

การจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักรวมแม่บ้านในโรงแรม ภายใต้ข้อจำกัดด้านกรอบเวลา

Hotel Housekeeper Scheduling Problem with Time Windows

ณัฐนิชา อิ่มน้ำขาว (Nutchicha Imnamkhao)* ดร.กาญจนา เศรษฐนันท์ (Dr.Kanchana Sethanan)^{1**}

ดร.ฐิติพงศ์ จำรัส (Dr.Thitipong Jamrus)^{***}

(Received: January 27, 2022; Revised: May 9, 2022; Accepted: May 11, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักรวมแม่บ้านในโรงแรม เนื่องจากการจัดตารางดังกล่าวต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านงบประมาณ มาตรฐานการปฏิบัติงาน รวมถึงปัจจัยด้านปริมาณและความต้องการของลูกค้าที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้ธุรกิจโรงแรมไม่สามารถจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักรวมแม่บ้านในโรงแรม ภายใต้ข้อจำกัดด้านกรอบเวลาในการให้บริการทั้งส่วนของห้องพักและแม่บ้าน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุด โดยใช้วิธีการพัฒนาแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม ในการแก้ปัญหาดังกล่าวเปรียบเทียบกับกรสร้างคำตอบเบื้องต้น 7 กรณี ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านได้ร้อยละ 14.62 18.20 14.92 1.66 14.10 7.51 และ 22.47 ตามลำดับ และใช้เวลาในการค้นหาคำตอบเร็วกว่าการสร้างคำตอบเบื้องต้น 5 กรณีจาก 7 กรณี

ABSTRACT

This research focuses on hotel housekeeper scheduling problem. Such scheduling requires consideration of several factors including budget, operational standards, number of rooms, and uncertain room's time windows that make the hotel unable to manage resources efficiently. Therefore, this study aims to minimize total labor costs of housekeepers from the cleaning schedule under time windows. A mixed integer linear programming is developed and compared with the constructive heuristic in 7 instances. The results show that proposed mixed integer linear programming is efficient in solving problems, they could improve the solution quality by 14.62%, 18.20%, 14.92%, 1.66%, 14.10%, 7.51%, and 22.47%, and the computational time is faster than the constructive heuristic for 5 out of 7 instances.

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมโรงแรม การจัดตารางแม่บ้าน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Keywords: Hotel industry, Housekeeper scheduling, Mathematical model

¹Corresponding author: skanch@kku.ac.th

*นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**ศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวนับเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่สำคัญในการช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวทั่วโลก มีความได้เปรียบในด้านราคาห้องพักและค่าครองชีพที่อยู่ในระดับต่ำ ทั้งยังมีการส่งเสริมการท่องเที่ยวจากภาครัฐเพื่อสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นการท่องเที่ยวภายในประเทศตามยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจ ส่งผลให้ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวของประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง [1] ในขณะเดียวกันธุรกิจโรงแรมซึ่งเป็นธุรกิจที่มีอิทธิพลต่อการขยายตัวของการท่องเที่ยวโดยตรงก็มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งในด้านจำนวนโรงแรมและจำนวนห้องพัก เหนี่ยวนำให้ภาวะการแข่งขันในธุรกิจโรงแรมมีแนวโน้มรุนแรงขึ้นจากคู่แข่งในกลุ่มธุรกิจเดียวกันที่ยังคงมีการขยายการลงทุนทั้งในส่วนของโรงแรมท่องเที่ยวหลักและรอง อีกทั้งยังมีการแข่งขันจากสินค้าหรือบริการทดแทน เช่น หอพัก คอนโดมิเนียม และอะพาร์ตเมนต์ที่มีการเปิดให้เช่ารายวันและมีค่าเช่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า ประกอบกับภาวะเศรษฐกิจที่ซบเซาทำให้อัตราการเข้าพักของธุรกิจโรงแรมทั่วประเทศมีแนวโน้มอยู่ในระดับต่ำ เฉลี่ยร้อยละ 40 จากนักท่องเที่ยวทั้งหมดในปีพ.ศ. 2562 [2] ผู้ประกอบการธุรกิจโรงแรมจึงต้องมีการวางแผนการจัดการทั้งในด้านคุณภาพการให้บริการและความประทับใจของผู้ใช้บริการเพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขัน ทั้งยังต้องมีการวางแผนในการพิจารณาความคุ้มค่าของต้นทุนเพื่อให้สามารถดำเนินธุรกิจไปได้อย่างราบรื่นและยั่งยืน

ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคาดหวังของลูกค้าที่มีต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการโรงแรม พบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านความสะอาดเรียบร้อยของห้องพักเป็นอันดับต้นๆ และรองลงมาคือสภาพของห้องพักและสิ่งอำนวยความสะดวก [3-4] ด้วยเหตุนี้แผนกแม่บ้านจึงเป็นแผนกที่มีความสำคัญและเป็นหัวใจหลักของธุรกิจโรงแรม ซึ่งโรงแรมแต่ละแห่งจะมีโครงสร้างของแผนกที่แตกต่างกันขึ้นกับขนาดและประเภทของโรงแรม โดยตำแหน่งที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ พนักงานดูแลห้องพักหรือแม่บ้าน (Housekeeper) เป็นตำแหน่งที่มีอัตราการสับเปลี่ยนหมุนเวียนของพนักงานสูงที่สุดในธุรกิจโรงแรม ทำหน้าที่รับผิดชอบจัดการห้องพัก ทำความสะอาด ป้องกัน และดูแลทรัพย์สินของลูกค้า [5] โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำงบประมาณโรงแรม พบว่าค่าใช้จ่ายของแผนกแม่บ้านนั้นประมาณการได้ยาก มักจะมีปัญหาเกี่ยวกับการบริหารจัดการค่าใช้จ่ายในแผนก จำเป็นต้องมีการวางแผนเรื่องจำนวนแม่บ้านให้เป็นไปตามมาตรฐานการจ้างงาน ซึ่งต้องมีการกระจายภาระงานเท่าๆ กัน โดยทั่วไปแล้วแม่บ้านจะปฏิบัติงานได้ง่ายเมื่อห้องพักเต็มหรือมีจำนวนห้องพักที่แขกเข้าพักเป็นจำนวนมาก แต่ในกรณีที่ห้องพักไม่เต็มการปฏิบัติงานของแม่บ้านมักเสียเวลาไปกับการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ทำความสะอาดเพื่อไปยังห้องพักถัดไป เนื่องจากห้องพักของแต่ละโรงแรมนั้นมีจำนวนมากและห้องพักที่ต้องเข้าทำความสะอาดนั้นอาจอยู่ห่างกัน ทำให้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานค่อนข้างนานและอาจทำให้การปฏิบัติงานไม่แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด นำไปสู่กรณีที่ต้องเรียกพนักงานชั่วคราว (Part Time) มาเพิ่ม ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในแผนกเพิ่มสูงขึ้นด้วย [6] สถานประกอบการที่พักแรมจึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการและวางแผนการจัดตารางแม่บ้าน เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดตารางในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ พบว่าแนวทางในการแก้ปัญหาการจัดตารางส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับวิธีการอื่นๆ โดยมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันตามลักษณะของปัญหา เช่น [7] ได้ทำการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตบนเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของเครื่องจักรและเวลากำหนดส่งงานที่แตกต่างกัน โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม และใช้วิธีการทางเมตาเฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) สำหรับปัญหาขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับ [8] ได้ศึกษาการจัดตารางการผลิตบนเครื่องจักรแบบขนานที่มีการแยกงาน (Split) และมีเงื่อนไขด้านการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเช่นกัน ต่อมา [9] ได้ศึกษาการจัดตารางรถขนอ้อยสำหรับเครื่องเทอ้อย

ในโรงงานน้ำตาล ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของเครื่องจักรและเวลาการเตรียมเครื่องจักร โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) ร่วมกับวิธีการทางเมตะฮิวริสติกส์ นอกจากนี้แล้วแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังได้มีการถูกนำไปใช้แก้ไขปัญหาอื่นๆ เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เช่น ปัญหาการขนส่ง การพยากรณ์ การหาที่ตั้ง และการจัดสรร เป็นต้น โดยจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่ามีการวิจัยจำนวนน้อยมากที่พิจารณาปัญหาการจัดตารางด้านการบริการในธุรกิจโรงแรมและที่พักที่มีข้อจำกัดของเวลาทั้งส่วนของห้องพักและแม่บ้าน ประสบการณ์หรือทักษะของแม่บ้าน และต้นทุนในการจ้างงาน

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม เพื่อลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุด โดยมีหลักการสำคัญคือ ห้องพักจะต้องถูกทำความสะอาดให้แล้วเสร็จทันเวลาเพื่อให้ลูกค้าที่เข้าพักได้รับความพึงพอใจอย่างสูงสุด การปฏิบัติงานของแม่บ้านต้องเป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดด้านแรงงาน และผู้ประกอบการจะต้องได้รับผลประโยชน์สูงสุดเช่นกัน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างสมการเป้าหมายเชื่อมโยงกับข้อจำกัดของห้องพักและแม่บ้าน โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming; MILP) ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาแบบวิธีแน่นอนตรง (Exact Algorithm) เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) โดยการศึกษาประกอบไปด้วยหัวข้อถัดไปคือ วัตถุประสงค์การวิจัย วิธีการวิจัย ผลการวิจัย อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม ภายใต้ข้อจำกัดด้านกรอบเวลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ต้นทุนในการจ้างแม่บ้านต่ำที่สุด

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะของปัญหาและนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม ภายใต้ข้อจำกัดด้านกรอบเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะปัญหา

จากการศึกษารูปแบบการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรมพบว่า แม่บ้านผู้รับผิดชอบดูแลห้องพักแต่ละคนจะมีการทำความสะอาดห้องพักในรูปแบบขนานไม่เกี่ยวข้องกัน (Unrelated Parallel Machines Scheduling Problem) กล่าวคือมีแม่บ้านหลายคนเข้าทำความสะอาดห้องพักพร้อมๆ กัน โดยเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านแต่ละคนจะแตกต่างกันตามประสบการณ์ และมีเวลาในการเตรียมอุปกรณ์และเคลื่อนย้ายไม่เป็นอิสระต่อกัน (Sequence Dependent Setup Time) เมื่อลำดับของห้องพักที่ต้องทำความสะอาดมีการเปลี่ยน ระยะเวลาในการเตรียมอุปกรณ์และเคลื่อนย้ายก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านเวลาในการเข้าทำความสะอาดห้องพักแต่ละห้องที่จำกัดและแตกต่างกันตามความต้องการของลูกค้า ทำให้ลำดับในการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านมีความไม่แน่นอน ส่งผลให้การวางแผนเกิดความยุ่งยากในกรณีที่แม่บ้านมีการว่างงาน หรือมีต้นทุนในการดำเนินงานสูงขึ้นเนื่องจากทำงานเสร็จไม่ทันเวลาในกรณีที่แม่บ้านมีภาระงานเกิน จึงจำเป็นต้องมีการจัดตารางการทำความสะอาดของแม่บ้านให้ได้ลำดับงานที่ดีที่สุด เพื่อให้ทันเวลาและลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุดซึ่งมีรูปแบบลักษณะปัญหาเป็นแบบ $R_m | S_j, r_j, d_j | \sum A_i W_i$ แสดงดังภาพที่ 1

