องการเดินทาง ท่องเที่ยวทั้งหมด 9 แห่ง และเงื่อนไขในการเดินทางคือ เดินทางท่องเที่ยวให้ครบทั้ง 9 แห่ง โดยมีระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายนิยมนำมาใช้กับ ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางท่องเที่ยวและการขนส่ง สินค้าของโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 1 ตัวอย่างเส้นทางการแก้ปัญหาการเดินทางของ พนักงานขาย

จากเงื่อนไขต่าง ๆ ข้างต้น ตัวแบบการเดินทางของพนักงาน ขายสามารถเขียนได้โดยกำหนดให้ ดัชนี พารามิเตอร์ และ ตัวแปรตัดสินใจเป็นดังนี้

ตารางที่ 1 ดัชนี พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจของตัว แบบการเดินทางของพนักงานขาย

ดัชนี	
i	= สถานที่ i
j	= สถานที่ j
พารามิเตอร์	
N	= จำนวนสถานที่ทั้งหมด
C_{ij}	= ระยะทางระหว่างสถานที่ i ไปสถานที่ j
ตัวแปรตัดสินใจ	
x_{ij}	= $\begin{cases} 1, & \text{ถ้ามีการเดินทางจากสถานที่ } i \text{ ไปสถานที่ } j \\ 0, & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$
u_i, u_j	= ตัวแปรเสริมที่ใช้ในการป้องกันการเดินทางย่อย

ตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายสามารถเขียน ได้ดังนี้

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N C_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1, j \neq i}^N x_{ij} = 1 \quad ; \forall j = 1, \dots, N \quad (2)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^N x_{ij} = 1 \quad ; \forall i = 1, \dots, N \quad (3)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1 \quad ; 2 \leq i \neq j \leq N \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad ; \forall i, j = 1, \dots, N \quad (5)$$

$$u_i \geq 0 \quad ; \forall i = 2, \dots, N \quad (6)$$

จากตัวแบบการเดินทางของพนักงานขาย ฟังก์ชันจุดประสงค์ (1) ต้องการหาระยะทางรวมในการเดินทางทั้งหมดน้อยที่สุด เงื่อนไขบังคับ (2) และ (3) ในแต่ละพื้นที่จะต้องมีการเดินทางเข้าเพียงครั้งเดียวและมีการเดินทางออกเพียงครั้งเดียว เงื่อนไขบังคับ (4) การป้องกันการเดินทางย่อย (subtour) และเงื่อนไขบังคับ (5) และ (6) เป็นค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรตัดสินใจ

3.2 ตัวแบบกำหนดการเป้าหมาย

กำหนดการเป้าหมายถูกกล่าวถึงครั้งแรกโดย Charnes และคณะ [15] เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากกำหนดการเชิงเส้นซึ่งต้องการแก้ปัญหาเชิงเส้นที่มีเป้าหมายเดียว แต่ในความเป็นจริงเป้าหมายมักมีมากกว่าหนึ่งเป้าหมาย ดังนั้นปัญหาที่มีหลายเป้าหมายควรประยุกต์ใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแทนการใช้ตัวแบบเชิงเส้น เนื่องจากตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสามารถพิจารณาหลายเป้าหมายประกอบกัน ส่งผลให้ต้องมีการจัดลำดับเป้าหมายที่เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยได้ เนื่องจากเป้าหมายแต่ละเป้าหมายมีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นตัวแบบกำหนดการเป้าหมายจะพยายามให้บรรลุเป้าหมายตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นั่นคือการพยายามให้มีค่าเบี่ยงเบนจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ให้น้อยที่สุด ค่าเบี่ยงเบนนี้จัดเป็นตัวแปรที่เรียกว่าตัวแปรเบี่ยงเบน ซึ่งอาจมีค่าเบี่ยงเบนสูงหรือต่ำกว่าเป้าหมาย

รูปแบบทั่วไปของกำหนดการเป้าหมายประกอบด้วยฟังก์ชันจุดประสงค์ ซึ่งต้องการหาค่าที่ต่ำที่สุดของผลรวมทั้งหมดของส่วนเบี่ยงเบนจากเป้าหมาย ภายใต้เงื่อนไขบังคับทั่วไป (functional constraints) ซึ่งเป็นเงื่อนไขทั่วไปของปัญหา และเงื่อนไขบังคับของเป้าหมาย (goal constraints)

ซึ่งจะพิจารณาตัวแปรส่วนเบี่ยงเบนให้สอดคล้องกับเป้าหมาย สำหรับการหาคำตอบของกำหนดการเป้าหมายสามารถหาได้หลายรูปแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแบบให้ความสำคัญกับลำดับเป้าหมาย (preemptive priority factors) ในการพิจารณาหาคำตอบ ซึ่งตัวแบบนี้จะพิจารณาเป้าหมายที่สำคัญที่สุดเป็นลำดับแรก ส่วนเป้าหมายที่สำคัญรองลงมาจะพิจารณาให้บรรลุเป็นลำดับถัดไป

4. ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสำหรับจัดเส้นทางการท่องเที่ยว

จากปัญหาการวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวเพื่อตอบสนองความต้องการทั้ง 3 เป้าหมายของนักท่องเที่ยว ผู้วิจัยได้นำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาและมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมกับความต้องการของนักท่องเที่ยว โดยความต้องการของนักท่องเที่ยวจะคำนึงถึง เวลา ค่าใช้จ่าย และความพึงพอใจในแต่ละสถานที่ของนักท่องเที่ยว และเนื่องจากตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายต้องการจัดเส้นทางในการเดินทางของพนักงานขายโดยต้องไปครบทุกสถานที่ ทำให้ตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ได้ เนื่องจากการเดินทางให้ครบทุกสถานที่ไม่สามารถควบคุมเวลาและค่าใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะสร้างตัวแบบกำหนดการเป้าหมายร่วมกับการปรับปรุงตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายเพื่อเลือกสถานที่และจัดเส้นทางโดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไปตามเป้าหมายของนักท่องเที่ยวมากที่สุด

สำหรับตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสำหรับการจัดการท่องเที่ยว สามารถเขียนได้โดยกำหนดให้เซตพารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 ดัชนีของตัวแบบจำลองกำหนดการเป้าหมายสำหรับการจัดการการท่องเที่ยว

ดัชนี	
i	= สถานที่ i
j	= สถานที่ j

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ของตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสำหรับการจัดการการท่องเที่ยว

พารามิเตอร์ (Parameter)	
N	= จำนวนสถานที่ทั้งหมด
T_{ij}	= เวลาในการเดินทางจากสถานที่ i ไปสถานที่ j
t_i	= เวลาที่ชื้ออยู่ในสถานที่ i
P_i	= ค่าเช่าของสถานที่ i
S_i	= ความพึงพอใจในสถานที่ i
H	= เวลาที่ผู้ใช้กำหนด (นาที)
B	= งบประมาณที่ผู้ใช้กำหนด (บาท)
S	= ความพึงพอใจที่ผู้ใช้กำหนด (ค่าเฉลี่ย)
CT	= ค่าเดินทางตลอดการเดินทาง

ตารางที่ 4 ตัวแปรตัดสินใจของตัวแบบจำลองกำหนดการเป้าหมายสำหรับการจัดการการท่องเที่ยว

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)	
x_{ij}	= $\begin{cases} 1; & \text{ถ้ามีการเดินทางจากสถานที่ } i \text{ ไปสถานที่ } j \\ 0; & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$
y_i	= $\begin{cases} 1; & \text{ถ้าสถานที่ } i \text{ ถูกเลือก} \\ 0; & \text{ถ้าสถานที่ } i \text{ ไม่ถูกเลือก} \end{cases}$
d_1^+	= เวลาที่ขาดจากเป้าหมาย
d_1^-	= เวลาที่เกินจากเป้าหมาย
d_2^+	= ค่าใช้จ่ายที่ขาดจากเป้าหมาย
d_2^-	= ค่าใช้จ่ายที่เกินจากเป้าหมาย
d_3^+	= ค่าความพึงพอใจที่ขาดจากเป้าหมาย
d_3^-	= ค่าความพึงพอใจที่เกินจากเป้าหมาย
u_i, u_j	= ตัวแปรเสริมที่ใช้ในการป้องกันการเดินทางย่อย

เนื่องจากตัวแบบกำหนดการเป้าหมายจะประกอบด้วยเงื่อนไขบังคับทั่วไปและเงื่อนไขบังคับของ

เป้าหมาย ซึ่งเงื่อนไขบังคับทั่วไปและเงื่อนไขบังคับของเป้าหมายสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 เงื่อนไขบังคับทั่วไป

ในงานวิจัยนี้เงื่อนไขบังคับทั่วไปจะเป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวกับการเลือกสถานที่และการจัดลำดับสถานที่ที่ท่องเที่ยว สำหรับการจัดเส้นทางท่องเที่ยว อย่างไรก็ตามตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจะต้องเดินทางได้ครบทุกสถานที่ซึ่งจะส่งผลต่อเวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจะถูกปรับให้เหมาะสมกับปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจ นั่นคือสถานที่ทุกสถานที่ไม่จำเป็นต้องมีการถูกเลือกในการจัดเส้นทาง ซึ่งเงื่อนไขบังคับทั่วไปสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

