

**การจัดตารางงานของสัตว์แพทย์ในโรงพยาบาลสัตว์ด้วยวิธีแบบจำลองกำหนดการเชิง
จำนวนเต็ม: กรณีศึกษา โรงพยาบาลสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม**

ธีระเดช ไหลสุพรรณวงศ์^{1,*}

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

Received: 20 February 2023; Revised: 18 March 2023; Accepted: 25 April 2023

บทคัดย่อ

โรงพยาบาลสัตว์เป็นสถานที่สำหรับรักษาสัตว์เลี้ยงซึ่งดำเนินการรักษาโดยสัตวแพทย์ โดยทั่วไปโรงพยาบาลสัตว์จะมีสัตวแพทย์ประจำอยู่หลายคน ทางโรงพยาบาลจะต้องมีการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ว่าสัตวแพทย์แต่ละคนจะต้องปฏิบัติงานในช่วงเวลาใด การจัดตารางงานที่เหมาะสมให้กับสัตวแพทย์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะตารางงานที่เหมาะสมจะช่วยให้สัตวแพทย์ทำการรักษาสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มสำหรับจัดตารางงานของสัตวแพทย์ใน 1 สัปดาห์โดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม วัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่นำเสนอคือ ต้องการให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของสัตวแพทย์ทั้งหมดมีค่ามากที่สุด แบบจำลองที่นำเสนอจะให้ผลเฉลยเป็นตารางการปฏิบัติงานของสัตวแพทย์ทั้งหมดใน 1 สัปดาห์ ซึ่งให้ข้อมูลว่าสัตวแพทย์คนใดต้องเข้าปฏิบัติงานในช่วงเวลาใด ในงานวิจัยนี้ แบบจำลองที่นำเสนอถูกแก้ด้วยโปรแกรม ILOG OPL CPLEX 12.6 ผลการทดลองพบว่า จากข้อมูลของโรงพยาบาลกรณีศึกษาซึ่งมีจำนวนสัตวแพทย์ทั้งหมด 9 คน เมื่อจัดตารางงานโดยใช้แบบจำลองที่นำเสนอ จะได้ผลรวมของจำนวนวันหยุดที่มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขการปฏิบัติงานที่โรงพยาบาลกำหนดคือ 28 วัน โดยใน 1 สัปดาห์ สัตวแพทย์แต่ละคนจะมีวันปฏิบัติงาน 3 ถึง 4 วัน แบบจำลองที่นำเสนอสามารถใช้เป็นทางเลือกในการหาตารางการทำงานที่เหมาะสมของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลกรณีศึกษา หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการทำงานในโรงพยาบาลสัตว์อื่น ๆ ได้

คำสำคัญ: กำหนดการเชิงจำนวนเต็ม, การจัดตารางงาน, โรงพยาบาลสัตว์

* Corresponding author. E-mail: teeradech.lai@gmail.com

1 อาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Scheduling of Veterinarians in an Animal Hospital Using Integer Linear Programming Model: A Case Study of an Animal Hospital in Nakhon Pathom

Teeradech Laisupannawong^{1,*}

Department of Mathematics, Faculty of Science, Silpakorn University, Muang,
Nakhon Pathom 73000

Received: 20 February 2023; Revised: 18 March 2023; Accepted: 25 April 2023

Abstract

An animal hospital is a place where pets are treated by veterinarians. Normally, there are many veterinarians in an animal hospital. The hospital must have a task schedule for the veterinarians in order to assign a time period for each veterinarian to work. An optimal schedule for the veterinarians is very important because it can help the veterinarians treat pets more effectively. This paper presents an integer linear programming model for scheduling the tasks of veterinarians in a week using the data from an animal hospital in Nakhon Pathom. The objective of this model is to maximize the total number of days off for the veterinarians. The proposed model provides an optimal solution, which is an optimal schedule for the veterinarians in a week. The solution tells which veterinarian will work during each time period. The proposed model was solved using ILOG OPL CPLEX 12.6. The results showed that the maximum number of days off for all 9 veterinarians in the case study was 28, where each veterinarian had to work 3 to 4 days a week. The proposed model can be used as an option to find an optimal schedule for the veterinarians in the case study or can be applied to schedule the tasks of veterinarians in any animal hospital.