สมมติฐานที่ใช้ (Assumptions)

1. รูปแบบการทำความสะอาดของแม่บ้าน จัดเป็นรูปแบบเครื่องจักรขนานไม่เกี่ยวข้องกัน
2. การทำงานจะเริ่มต้นออกจากห้องแม่บ้านไปทำความสะอาดห้องพักแต่ละห้อง และกลับมาที่ห้องแม่บ้านหลังจากทำความสะอาดห้องพักสุดท้าย
3. แม่บ้านแต่ละคนสามารถเข้าทำความสะอาดห้องพักได้ทุกห้อง
4. เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดห้องพักแตกต่างกันตามประสบการณ์ของแม่บ้าน
5. เวลาในการเตรียมการก่อนทำความสะอาดห้องพักไม่เป็นอิสระต่อกัน เมื่อลำดับของการทำความสะอาดห้องพักมีการเปลี่ยนแปลง ระยะเวลาในการเตรียมการก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย
6. ห้องพักแต่ละห้องมีเวลาที่สามารถเข้าทำความสะอาดได้จำกัดและแตกต่างกัน
7. ห้องพักแต่ละห้องจะถูกทำความสะอาดโดยแม่บ้านคนเดียวเท่านั้น
8. การทำความสะอาดจะไม่มีภาระงาน หากแม่บ้านเริ่มทำความสะอาดห้องพักใดแล้วจะต้องทำให้เสร็จจึงจะสามารถเริ่มทำความสะอาดห้องพักถัดไปได้
9. แม่บ้านทุกคนทำงานโดยไม่เกิดการหยุดชะงัก
10. พิจารณาอัตราค่าจ้างแม่บ้านแตกต่างกัน

การสร้างคำตอบเบื้องต้น (Constructive Heuristic)

ในการสร้างคำตอบเบื้องต้นสำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม ผู้วิจัยเลือกใช้หลักการการตัดสินใจควบคู่ไปกับการคำนวณผลลัพธ์ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยมีลำดับขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 2 และมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จำแนกห้องพักที่แม่บ้านแต่ละคนสามารถเข้าทำความสะอาดได้ และดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 เรียงลำดับห้องพักที่พร้อมให้แม่บ้านเข้าทำความสะอาดจากก่อนไปหลัง โดยพิจารณาห้องพักที่มีเวลาแล้วเสร็จน้อยที่สุดก่อน และดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 เลือกแม่บ้านที่มีอัตราค่าจ้างต่ำที่สุด และตรวจสอบเงื่อนไขของแม่บ้านว่าถูกต้องหรือไม่ หากถูกต้องให้ดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 4 แต่ถ้าหากไม่ถูกต้องให้ทำการเรียงลำดับห้องพักใหม่ในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 มอบหมายห้องพักที่มีเวลาแล้วเสร็จน้อยที่สุดที่ยังไม่ถูกมอบหมาย ให้กับแม่บ้านที่มีอัตราค่าจ้างต่ำที่สุด และดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบเงื่อนไขและข้อจำกัดของห้องพักว่าถูกต้องหรือไม่ หากถูกต้องให้ดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 6 แต่ถ้าหากไม่ถูกต้องให้ทำการเลือกแม่บ้านใหม่ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาเวลาแล้วเสร็จ (Makespan) และคำนวณหาต้นทุนในการจ้างแม่บ้านจากผลคูณของค่าจ้างและเวลาในการทำงานของแม่บ้านแต่ละคน ตามตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านที่ได้จากการสร้างคำตอบเบื้องต้น

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม ภายใต้ข้อจำกัดด้านกรอบเวลา ผู้วิจัยได้มีการกำหนดสัญลักษณ์และความหมายของตัวแปรเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดสัญลักษณ์และความหมายของตัวแปรในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.1 ดัชนี (Indices)

i ดัชนีของแม่บ้าน $i \in M$

j, k ดัชนีของห้องพัก $j, k \in N$

1.2 ตัวแปรที่ทราบค่า (Parameters)

PT_{ik} เวลาในการทำความสะอาดห้องพัก k โดยแม่บ้าน i (นาที)

S_{jk} เวลาเตรียมการ เมื่อทำความสะอาดห้องพัก j ก่อนห้องพัก k (นาที)

MS_i เวลาที่แม่บ้าน i พร้อมทำงาน

MC_i เวลารวมที่แม่บ้าน i สามารถทำงานได้ (นาที)

RT_k เวลาเริ่มต้นที่ห้องพัก k พร้อมให้ทำความสะอาด

D_k เวลาสุดท้ายที่ห้องพัก k พร้อมให้ทำความสะอาด

A_i อัตราค่าจ้างแม่บ้าน i (บาท/นาที)

M จำนวนแม่บ้านทั้งหมด (คน)