เงื่อนไขบังคับทั่วไป

$$\sum_{i=1, i \neq j}^N x_{ij} \leq 1 \quad ; \forall j = 1, \dots, N \quad (7)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^N x_{ij} \leq 1 \quad ; \forall i = 1, \dots, N \quad (8)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1 \quad ; 2 \leq i \neq j \leq N \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{ji} + \sum_{i=1}^N x_{ij} = 2y_i \quad ; \forall i = 1, \dots, N \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{ji} = \sum_{j=1}^N x_{ij} \quad ; \forall i = 1, \dots, N \quad (11)$$

$$x_{ij}, y_i \in \{0, 1\} \quad ; \forall i, j = 1, \dots, N, i \neq j \quad (12)$$

$$u_i \in R^+ \quad ; \forall i = 1, \dots, N \quad (13)$$

จากเงื่อนไขบังคับทั่วไป เงื่อนไขบังคับ (7) และ (8) เป็นการพิจารณาว่า ในแต่ละสถานที่จะต้องมีการเดินทางเข้าและออกได้ไม่เกิน 1 ครั้ง และในเงื่อนไข (9) เป็นการป้องกันการเดินทางย่อย (subtour) เงื่อนไข (10) หมายถึงสถานที่ i ถูกแวะเมื่อมีขาเข้าและออกจากสถานที่ i ในเงื่อนไข (11) เมื่อมีการเดินทางเข้าสถานที่ i แล้วต้องมีการเดินทางขาออกจากสถานที่ i และเงื่อนไขบังคับ (12) และ (13) เป็นค่าที่เป็นไปได้ของตัวแปรตัดสินใจ

4.2 เงื่อนไขบังคับของเป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้เงื่อนไขบังคับของเป้าหมายเป็นเงื่อนไขสำหรับพิจารณาเป้าหมายของนักท่องเที่ยว นั่นคือพิจารณาเวลา ค่าใช้จ่าย และความพึงพอใจจากความต้องการของนักท่องเที่ยว โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

เงื่อนไขบังคับของเป้าหมาย

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N T_{ij}x_{ij} + \sum_{i=1}^N t_i y_i + d_1^+ - d_1^- = H \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^N P_i y_i + CT + d_2^+ - d_2^- = B \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^N S_i y_i + d_3^+ - d_3^- = S \sum_{i=1}^N y_i \quad (16)$$

$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^- \geq 0 \quad (17)$$

จากเงื่อนไขบังคับของเป้าหมาย เงื่อนไขบังคับ (14) เป็นการกำหนดเป้าหมายโดยพิจารณาค่าเบี่ยงเบนของเวลากับเวลาที่กำหนด และในเงื่อนไขบังคับ (15) เป็นการกำหนดเป้าหมายโดยพิจารณาค่าเบี่ยงเบนของค่าใช้จ่ายกับค่าใช้จ่ายที่กำหนด ในเงื่อนไขบังคับ (16) เป็นการกำหนดเป้าหมายโดยพิจารณาค่าเบี่ยงเบนของความพึงพอใจกับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่กำหนด และเงื่อนไขบังคับ (17) ค่าเบี่ยงเบนต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

5. ผลลัพธ์ของตัวแบบ

สำหรับการทดสอบตัวแบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบตัวแบบที่นำเสนอด้วยโปรแกรม CPLEX บน Intel core i5 แบบ Quad-core 6MB 3.8GHz โดยในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการทดสอบกับกรณีศึกษาทั้งหมด 2 กรณีศึกษา ได้แก่ สถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย และเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ เนื่องจากต้องการแสดงให้เห็นว่าตัวแบบนี้สามารถนำไปปรับใช้ได้กับการวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งแต่ละกรณีศึกษาจะเลือกสถานที่ทั้งหมด 10 สถานที่ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเวลาเดินทางจากแต่ละสถานที่ไปยังสถานที่อื่น ๆ และเวลาเข้าชมในแต่ละสถานที่ ค่าบัตรเข้าชม และค่าความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวในแต่ละสถานที่ โดยข้อมูลของเวลาในการเดินทางผู้วิจัยนำมาจาก google map (ไม่พิจารณาถึงสภาพการจราจร) ในขณะที่ข้อมูลของเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานที่ ค่าเข้าชม และค่าความ

พึงพอใจ โดยค่าความพึงพอใจจะพิจารณาจากคะแนนรีวิวของนักท่องเที่ยว และผู้วิจัยได้รวบรวมมาจาก 3 เว็บไซต์ ได้แก่ เว็บไซต์วงใน (www.wongnai.com) เว็บไซต์ Trip (th.trip.com) และ เว็บไซต์ th.tripadvisor.com และนำข้อมูลจากทั้ง 3 เว็บไซต์มาเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นเวลาที่ใช้ ค่าเข้าชม และค่าความพึงพอใจในแต่ละสถานที่ ซึ่งผลลัพธ์ของแต่ละกรณีศึกษาเป็นดังนี้