Keywords: integer linear programming, scheduling, animal hospital

* Corresponding author. E-mail: teeradech.lai@gmail.com

¹ Lecturer in Department of Mathematics, Faculty of Science, Silpakorn University

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ปัญหาการจัดตารางการทำงานเป็นปัญหาที่สำคัญและพบเจอได้ในทุกหน่วยงาน เช่น ปัญหาการจัดตารางเรียนในมหาวิทยาลัย ปัญหาการจัดตารางสอบในมหาวิทยาลัย ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาล ปัญหาการจัดตารางการทำงานของแพทย์ในโรงพยาบาล หรือปัญหาการจัดตารางการทำงานของเภสัชกรในโรงพยาบาล เป็นต้น

สำหรับในโรงพยาบาลสัตว์ ลักษณะการทำงานโดยทั่วไปจะแบ่งเวลาการทำงานออกเป็นช่วง โดยใน 1 วันอาจประกอบด้วยช่วงเวลาการทำงานหลายช่วงตามที่โรงพยาบาลกำหนด และโรงพยาบาลสัตว์จะมีสัตวแพทย์ประจำอยู่หลายคน ทางโรงพยาบาลจะมีการจัดตารางเวลาที่จะให้สัตวแพทย์แต่ละคนเข้ามาปฏิบัติงานในช่วงเวลาใด การจัดตารางการทำงานให้แก่สัตวแพทย์นี้มีความสำคัญมาก เพราะตารางงานที่ดีและเหมาะสมจะสามารถช่วยให้สัตวแพทย์ทำการรักษาสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่เกิดความเหนื่อยล้าจากการปฏิบัติงานติดต่อกันนานเกินความจำเป็น

โดยทั่วไปหัวหน้าสัตวแพทย์จะเป็นผู้จัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ แต่การจัดตารางงานด้วยมืออาจจะไม่ได้ตารางงานที่เหมาะสมที่สุด งานวิจัยนี้จึงทำการสร้างแบบจำลองกำหนดการแข่งขันจำนวนเต็มเพื่อหาตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่สัตวแพทย์ในโรงพยาบาล โดยใช้ข้อมูลของโรงพยาบาลสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐมเป็นกรณีศึกษา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดตารางการทำงานที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรทางการแพทย์หรือโรงพยาบาลมีหลายปัญหา เช่น ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาล [1–7] ปัญหาการจัดตารางการทำงานของแพทย์ในโรงพยาบาล [8–10] และ ปัญหาการจัดตารางการทำงานของเภสัชกรในโรงพยาบาล [11] เป็นต้น

โยธิญา และรติ [1] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์ จังหวัดอุบลราชธานี โดยได้สร้างแบบจำลองกำหนดการแข่งขัน

จำนวนเต็มเพื่อจัดตารางการทำงานของพยาบาลให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการปฏิบัติงานของโรงพยาบาล โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 2 แบบ คือ ทำให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของพยาบาลทั้งหมดมีค่ามากที่สุด และทำให้ภาระงานของพยาบาลทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด

กัญฐาภรณ์ และอุดม [2] ได้นำข้อมูลการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครมาทำการจัดตาราง โดยได้นำเสนอแบบจำลองกำหนดการแข่งขันจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อจัดตารางการทำงานของพยาบาลให้สอดคล้องตามความต้องการของทางโรงพยาบาล โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมดุลระหว่างภาระงานของพยาบาลให้มากที่สุด

Widyastiti และคณะ [3] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลโดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศอินโดนีเซีย โดยได้สร้างแบบจำลองกำหนดการแข่งขันจำนวนเต็มเพื่อจัดตารางการทำงานของพยาบาลที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ ทำให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของพยาบาลทั้งหมดมีค่ามากที่สุด

Agyei และคณะ [4] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลโดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศกานา โดยได้สร้างแบบจำลองการโปรแกรมเป้าหมายเพื่อจัดตารางการทำงานของพยาบาลที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมดุลระหว่างภาระงานของพยาบาลและตอบสนองความต้องการของพยาบาลให้ได้มากที่สุด