N จำนวนห้องพักทั้งหมด (ห้อง)

G จำนวนจริงที่ค่ามาก

1.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

C_i เวลาแล้วเสร็จในการทำความสะอาดของแม่บ้าน i

W_i เวลาปฏิบัติงานของแม่บ้าน i (นาที)

ST_{ik} เวลาเริ่มต้นของการทำความสะอาดห้องพัก k โดยแม่บ้าน i

CT_{ik} เวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพัก k โดยแม่บ้าน i

C_{max} เวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพักสุดท้าย

1.4 ตัวแปรตัดสินใจฐานสอง (Binary Variables)

X_{ijk} มีการทำความสะอาดห้องพัก j ก่อนห้องพัก k โดยแม่บ้าน i

Y_{ik} มีการทำความสะอาดห้องพัก k โดยแม่บ้าน i

2. แบบจำลองสมการทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ประกอบไปด้วย สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

และสมการข้อจำกัด (Constraints) ดังแสดงต่อไปนี้

2.1 สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{minimize } Z = \sum_{i \in M} A_i W_i \quad (1)$$

2.2 สมการข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_j S_{jk} X_{ijk} + PT_{ik} Y_{ik} \leq CT_{ik} \quad ; \forall i \in M, k \in N, j \neq k, k \neq 1 \quad (2)$$

$$\sum_i Y_{ik} = 1 \quad ; \forall k \in N, k \neq 1 \quad (3)$$

$$\sum_k X_{i1k} \leq 1 \quad ; \forall i \in M, k \neq 1 \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sum_j X_{ijk} &= Y_{ik} && ; \forall i \in M, k \in N, j \neq k, k \neq 1 && (5) \\ \sum_j X_{ijk} &= Y_{ik} && ; \forall i \in M, k \in N, j \neq k, k \neq 1 && (6) \\ CT_{ik} - CT_{ij} + G(1 - X_{ijk}) &\geq S_{jk} + PT_{ik} && ; \forall i \in M, j, k \in N, j \neq k, k \neq 1 && (7) \\ ST_{ik} &\leq CT_{ik} - PT_{ik}Y_{ik} && ; \forall i \in M, k \in N, k \neq 1 && (8) \\ ST_{ik} - CT_{ij} + G(1 - X_{ijk}) &\geq S_{jk}X_{ijk} && ; \forall i \in M, j, k \in N, j \neq k, k \neq 1 && (9) \\ \sum_k CT_{ik} &\leq MC_i && ; \forall i \in M, k \neq 1 && (10) \\ ST_{ik} &\geq RT_kY_{ik} && ; \forall i \in M, k \in N, k \neq 1 && (11) \\ CT_{ik} &\leq D_kY_{ik} && ; \forall i \in M, k \in N, k \neq 1 && (12) \\ CT_{ij} + S_{j1} &\leq C_i && ; \forall i \in M, j \in N && (13) \\ ST_{i1} &\geq MS_i && ; \forall i \in M && (14) \\ W_i &= C_i - ST_{i1} && ; \forall i \in M && (15) \\ C_{max} &\geq C_i && ; \forall i \in M && (16) \\ C_i, W_i, ST_{ik}, CT_{ik}, C_{max} &\geq 0 && ; \forall i \in N, k \in M && (17) \\ X_{ijk}, Y_{ik} &\in \{0,1\} && ; \forall i \in M, j, k \in N, j \neq k && (18) \end{aligned}$$

สมการวัตถุประสงค์ (1) แสดงวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุด โดยมีสมการข้อจำกัด ได้แก่ สมการที่ (2) เวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดแต่ละห้อง ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเวลาในการทำความสะอาดห้องพักพร้อมกับเวลาเตรียมการระหว่างห้องพักโดยแม่บ้านคนเดียวกัน สมการที่ (3) แต่ละห้องพักจะถูกทำความสะอาดโดยแม่บ้านคนเดียวกันเท่านั้น สมการที่ (4) แม่บ้านออกจากห้องแม่บ้าน และเข้าทำความสะอาดห้องพักอย่างน้อยหนึ่งห้อง สมการที่ (5) และ (6) ห้องพักจะถูกทำความสะอาดทีละห้องโดยแม่บ้านคนเดียวกัน สมการที่ (7) กำหนดการจัดลำดับตารางการทำความสะอาดห้องพัก สมการที่ (8) เวลาเริ่มต้นในการทำความสะอาดห้องพักถัดไปต้องเกิดขึ้นก่อนการทำความสะอาดห้องพักนั้นๆ สมการที่ (9) เวลาเริ่มต้นของการทำความสะอาดห้องพักปัจจุบัน ต้องเกิดขึ้นหลังเวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพักก่อนหน้ารวมกับเวลาเตรียมการระหว่างห้องพัก สมการที่ (10) เวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดแต่ละห้อง ต้องไม่เกินเวลาที่แม่บ้านแต่ละคนสามารถทำงานได้ สมการที่ (11) และ (12) กำหนดกรอบเวลาของห้องพักแต่ละห้องที่พร้อมให้เข้าทำความสะอาด สมการที่ (13) หาเวลาแล้วเสร็จในการทำความสะอาดของแม่บ้านแต่ละคน สมการที่ (14) หาเวลาเริ่มปฏิบัติงานของแม่บ้านแต่ละคน สมการที่ (15) หาเวลาปฏิบัติงานของแม่บ้านแต่ละคน สมการที่ (16) หาเวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพักสุดท้าย สมการที่ (17) กำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และสมการที่ (18) กำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจฐานสองมีค่าเป็นศูนย์หรือหนึ่งเท่านั้น

3. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นด้วยการใช้โปรแกรม LINGO บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยทำการทดสอบบนแล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดังนี้ Processor: Intel® Core™ i5-5200U CPU @ 2.20GHz 2.20GHz, Installed memory (RAM): 8.00 GB, System type: 64-bit Operating System เพื่อตรวจสอบว่าไม่มีสมการข้อจำกัดใดที่ติดเงื่อนไข โดยมีตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นตัวอย่างข้อมูลสำหรับปัญหาขนาดเล็ก กำหนดให้มีแม่บ้านจำนวน 3 คน ค่าดัชนีของแม่บ้าน (i) คือ 1 2 และ 3 ห้องพักจำนวน 6 ห้อง ดัชนีของห้องพัก (j, k) คือ 1 2 3 4 5 และ 6 โดยกำหนดให้หมายเลข 1 แทนห้องแม่บ้านซึ่งเป็น

จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายในการทำความสะอาดห้องพัก และหมายเลขอื่นๆ แทนห้องพักแต่ละห้อง ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดข้อมูลนำเข้า ดังนี้

- 3.1 เวลาในการทำความสะอาดห้องพัก k ของแม่บ้าน i แสดงดังตารางที่ 1
- 3.2 เวลาเตรียมการ เมื่อทำความสะอาดห้องพัก j ก่อนห้องพัก k แสดงดังตารางที่ 2
- 3.3 เวลาที่แม่บ้าน i พร้อมและสามารถทำงานได้ แสดงดังตารางที่ 3
- 3.4 เวลาเริ่มต้นและเวลาสุดท้ายที่อนุญาตให้ทำความสะอาดห้องพัก k ได้ แสดงดังตารางที่ 4
- 3.5 อัตราค่าจ้างแม่บ้าน i แสดงดังตารางที่ 5

จากการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับตัวอย่างปัญหา พบว่าแม่บ้านที่ถูกมอบหมายงานได้แก่ แม่บ้านคนที่ 2 และ 3 มีลำดับในการเข้าทำความสะอาดห้องพักดังนี้ แม่บ้านคนที่ 2 เข้าทำความสะอาดห้องพักที่ 2 และ 3 ตามลำดับ แม่บ้านคนที่ 3 เข้าทำความสะอาดห้องพักที่ 4 5 และ 6 ตามลำดับ ซึ่งแม่บ้านทุกคนจะเริ่มต้นออกจากห้องแม่บ้านไปทำความสะอาดห้องพักแต่ละห้อง และกลับไปที่ห้องแม่บ้านหลังทำความสะอาดห้องพักสุดท้าย ทำให้มีเวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพักสุดท้ายคือ 226 นาที โดยแม่บ้านคนที่ 2 ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 99 นาที และแม่บ้านคนที่ 3 ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 226 นาที สามารถเขียนแผนภาพลำดับการปฏิบัติงานได้แสดงดังภาพที่ 3 ส่งผลให้มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือต้นทุนรวมในการจ้างแม่บ้านต่ำที่สุดเท่ากับ 223.75 บาท โดยใช้เวลาในการค้นหาคำตอบทั้งหมด 3 วินาที

ผลการวิจัย

จากการการสร้างคำตอบเบื้องต้นและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ทันเวลาและลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุดภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาในการเข้าทำความสะอาดห้องพักแต่ละห้องที่จำกัดและแตกต่างกัน ซึ่งในการทดลองแก้ไขปัญหามีผู้วิจัยได้สร้างตัวอย่างปัญหาที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยมีการกำหนดจำนวนห้องพักและจำนวนแม่บ้านที่แตกต่างกัน ได้แก่ (1) กลุ่มแม่บ้าน 3 คน ทำความสะอาดห้องพักจำนวน 6 7 8 9 และ 10 ห้อง (2) กลุ่มแม่บ้าน 4 คน ทำความสะอาดห้องพักจำนวน 11 และ 12 ห้อง รวมทั้งสิ้น 7 กรณี โดยในแต่ละกรณีจะได้ผลลัพธ์และเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 6 รวมทั้งได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอเปรียบเทียบกับวิธีการสร้างคำตอบเบื้องต้นในรูปของค่าร้อยละการพัฒนา (Improvement Percentage; %IP) ตามสมการที่ (19) พบว่าต้นทุนในการจ้างแม่บ้านต่ำลงในทุกกรณี โดยมีค่าร้อยละการพัฒนาเท่ากับ -14.62 -18.20 14.92 -1.66 -14.10 -7.51 และ -22.47 ตามลำดับ และจากการเปรียบเทียบพบว่าการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใช้เวลาในการค้นหาคำตอบเร็วกว่าการสร้างคำตอบเบื้องต้น 5 กรณีจาก 7 กรณี แสดงดังตารางที่ 7

$$\%IP = \left(\frac{Sol_{Math} - Sol_{Cons}}{Sol_{Cons}} \right) \times 100 \quad (19)$$

โดยที่	%IP	คือ ค่าร้อยละการพัฒนา (Improvement Percentage)
	Sol_{Math}	คือ คำคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)
	Sol_{Cons}	คือ คำคำตอบที่ได้จากการสร้างคำตอบเบื้องต้น (Constructive Heuristic)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