5.1 กรณีศึกษาของจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย

ในกรณีศึกษาของจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย จะพิจารณาการเปิดให้บริการของแต่ละสถานที่ที่เป็น เวลา 09.00 น. - 19.00 น. ทำให้มีเวลาในการเดินทางท่องเที่ยวมากที่สุดคือ 10 ชั่วโมง หรือ 600 นาที ซึ่งในการทดสอบนั้น ผู้วิจัยจะพิจารณาเวลาของนักท่องเที่ยวในช่วง [180,600] และในส่วนของค่าใช้จ่ายและความพึงพอใจของแต่ละสถานที่ที่จะถูกกำหนดในช่วง [500,1000] และ [1,5] ตามลำดับ สำหรับความพึงพอใจจะมีค่าระดับมากที่สุดคือ 5 และน้อยที่สุดคือ 1 ซึ่งเมื่อนำไปใช้งานจริง นักท่องเที่ยวสามารถระบุค่าเหล่านี้ได้ด้วยตนเอง โดยนักท่องเที่ยวจะเป็นผู้ระบุว่า ค่าใช้จ่ายที่มีเป็นเท่าใด เวลาที่ต้องการใช้ในการเดินทางเป็นเท่าใด และค่าความพึงพอใจในสถานที่ที่ต้องการเดินทางเฉลี่ยควรไม่ต่ำกว่าเท่าใด พร้อมทั้งกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมาย สำหรับการทดสอบด้วยข้อมูลตัวอย่างจากการสุ่มค่าของนักท่องเที่ยว แสดงดังตารางที่ 5 ตารางที่ 5 การกำหนดเป้าหมายและข้อมูลของนักท่องเที่ยวรูปแบบที่ 1

เป้าหมาย	ปัจจัย	นักท่องเที่ยวระบุข้อมูล
1	ค่าใช้จ่าย (บาท)	700
2	เวลา (นาที)	600
3	ความพึงพอใจ	2

จากตารางที่ 5 นักท่องเที่ยวกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมายเป็นดังนี้
 เป้าหมายที่ 1: ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวไม่เกิน 700 บาท
 เป้าหมายที่ 2: ระยะเวลาในการท่องเที่ยวคือ 600 นาที
 เป้าหมายที่ 3: ความพึงพอใจเฉลี่ยต่อสถานที่ท่องเที่ยวต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 2

เมื่อนำลำดับความสำคัญของเป้าหมายต่าง ๆ ไปหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแบบให้ความสำคัญกับลำดับเป้าหมาย (preemptive priority factors) ในการหาคำตอบ ซึ่งสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ดังนี้

$$\text{เป้าหมายที่ 1: } \min d_2^- \quad (18)$$

subject to

$$\text{เงื่อนไขบังคับทั่วไป} \quad (7) - (13)$$

$$\text{เงื่อนไขบังคับเป้าหมาย} \quad (14) - (17)$$

$$\text{เป้าหมายที่ 2: } \min d_1^+ + d_1^- \quad (19)$$

subject to

$$\text{เงื่อนไขบังคับทั่วไป} \quad (7) - (13)$$

$$\text{เงื่อนไขบังคับเป้าหมาย} \quad (14) - (17)$$

$$d_2^- = z_1^* \quad (20)$$

เมื่อ z_1^* คือค่าที่เหมาะสมที่สุดของเป้าหมายที่ 1

$$\text{เป้าหมายที่ 3: } \min d_3^+ \quad (21)$$

subject to

$$\text{เงื่อนไขบังคับทั่วไป} \quad (7) - (13)$$

$$\text{เงื่อนไขบังคับเป้าหมาย} \quad (14) - (17)$$

$$d_2^- = z_1^*$$

$$d_1^+ + d_1^- = z_2^* \quad (22)$$

เมื่อ z_2^* คือค่าที่เหมาะสมที่สุดของเป้าหมายที่ 2

การหาผลลัพธ์จะเริ่มจากการหาผลลัพธ์ของตัวแบบในเป้าหมายที่ 1 ซึ่งฟังก์ชันจุดประสงค์ของเป้าหมายที่ 1 คือการหาค่าต่ำที่สุดของส่วนที่เกินจากค่าใช้จ่าย นั่นคือค่าใช้จ่ายจะต้องไม่เกินค่าที่นักท่องเที่ยวตั้งไว้ หรือถ้าเกินค่าที่ตั้งไว้จะต้องเกินน้อยที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบในเป้าหมายที่ 1 จะให้ค่าต่ำที่สุดคือ z_1^* หลังจากนั้น ตัวแบบในเป้าหมายที่ 2 จะถูกหาคำตอบ โดยตัวแบบนี้จะถูกกำหนดค่าส่วนเกินที่ต่ำที่สุดของค่าใช้จ่ายไว้ให้เป็น z_1^* นั่นคือการให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายเป็นอันดับที่ 1 และในเป้าหมายที่ 2 ฟังก์ชันจุดประสงค์ คือการหาค่าผลรวมต่ำ