Jenal และคณะ [5] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของพยาบาล โดยสร้างแบบจำลองการโปรแกรมเป้าหมาย โดยให้ความต้องการของทางโรงพยาบาลเป็นเงื่อนไขที่ไม่สามารถยืดหยุ่น (hard constraints) และให้ความต้องการของพยาบาลเป็นเงื่อนไขที่สามารถยืดหยุ่นได้ (soft constraints) วัตถุประสงค์ของแบบจำลองคือ ต้องการให้การฝ่าฝืน soft constraints มีค่าน้อยที่สุด

Dumrongsiri และ Chongphaisal [6] ได้นำข้อมูลการทำงานของพยาบาลในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในประเทศไทยมาจัดตารางการทำงาน โดยได้นำเสนอแบบจำลองการโปรแกรมเป้าหมายแบบผสมเพื่อหาตารางงานที่เหมาะสมที่สุดให้แก่พยาบาลในแผนกฉุกเฉิน ซึ่งมีฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์ ได้แก่ 1). ตารางการทำงานต้องสอดคล้องกับวันลาที่

พยาบาลต้องการ 2). ทำให้จำนวนวันทำงานที่สูงที่สุดของพยาบาลทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด 3). ทำให้จำนวนกะที่สูงที่สุด (ที่ต้องทำงาน) ของพยาบาลทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด และ 4). ทำให้จำนวนกะกลางคืนที่สูงที่สุด (ที่ต้องทำงาน) ของพยาบาลทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด

El Adoly และคณะ [7] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของพยาบาลโดยใช้ข้อมูลของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศอียิปต์ โดยได้สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มเพื่อหาตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการจ้างพยาบาลทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด

Mansini และ Zanotti [8] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของแพทย์ในตึกผู้ป่วยศัลยกรรม โดยได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีฮิวริสติกเพื่อหาตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ ทำให้เวลาการทำงานรวมของแพทย์ทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด

Lo และ Lin [9] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของแพทย์ในห้องฉุกเฉินโดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไต้หวัน โดยใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization) ในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดให้กับแพทย์ที่ทำงานในห้องฉุกเฉิน

Bruni และ Detti [10] ได้ศึกษาการจัดตารางการทำงานของแพทย์ในแผนกบริการสุขภาพโดยใช้ข้อมูลของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศอิตาลี โดยได้สร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อหาตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือ สร้างสมดุลระหว่างภาระงานของแพทย์และตอบสนองความพึงพอใจของแพทย์ให้ได้มากที่สุด

ปรีวัฒน์ และคณะ [11] ได้ศึกษาการจัดตารางเวรของเภสัชกรโดยใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยได้สร้างแบบจำลองการตัดสินใจสำหรับจัดตารางการปฏิบัติงานนอกเวลาราชการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เภสัชกรแต่ละคนมีจำนวนงานและประเภทของงานใกล้เคียงกันมากที่สุด

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดตารางการทำงานที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรทางการแพทย์หรือโรงพยาบาลเพื่อให้ได้ตารางงานที่เหมาะสมมีหลายวิธี เช่น

วิธีกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม วิธีการโปรแกรมเป้าหมายหรือวิธีฮิวริสติก เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ จะศึกษาการจัดตารางการทำงานที่เกี่ยวข้องกับบุคลากรทางการแพทย์คือ สัตวแพทย์ในโรงพยาบาลสัตว์ และจะใช้วิธีกำหนดการเชิงจำนวนเต็มในการหาตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุด

สำหรับแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ซึ่งทางโรงพยาบาลแห่งนี้มีการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์เป็นรายสัปดาห์ โดยทางโรงพยาบาลต้องการหาตารางการทำงานที่เหมาะสมในแต่ละสัปดาห์ให้แก่สัตวแพทย์ในโรงพยาบาล ซึ่งต้องสอดคล้องกับระเบียบการปฏิบัติงานที่โรงพยาบาลกำหนด โดยงานวิจัยนี้จะนำข้อมูลและเงื่อนไขของการจัดตารางการทำงานของทางโรงพยาบาลมาสร้างเป็นแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม และขอบเขตของงานวิจัยคือ เวลาการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์เท่ากับ 7 วัน ตามพฤติกรรมการจัดตารางการทำงานเป็นรายสัปดาห์ของโรงพยาบาลในกรณีศึกษา

3. ปัญหาการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ในกรณีศึกษา

จากการสอบถามข้อมูลการจัดตารางการทำงานในโรงพยาบาลสัตว์ที่เป็นกรณีศึกษา พบว่าในโรงพยาบาลแห่งนี้มีสัตวแพทย์ทั้งหมด 9 คน และมีข้อปฏิบัติในการจัดตารางการทำงานดังนี้

1. โรงพยาบาลสัตว์แห่งนี้เปิดทำการตลอด 24 ชั่วโมง โดยทางโรงพยาบาลแบ่งช่วงเวลาการทำงานเป็น 4 ช่วง ได้แก่ 8.30 – 20.30 น., 9.15 – 21.15 น., 10.00 – 22.00 น., และ 22.00 – 8.30 น.
เพื่อความสะดวก ในที่นี้จะเรียกช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น., 9.15 – 21.15 น., และ 10.00 – 22.00 น. ว่าช่วงกลางวัน ส่วนช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. เรียกว่า ช่วงกลางคืน
2. จากสัตวแพทย์ทั้งหมด 9 คน มีสัตวแพทย์อยู่ 3 คนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ และสามารถทำหน้าที่เป็นแพทย์พี่เลี้ยงให้กับสัตวแพทย์อีก 6 คนที่เหลือ

3. สัตวแพทย์แต่ละคนจะเข้าทำงานเพียงช่วงเวลาเดียวเท่านั้นในแต่ละวัน
4. ในแต่ละวัน ในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. จะมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงาน 1 คน และในช่วงเวลา 9.15 – 21.15 น. จะมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงานอีก 1 คน ส่วนในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. จะมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงานอีกอย่างน้อย 2 คน
5. ในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวัน สัตวแพทย์ที่เข้ามาปฏิบัติงานในช่วงเวลานี้จะต้องเป็นแพทย์ที่เลี้ยงอย่างน้อย 1 คน
6. ในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. หรือช่วงกลางคืน จะมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงานเพียง 1 คน
7. สัตวแพทย์ที่เข้าทำงานในช่วง 22.00 – 8.30 น. ของวันนี้ จะไม่สามารถทำงานในช่วงเวลากลางวันในวันถัดไปได้ นั่นคือ จะไม่สามารถทำงานในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น., 9.15 – 21.15 น., และ 10.00 – 22.00 น. ของวันถัดไปได้
8. ใน 1 สัปดาห์ สัตวแพทย์แต่ละคน ต้องทำงานในช่วงกลางวันไม่ต่ำกว่า 3 วัน
9. สัตวแพทย์แต่ละคน จะต้องเข้าทำงานในช่วงเวลากลางคืนไม่เกิน 1 ครั้งใน 1 สัปดาห์

สำหรับการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลกรณีศึกษา ปกติจะถูกจัดด้วยมือโดยหัวหน้าสัตวแพทย์ของโรงพยาบาล ซึ่งการจัดตารางงานของหัวหน้าสัตวแพทย์พบว่าในบางครั้งมีปัญหาเกิดขึ้น เช่น ตารางงานที่ได้ไม่สอดคล้องกับบางเงื่อนไขในการจัดตารางของทางโรงพยาบาล ตัวอย่างเช่น สัตวแพทย์บางคนมีการทำงานในช่วงกลางวันเป็นจำนวน 4 วันใน 1 สัปดาห์ แต่สัตวแพทย์บางคนถูกจัดให้ทำงานในช่วงกลางวันเพียง 2 วัน ใน 1 สัปดาห์ ซึ่งจะไม่สามารถสอดคล้องกับข้อปฏิบัติของทางโรงพยาบาลในข้อที่ 8 ข้างต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการจัดตารางงานของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลแห่งนี้ด้วยการสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม ซึ่งผลลัพธ์หรือตารางงานที่ได้จะสอดคล้องกับทุกข้อปฏิบัติในการจัดตารางการทำงานข้างต้น

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้มีสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. สัตวแพทย์แต่ละคนไม่มีการะงานค้างและไม่มีการขอกำหนดการทำงานใด ๆ ที่มาจากภาระงานของ