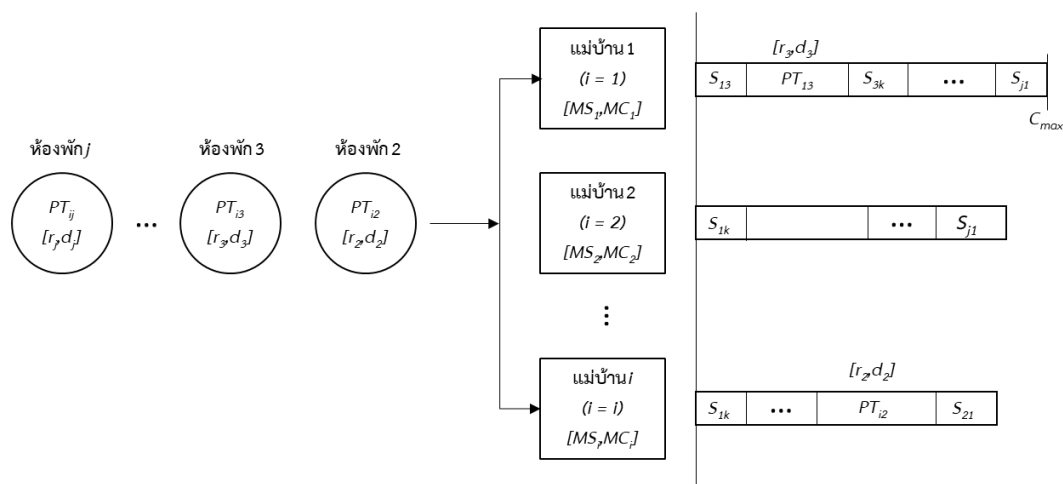
จากการศึกษาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักรวมของแม่บ้านในโรงแรม เพื่อปรับปรุงลำดับในการทำงานของแม่บ้านแต่ละคนให้ได้ลำดับงานที่ดีที่สุด เนื่องจากห้องพักรวมแต่ละห้องมีรอบเวลาในการเข้าทำความสะอาดที่แตกต่างกันตามความต้องการของลูกค้า ทำให้ลำดับในการทำความสะอาดห้องพักรวมของแม่บ้านมีความไม่แน่นอน ส่งผลให้การว่างเกิดความสุขเปล่าในกรณีที่แม่บ้านมีการว่างงาน หรือมีต้นทุนในการดำเนินงานสูงขึ้นในกรณีที่แม่บ้านมีการงานเกิน ดังนั้นเพื่อให้ได้ลำดับงานของแม่บ้านที่ดีที่สุด ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ในรูปแบบปัญหาการจัดตารางแบบเครื่องจักรขนานที่ไม่เกี่ยวข้องกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการจ้างแม่บ้านให้ต่ำที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดด้านรอบเวลาทั้งส่วนของห้องพักรวมและส่วนของแม่บ้าน นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านเวลาเตรียมการที่ไม่เป็นอิสระต่อกันอีกด้วย ซึ่งในการแก้ปัญหาได้มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมควบคู่ไปกับการสร้างคำตอบเบื้องต้นเพื่อดำเนินการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้ โดยผลจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้คำตอบที่ดีกว่าการสร้างคำตอบเบื้องต้นทุกกรณี และเมื่อพิจารณาเวลาในการค้นหาคำตอบจะเห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอสามารถค้นหาคำตอบได้รวดเร็วในปัญหาที่มีขนาดเล็ก แต่เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบก็จะมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ โดยวิธีการดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางการให้บริการทำความสะอาดของสถานประกอบการที่พักแรมได้ ซึ่งขณะนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นอยู่ระหว่างการดำเนินการต่อยอดและขยายผลไปยังสถานประกอบการ นอกจากนี้นี้ยังสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นแนวทางเพื่อแก้ปัญหาในรูปแบบอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตามสำหรับปัญหาการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักรวมของแม่บ้านในโรงแรม ยังต้องมีการคำนึงถึงปัจจัยและข้อจำกัดด้านอื่นๆ เช่น การพิจารณาการว่างแม่บ้านแบบเต็มเวลา (Full time) หรือแบบชั่วคราว (Part time) ที่มีต้นทุนและเงื่อนไขในการว่างแตกต่างกัน เป็นต้น ดังนั้นในการต่อยอดงานวิจัยในอนาคตควรมีการพิจารณาเงื่อนไขที่สอดคล้องกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น เพื่อให้สถานประกอบการนำรูปแบบที่ได้ไปปรับใช้กับปัญหาจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควรมีการประยุกต์ใช้วิธีการทางเมตาฮีริสติกส์ (Metaheuristics) ในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้นสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ในเชิงอุตสาหกรรม