ที่สุดของส่วนที่เกินและส่วนที่ขาดของเวลาที่นักท่องเที่ยวกำหนด นั่นคือนักท่องเที่ยวมีเวลาในการท่องเที่ยวตามที่นักท่องเที่ยวกำหนด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบในเป้าหมายที่ 2 จะให้ค่าต่ำที่สุดคือ z_2^* หลังจากนั้น ตัวแบบในเป้าหมายที่ 3 จะถูกหาคำตอบ โดยตัวแบบนี้จะถูกกำหนดค่าส่วนเกินที่ต่ำที่สุดของค่าใช้จ่ายไว้ให้เป็น z_1^* นั่นคือยังคงให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายเป็นอันดับที่ 1 และกำหนดค่าผลรวมของส่วนที่เกินและส่วนที่ขาดของเวลาให้เป็น z_2^* นั่นคือนักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับเวลาเป็นอันดับที่ 2 และฟังก์ชันจุดประสงค์ของเป้าหมายที่ 3 คือการหาค่าต่ำที่สุดของส่วนที่ขาดจากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ นั่นคือความพึงพอใจจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่นักท่องเที่ยวกำหนด และเมื่อได้ผลลัพธ์จากตัวแบบของเป้าหมายที่ 3 ผลลัพธ์นี้จะเป็นผลลัพธ์ที่ตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวตามลำดับความสำคัญที่นักท่องเที่ยวกำหนด โดยระยะเวลารวมทั้งใช้ในการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม CPLEX จะใช้เวลา 18.8 วินาที ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลลัพธ์ของข้อมูลในตารางที่ 5

จากรูปที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้ แสดงสถานที่และเส้นทางการท่องเที่ยว และค่าของเป้าหมายต่าง ๆ โดยเป้าหมายที่ 1 คือค่าใช้จ่าย มีค่าเท่ากับ 260 บาท ซึ่งไม่เกินเป้าหมายที่นักท่องเที่ยวกำหนด เป้าหมายที่ 2 คือเวลามีค่าเท่ากับ 600 นาที ซึ่งตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยว และเป้าหมายที่ 3 คือความพึงพอใจเฉลี่ยเป็น 3.5 ซึ่งมากกว่าความพึงพอใจที่นักท่องเที่ยวกำหนด

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการกำหนดเป้าหมาย ผู้วิจัยได้เปลี่ยนลำดับของเป้าหมายใหม่ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การกำหนดเป้าหมายและข้อมูลของนักท่องเที่ยวรูปแบบที่ 2

เป้าหมาย	ปัจจัย	นักท่องเที่ยวระบุข้อมูล
1	ความพึงพอใจ	2
2	เวลา (นาทึ)	600
3	ค่าใช้จ่าย (บาท)	700

จากตารางที่ 6 นักท่องเที่ยวกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมายเป็นดังนี้

เป้าหมายที่ 1: ความพึงพอใจเฉลี่ยต่อสถานที่ท่องเที่ยวต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 2

เป้าหมายที่ 2: ระยะเวลาในการท่องเที่ยวคือ 600 นาที

เป้าหมายที่ 3: ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวไม่เกิน 700 บาท

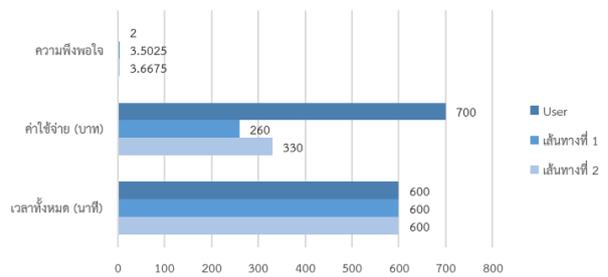
เมื่อนำลำดับความสำคัญของเป้าหมายต่าง ๆ ไปหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแบบให้ความสำคัญกับลำดับเป้าหมาย (preemptive priority factors) ในการหาคำตอบ ซึ่งมีวิธีการหาคำตอบดังที่กล่าวไปในรูปแบบที่ 1 โดยเรียงลำดับของเป้าหมายใหม่ ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผลลัพธ์ของข้อมูลในตารางที่ 6