สัปดาห์ก่อนหน้านี้ นั่นคือ สัตวแพทย์ทุกคนพร้อมถูกจัดตารางเพื่อทำงานได้ในทันที

2. งานวิจัยนี้ไม่พิจารณาถึงการลาของสัตวแพทย์ นั่นคือ สัตวแพทย์แต่ละคนถือว่าไม่มีวันลา และสามารถเข้าปฏิบัติงานได้ตามตารางงานที่กำหนด

4. แบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มที่นำเสนอ

4.1 พารามิเตอร์ ดัชนี และตัวแปรตัดสินใจ

พารามิเตอร์

D แทน จำนวนวันที่จัดตารางงาน ในที่นี้ $D=7$

V แทน จำนวนสัตวแพทย์ในโรงพยาบาล ในที่นี้ $V=9$

M แทน จำนวนบวกขนาดใหญ่

ดัชนี

i แทน วันที่ $i \in \hat{D} = \{1, 2, \dots, 7\}$

j แทน สัตวแพทย์คนที่ $j \in \hat{V} = \{1, 2, \dots, 9\}$

ในที่นี้กำหนดให้สัตวแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถทำหน้าที่เป็นแพทย์ที่เลี้ยงได้ คือ สัตวแพทย์คนที่ $j = 7, 8$ และ 9

ตัวแปรตัดสินใจ

A_{ij} เป็นตัวแปรไบนารี จะมีค่าเป็น 1 ถ้าสัตวแพทย์คนที่ j ทำงานในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. ของวันที่ i และเป็น 0 ถ้าไม่ใช่

B_{ij} เป็นตัวแปรไบนารี จะมีค่าเป็น 1 ถ้าสัตวแพทย์คนที่ j ทำงานในช่วงเวลา 9.15 – 21.15 น. ของวันที่ i และเป็น 0 ถ้าไม่ใช่

C_{ij} เป็นตัวแปรไบนารี จะมีค่าเป็น 1 ถ้าสัตวแพทย์คนที่ j ทำงานในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของวันที่ i และเป็น 0 ถ้าไม่ใช่

N_{ij} เป็นตัวแปรไบนารี จะมีค่าเป็น 1 ถ้าสัตวแพทย์คนที่ j ทำงานในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. ของวันที่ i และเป็น 0 ถ้าไม่ใช่

x_{ij} เป็นตัวแปรไบนารี จะมีค่าเป็น 1 ถ้าสัตวแพทย์คนที่ j ได้หยุดงานในวันที่ i และเป็น 0 ถ้าไม่ใช่

4.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ใช้ในแบบจำลองที่นำเสนอคือ ต้องการให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของสัตว์แพทย์ทั้งหมด มีค่ามากที่สุด

$$\text{Max} \quad \sum_{j=1}^9 \sum_{i=1}^7 x_{ij} \quad (1)$$

4.3 ข้อจำกัด

1. ในแต่ละวัน สัตวแพทย์แต่ละคนต้องทำงานหรือหยุดงานเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง และถ้าทำงานจะเข้าทำงานได้เพียงช่วงเวลาเดียว

$$(A_{ij} + B_{ij} + C_{ij} + N_{ij}) + x_{ij} = 1 \quad \forall i \in \hat{D}, \forall j \in \hat{V} \quad (2)$$

2. ในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. และ 9.15 – 21.15 น. ของแต่ละวัน ต้องมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงาน ช่วงเวลาละ 1 คน ส่วนในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวัน ต้องมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงาน อย่างน้อย 2 คน

$$\sum_{j=1}^9 A_{ij} = 1 \quad \forall i \in \hat{D} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^9 B_{ij} = 1 \quad \forall i \in \hat{D} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^9 C_{ij} \geq 2 \quad \forall i \in \hat{D} \quad (5)$$

3. สัตวแพทย์ที่เข้ามาปฏิบัติงานในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวัน จะต้องเป็นแพทย์พี่เลี้ยง อย่างน้อย 1 คน

$$\sum_{j=7}^9 C_{ij} \geq 1 \quad \forall i \in \hat{D} \quad (6)$$

4. ในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. ของแต่ละวัน จะมีสัตวแพทย์มาเข้าปฏิบัติงาน 1 คน

$$\sum_{j=1}^9 N_{ij} = 1 \quad \forall i \in \hat{D} \quad (7)$$

5. สัตวแพทย์ที่เข้าทำงานในช่วง 22.00 – 8.30 น. ของวันนี้ จะไม่สามารถทำงานในช่วงเวลากลางวัน ในวันถัดไปได้

$$A_{i+1,j} + B_{i+1,j} + C_{i+1,j} \leq (1 - N_{i,j})M \quad \forall i \in \hat{D} - \{D\}, \forall j \in \hat{V} \quad (8)$$