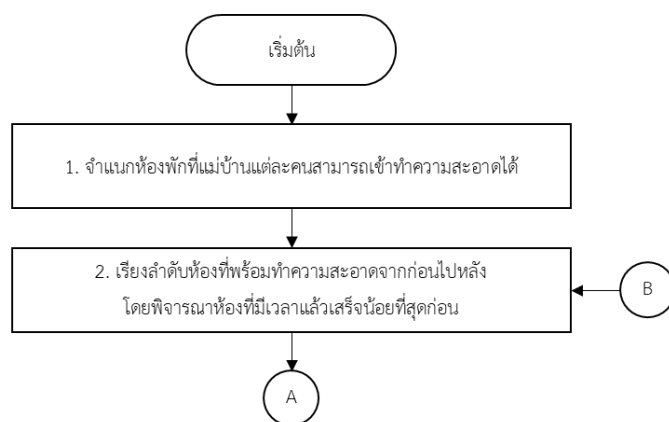
เอกสารอ้างอิง

1. Economics Tourism and Sports Division. Executive Summary: Tourism situation in October 2021 [Internet]. 2021 [updated 2021 Oct; cited 2021 Dec 6]. Available from: https://www.mots.go.th/download/article/article_20211125163920.pdf
2. Lunkam P. Business/Industry Outlook 2021-2023: Hotel Business [Internet]. 2021 [updated 2021 Feb 24; cited 2021 Dec 6]. Available from: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/summary-outlook/industry-summary-outlook-2021-2023>
3. Akkachotikul P. Factors affecting the decision-making in choosing daily hotel accommodation among Thai tourists in Muang District, Chiang Mai Province [Master]. Pathum Thani: Thammasat University; 2014.
4. Rukmuncharoen C. Factors which influencing the hotel and resort accommodation decision of thai tourists in the area of economic zone, Mae sai, Chiangrai [Master]. Pathum Thani: Thammasat University; 2015.

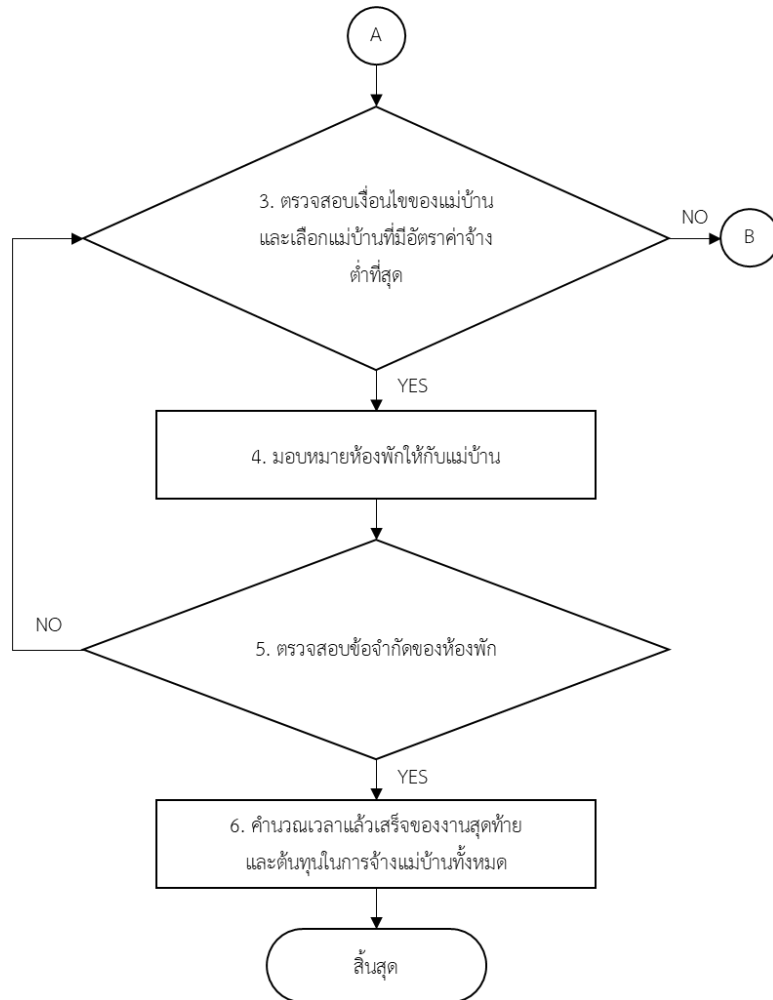
5. Chantima H. A study of self-development needs of hotel housekeeper in the Northeastern Region of Thailand. WMS Journal of Management 2018; 7(3): 89-98. Thai.
6. Bankoed P. Hotel budgeting: case study a resort-style hotel in Bangkok [Master]. Pathum Thani: Thammasat University; 2018.
7. Chen Y, Lu W. Minimizing total earliness and tardiness through unrelated parallel machine scheduling using distributed release time control. Journal of Manufacturing Systems 2017; 42: 1-10.
8. Sethanan K, Wisittipanich W, Wisittipanit N, Nitisiri K, Moonsri K. Integrating scheduling with optimal subplot for parallel machine with job splitting and dependent setup times. Computers & Industrial Engineering 2019; 137(1): 1-9.
9. Kusoncum C, Sethanan K, Pitakaso R, Harti FR. Heuristics with novel approaches for cyclical multiple parallel machine scheduling in sugarcane unloading systems. International Journal of Production Research 2020; 58(1): 1-19.



ภาพที่ 1 ลักษณะปัญหาการจัดการตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม



ภาพที่ 2 รูปแบบการสร้างคำตอบเบื้องต้นสำหรับการจัดการตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม



ภาพที่ 3 รูปแบบการสร้างคำตอบเบื้องต้นสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้านในโรงแรม (ต่อ)

ตารางที่ 1 เวลาในการทำความสะอาดห้องพัก k ของแม่บ้าน i (นาที)

PT_{ik}	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 6$
$i = 1$	0	24	36	48	36	48
$i = 2$	0	30	45	60	45	60
$i = 3$	0	36	54	72	54	72

ตารางที่ 2 เวลาเตรียมการ เมื่อทำความสะอาดห้องพัก j ก่อนห้องพัก k (นาที)