จากรูปที่ 3 ผลลัพธ์ที่ได้ แสดงสถานที่และเส้นทางการท่องเที่ยว และค่าของเป้าหมายต่าง ๆ โดยเป้าหมายที่ 1 คือความพึงพอใจเฉลี่ยเป็น 3.67 ซึ่งมากกว่าความพึงพอใจที่นักท่องเที่ยวกำหนด เป้าหมายที่ 2 คือเวลามีค่าเท่ากับ 600 นาที ซึ่งตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยว และเป้าหมายที่ 3 คือค่าใช้จ่าย มีค่าเท่ากับ 330 บาท ซึ่งไม่เกินเป้าหมายที่นักท่องเที่ยวกำหนด

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดลำดับของเป้าหมาย จะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้จะสอดคล้องกับเป้าหมายที่นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก และยังคงสอดคล้องกับทุก ๆ เป้าหมาย รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าของเป้าหมายต่าง ๆ จากทั้ง 2 เส้นทาง เมื่อมีการกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมายที่ต่างกัน โดยสังเกตได้ว่าความพึงพอใจที่ได้จากเส้นทางที่ 1 และเส้นทางที่ 2 นั้นสูงกว่าที่นักท่องเที่ยว (User) กำหนดไว้ แต่ค่าใช้จ่ายที่ได้กลับน้อยกว่าที่นักท่องเที่ยว (User) กำหนดไว้ และในส่วนของเวลาที่ใช้ในการเดินทางท่องเที่ยวทั้งหมดเป็นไปตามที่นักท่องเที่ยว (User) ต้องการนั่นเอง



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของทั้ง 2 เส้นทาง

จากการศึกษากรณีศึกษาของจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย พบว่าสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรีมีค่าใช้จ่ายในการเข้าเยี่ยมชมที่ค่อนข้างต่ำและใกล้เคียงกัน จึงทำให้ไม่เห็นถึงความแตกต่างของการจัดลำดับเป้าหมายในด้านของค่าใช้จ่าย ดังนั้นเพื่อให้เห็นถึงความสำคัญของลำดับของเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงได้นำตัวแบบที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางท่องเที่ยวในเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ

5.2 กรณีศึกษาของเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ

ในกรณีศึกษาของเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษของจะพิจารณาการเปิดให้บริการของแต่ละสถานที่ที่เป็น เวลา 09.00 น. - 19.00 น. ทำให้มีเวลาในการเดินทางท่องเที่ยวมากที่สุดคือ 10 ชั่วโมง หรือ 600 นาที ซึ่งในการทดสอบนั้น ผู้วิจัยจะพิจารณาเวลาของนักท่องเที่ยวในช่วง [180,600] ในส่วนของค่าใช้จ่ายรวมจะถูกกำหนดในช่วง[3000,9000] และความพึงพอใจของแต่ละสถานที่จะถูกกำหนดในช่วง และ [1,5] ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำไปใช้งานจริง นักท่องเที่ยว

สามารถระบุค่าเหล่านี้ได้ด้วยตนเอง สำหรับข้อมูลตัวอย่างจากการสุ่มค่านักท่องเที่ยว แสดงดังตารางที่ 7 ตารางที่ 7 การกำหนดเป้าหมายและข้อมูลของนักท่องเที่ยว

เป้าหมาย	ปัจจัย	นักท่องเที่ยวระบุข้อมูล
1	ค่าใช้จ่าย (บาท)	3000
2	ความพึงพอใจ	4.5
3	เวลา (นาที)	600

จากตารางที่ 7 นักท่องเที่ยวกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมายเป็นดังนี้
 เป้าหมายที่ 1: ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวไม่เกิน 3000 บาท
 เป้าหมายที่ 2: ความพึงพอใจเฉลี่ยต่อสถานที่ท่องเที่ยวต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 4.5
 เป้าหมายที่ 3: ระยะเวลาในการท่องเที่ยวคือ 600 นาที

เมื่อนำลำดับความสำคัญของเป้าหมายต่าง ๆ ไปหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแบบให้ความสำคัญกับลำดับเป้าหมาย (preemptive priority factors) ในการหาคำตอบ ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลลัพธ์ของข้อมูลในตารางที่ 7

จากรูปที่ 5 ผลลัพธ์ที่ได้ แสดงสถานที่และเส้นทางการท่องเที่ยว และค่าของเป้าหมายต่าง ๆ โดยเป้าหมายที่ 1 คือค่าใช้จ่าย มีค่าเท่ากับ 1258.125 บาท ซึ่งไม่เกินเป้าหมายที่นักท่องเที่ยวกำหนด เป้าหมายที่ 2 คือความพึงพอใจเฉลี่ยเป็น 4.54 ซึ่งมากกว่าความพึงพอใจที่นักท่องเที่ยวกำหนด และเป้าหมายที่ 3 คือเวลามีค่าเท่ากับ 478 นาที ซึ่งต่ำกว่าความต้องการของนักท่องเที่ยว

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของการกำหนดเป้าหมาย ผู้วิจัยได้เปลี่ยนลำดับของเป้าหมายใหม่ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การกำหนดเป้าหมายและข้อมูลของนักท่องเที่ยว

เป้าหมาย	ปัจจัย	นักท่องเที่ยวระบุข้อมูล
1	ความพึงพอใจ	4.5
2	เวลา (นาที)	600
3	ค่าใช้จ่าย (บาท)	3000

จากตารางที่ 8 นักท่องเที่ยวกำหนดลำดับความสำคัญของเป้าหมายเป็นดังนี้

เป้าหมายที่ 1: ความพึงพอใจเฉลี่ยต่อสถานที่ท่องเที่ยวต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 4.5
 เป้าหมายที่ 2: ระยะเวลาในการท่องเที่ยวคือ 600 นาที
 เป้าหมายที่ 3: ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวไม่เกิน 3000 บาท

เมื่อนำลำดับความสำคัญของเป้าหมายต่าง ๆ ไปหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบกำหนดการเป้าหมายแบบให้ความสำคัญกับลำดับเป้าหมาย (preemptive priority factors) ในการหาคำตอบ ได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของข้อมูลในตารางที่ 8

จากรูปที่ 6 ผลลัพธ์ที่ได้ แสดงสถานที่และเส้นทางการท่องเที่ยว และค่าของเป้าหมายต่าง ๆ โดยเป้าหมายที่ 1 คือความพึงพอใจเฉลี่ยเป็น 4.6 ซึ่งมากกว่าความพึงพอใจที่นักท่องเที่ยวกำหนด เป้าหมายที่ 2 คือเวลามีค่าเท่ากับ 600 นาที ซึ่งตรงตามความต้องการของนักท่องเที่ยว และเป้าหมายที่ 3 คือค่าใช้จ่าย มีค่าเท่ากับ 2996.625 บาท ซึ่งไม่เกินเป้าหมายที่นักท่องเที่ยวกำหนด แต่มีค่ามากกว่าการ

กำหนดเป้าหมายในรูปแบบที่ 1 เนื่องจากในข้อมูลตัวอย่างนี้ให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายเป็นลำดับสุดท้าย

จากผลลัพธ์การจัดเส้นทางท่องเที่ยวในแต่ละลำดับความสำคัญด้วยตัวแบบที่นำเสนอ แสดงให้เห็นว่าลำดับความสำคัญมีความจำเป็นในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางท่องเที่ยวให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว และผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบมีความสอดคล้องกับปัจจัยที่นักท่องเที่ยวกำหนด ซึ่งเมื่อนำวิธีการที่นำเสนอไปเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจะพบว่า ตัวแบบที่นำเสนอเหมาะสมกับการจัดเส้นทางให้นักท่องเที่ยวมากกว่าการแก้ปัญหาด้วยตัวแบบการเดินทางของพนักงานขาย เนื่องจากตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจะให้ความสำคัญที่ละปัจจัยรวมทั้งทำหน้าที่จัดเส้นทางในทุกสถานที่ โดยไม่สามารถเลือกสถานที่เพื่อให้อสอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ ส่งผลให้เส้นทางที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยว ดังนั้นตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายจึงไม่เหมาะสมที่จะแก้ปัญหานี้

6. สรุปผล

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสำหรับการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวภายใต้การกำหนดปัจจัยของนักท่องเที่ยว เพื่อสร้างแผนการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยว และแสดงผลทางด้านการจัดลำดับสถานที่ในการท่องเที่ยวโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่นักท่องเที่ยวสามารถกำหนดได้ โดยทดสอบตัวแบบกับกรณีศึกษา 2 กรณี จากการศึกษากรณีศึกษาทั้ง 2 กรณีศึกษา ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย และเมืองลอนดอนประเทศอังกฤษ ซึ่งผลลัพธ์ในการจัดเส้นทางทั้งหมดที่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดทั้งด้านเวลา ค่าใช้จ่าย และความพึงพอใจ

จากการทดสอบและผลลัพธ์ที่ได้พบว่า นักท่องเที่ยวสามารถนำตัวแบบกำหนดการเป้าหมายสำหรับการจัดการท่องเที่ยวไปใช้ในการจัดเส้นทางท่องเที่ยวได้จริงและมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดเส้นทางด้วยตนเอง รวมถึงตัวแบบที่นำเสนอช่วยให้ง่ายต่อการจัดการท่องเที่ยวให้เป็นเรื่องที่ย่อยและรวดเร็ว เพราะตัวแบบที่นำเสนอ