S_{jk}	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 6$
$j = 1$	0	7	7	5	8	10
$j = 2$	6	0	9	10	9	10
$j = 3$	8	7	0	7	9	8
$j = 4$	10	5	9	0	5	9
$j = 5$	8	10	7	6	0	10
$j = 6$	8	10	7	7	6	0

ตารางที่ 3 เวลาที่แม่บ้าน i พร้อมและสามารถทำงานได้ (นาที)

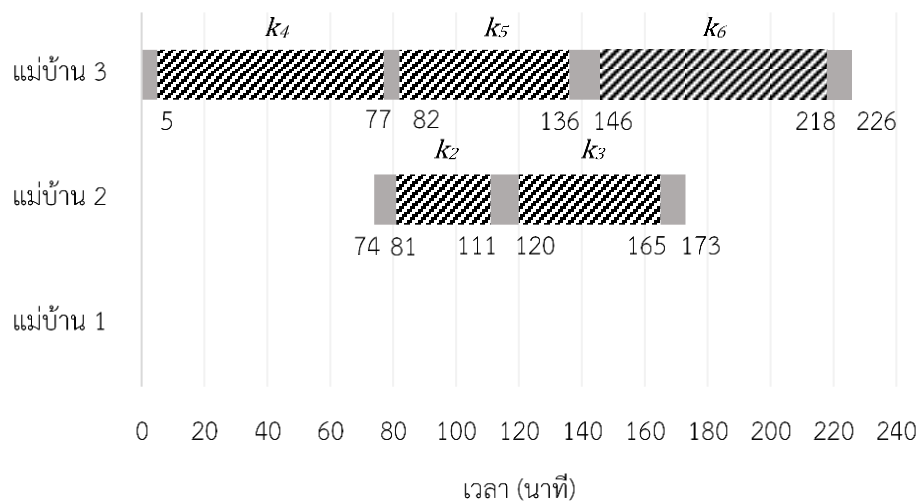
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
MS_i	0	60	0
MC_i	600	600	600

ตารางที่ 4 เวลาเริ่มต้นและเวลาสุดท้ายที่อนุญาตให้ทำความสะอาดห้องพัก k ได้ (นาที)

	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 6$
RT_k	0	60	120	0	60	120
D_k	0	180	240	120	180	240

ตารางที่ 5 อัตราค่าจ้างแม่บ้าน i (บาท/นาที)

	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
A_i	1.250	0.833	0.625



-  คือ ช่วงเวลาที่แม่บ้าน i ทำความสะอาดห้องพัก k
-  คือ ช่วงเวลาเตรียมการเมื่อมีการทำความสะอาดห้องพัก j ก่อนห้องพัก k

ภาพที่ 4 แผนภาพการจัดตารางการทำความสะอาดห้องพักของแม่บ้าน

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์และเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาขนาดต่างๆ จากโปรแกรม LINGO

ขนาดของ ปัญหา (mMnR)	แม่บ้าน	ลำดับการทำความสะอาด	เวลาแล้วเสร็จของการทำความสะอาดห้องพักสุดท้าย (นาที)	ต้นทุนในการจ้างแม่บ้าน (บาท)	เวลาในการค้นหาคำตอบ (วินาที)
3M6R	2	1-2-3-1	226	223.75	3
	3	1-4-5-6-1			
3M7R	1	1-2-1	300	280.833	6

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์และเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาขนาดต่างๆ จากโปรแกรม LINGO (ต่อ)

ขนาดของ ปัญหา (mMnR)	แม่บ้าน	ลำดับการทำ ความสะอาด	เวลาแล้วเสร็จของการทำ ความสะอาดห้องพักสุดท้าย (นาทีก)	ต้นทุนในการจ้าง แม่บ้าน (บาท)	เวลาในการค้นหา คำตอบ (วินาที)
3M7R	2	1-3-7-1			
	3	1-4-5-6-1			
3M8R	1	1-8-1	334	347.396	7
	2	1-2-5-3-1			
	3	1-4-6-7-1			
3M9R	1	1-7-8-1	334	403.958	33
	2	1-2-5-3-1			
	3	1-4-9-6-1			
3M10R	1	1-4-2-5-3-1	340	508.021	217
	2	1-10-8-1			
	3	1-9-6-7-1			
4M11R	1	1-4-2-5-3-1	426	511.979	6,511
	2	1-11-1			
	3	1-10-9-6-1			
	4	1-7-8-1			
4M12R	1	1-4-5-12-16-1	426	660.573	18,464
	2	1-11-1			
	3	1-9-10-8-1			
	4	1-2-3-7-1			

หมายเหตุ* m คือ จำนวนแม่บ้าน n คือ จำนวนห้องพัก

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับการสร้างคำตอบเบื้องต้น

ขนาดของ ปัญหา (mMnR)	การสร้างคำตอบเบื้องต้น		แบบจำลองทางคณิตศาสตร์		ร้อยละการ พัฒนาของ คำตอบ
	ต้นทุนในการจ้าง แม่บ้าน (บาท)	เวลาในการค้นหา คำตอบ (วินาที)	ต้นทุนในการจ้าง แม่บ้าน (บาท)	เวลาในการค้นหา คำตอบ (วินาที)	
3M6R	262.063		223.750	3	-14.62
3M7R	343.313	1500	280.333	6	-18.20
3M8R	408.313		347.396	7	-14.92
3M9R	410.777	2400	403.958	33	-1.66
3M10R	591.408	2700	508.021	217	-14.10
4M11R	553.561		511.979	6511	-7.51
4M12R	852.015	3000	660.573	18464	-22.47