สามารถเลือกสถานที่ให้เอง ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่จะนำเพียงตัวแบบการเดินทางของพนักงานขายมาใช้ ซึ่งต้องพิจารณาสถานที่ทั้งหมด และในงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากการกำหนดปัจจัยทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ เวลา ค่าใช้จ่าย และความพึงพอใจ ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถกำหนดปัจจัยเหล่านี้ได้ด้วยตนเอง

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ ในการหาผลลัพธ์ยังมีความซับซ้อน ซึ่งนักท่องเที่ยวโดยทั่วไปอาจจะใช้งานได้ง่ายๆ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนางานวิจัยนี้ โดยนำตัวแบบหรือวิธีการที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเว็บไซต์และลดการคำนวณเพื่อที่จะช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงการใช้งานในการวางแผนจัดเส้นทางได้ง่ายยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ ตัวแบบที่นำเสนอ ยังไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการจัดเส้นทาง เช่น ปัจจัยทางด้านรถติด การท่องเที่ยวในหลาย ๆ วัน หรือด้านที่พัก เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปศึกษาต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนสนับสนุนการทำวิจัยด้านคณิตศาสตร์และสถิติ (โครงการปริญญาตรีภาคพิเศษ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์การจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2564 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ฐานเศรษฐกิจ, “รายได้การท่องเที่ยวของประเทศไทย,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.thansettakij.com/business/70424>. [วันที่เข้าถึง 15 สิงหาคม 2564].
- [2] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, “จำนวนนักท่องเที่ยวและรายได้การท่องเที่ยวของประเทศไทยจากนักท่องเที่ยวต่างชาติ,” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.mots.go.th/>. [วันที่เข้าถึง 15 สิงหาคม 2564].
- [3] ชุมพล รอดแจ่ม., “เส้นทางท่องเที่ยวเชิงศิลปวัฒนธรรม อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี,”

- รายงานการวิจัย, วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, นนทบุรี, 2556.
- [4] ชนิดาภา ไมตรีแก้ว, “การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเส้นทางการท่องเที่ยวอำเภอบางบาลบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำหรับนักท่องเที่ยวชาวไทย,” ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการอุตสาหกรรมบริการ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2559.
- [5] รัตน์ดี ธิกาปุน และคณะ, “การศึกษาเส้นทางเชื่อมโยงการท่องเที่ยวในเขตพัฒนาการท่องเที่ยวมรดกโลกด้านวัฒนธรรม,” in *Proceedings of the 8th Undergraduate in Applied Mathematics Conference (UAMC 2019)*, 2561
- [6] W. Wisittipanich, “Multi-objective tourist trip design problem in Chiang Mai City,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*, vol. 895, no. 1, pp. 1-7, 2020.
- [7] N. Khamsing, “Modified ALNS algorithm for a processing application of family tourist route planning: a case study of Buriram Thailand,” *Computation.*, vol. 9, no. 2, pp. 1-30, 2020.
- [8] X. Wu, “A tour route planning model for tourism experience utility maximization,” *Advances in Mechanical Engineering (AIME).*, vol. 9, no. 10, pp. 1-8, 2017.
- [9] Z. Hashim and W. R. Ismail, “Self-drive tourism route in Terengganu: an application of goal programming model,” *Sains Humanika.*, vol. 9, pp. 51-57, 2017.
- [10] รักษ์ชนก ตระกูลพั้ว และ ณรงค์เดช กิรติพรานนท์, “ระบบแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวกองทัพอากาศ เขตดอนเมือง และบริเวณโดยรอบด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมเพื่อความพึงพอใจกลุ่มนักท่องเที่ยว,” รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 2562.
- [11] F. Jolai and M. Aghdaghi, “A goal programming model for single vehicle routing problem with multiple routes,” *Journal of Industrial and Systems Engineering.*, vol 2, no. 2, pp. 154-163, 2008.
- [12] A. Afriani, H. Saleh and M. D. H. Gamal, “An application of goal programming: the best route to discover a wonderful West Sumatera,” *Science Publishing Group.*, vol. 5, no. 1, pp. 9-13, 2019.
- [13] E. L. Lawler, *The Travelling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*, John Wiley & Sons, 1985.
- [14] เสกสรรค์ วินยาศักดิ์ และคณะ, “การประยุกต์ตัวแบบปัญหาการเดินทางของเซลล์แมนกรณีศึกษาการจัดการเส้นทางรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย,” *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, หน้า 85-97, 2557
- [15] A. Charnes, W. W. Cooper and R. Ferguson, “Optimal estimation of executive compensation by linear programming,” *Management Science.*, vol. 1, pp. 138-151, 1955.