จากข้อจำกัด (8) จะได้ว่า ถ้า $N_{i,j} = 1$ หรือ สัตวแพทย์คนที่ j ทำงานในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. ของวันที่ i แล้ว ตัวแปร $A_{i+1,j}$, $B_{i+1,j}$, และ $C_{i+1,j}$ จะมีค่าเป็น 0 ทั้งหมด เพราะค่าทางขวามือของข้อจำกัด (8) เป็น 0 ดังนั้น สัตวแพทย์คนที่ j จะไม่สามารถทำงานในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น., 9.15 – 21.15 น., และ 10.00 – 22.00 น. ของวันที่ $i+1$ ได้นั่นเอง นอกจากนี้ ข้อจำกัดนี้ไม่จำเป็นต้องรวมกรณีที่ $i=7$ เนื่องจากถ้า $i=7$ พจน์ทางซ้ายมือของข้อจำกัดนี้จะประกอบด้วยตัวแปร $A_{8,j}$, $B_{8,j}$, และ $C_{8,j}$ ซึ่งเป็นตัวแปรตัดสินใจของวันที่ 8 (หรือเป็นตัวแปรตัดสินใจของการจัดตารางการทำงานของสัปดาห์ถัดไป) ซึ่งจากพฤติกรรมการจัดตารางการทำงานเป็นรายสัปดาห์ของโรงพยาบาลในกรณีศึกษาแห่งนี้ ทำให้ตัวแปร $A_{8,j}$, $B_{8,j}$, และ $C_{8,j}$ เทียบเท่ากับตัวแปร $A_{1,j}$, $B_{1,j}$, และ $C_{1,j}$ ตามลำดับของสัปดาห์ถัดไปนั่นเอง นอกจากนี้ ถึงแม้ว่าตัวแปร $N_{7,j} = 1$ ซึ่งจะทำให้ตัวแปร $A_{8,j} = B_{8,j} = C_{8,j} = 0$ (สัตวแพทย์คนที่ j ไม่สามารถทำงานในช่วงกลางวันของวันที่ 1 ของสัปดาห์ถัดไปได้) แต่เงื่อนไขตรงนี้ซึ่งเป็นข้อจำกัดการทำงานที่มาจากภาระงานของสัปดาห์ก่อนหน้า จะถือว่าไม่ถูกนำมาพิจารณาอีกในการจัดตารางของสัปดาห์ถัดไป ตามสมมติฐานข้อที่ 1 ของงานวิจัยนี้

6. สัตวแพทย์แต่ละคน ต้องทำงานในช่วงกลางวันไม่ต่ำกว่า 3 วันใน 1 สัปดาห์

$$\sum_{i=1}^7 (A_{ij} + B_{ij} + C_{ij}) \geq 3 \quad \forall j \in \hat{V} \quad (9)$$

7. สัตวแพทย์แต่ละคน สามารถเข้าทำงานในช่วงกลางคืนไม่เกิน 1 ครั้งใน 1 สัปดาห์

$$\sum_{i=1}^7 N_{ij} \leq 1 \quad \forall j \in \hat{V} \quad (10)$$

5. ผลการวิจัย

ในหัวข้อนี้ แบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มที่นำเสนอถูกแก้ด้วยโปรแกรม ILOG OPL CPLEX 12.6 ในคอมพิวเตอร์ CPU core i7 2.20 GHz และ RAM 8 GB โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองคือ เวลาจัดตารางการทำงานเป็น 7 วัน และจำนวนสัตวแพทย์เป็น 9 คน ตามข้อมูลจากโรงพยาบาลในกรณีศึกษา สำหรับขนาดของแบบจำลองด้วย

ข้อมูลจากกรณีศึกษา แสดงในตารางที่ 1 หลังจากแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม ILOG OPL CPLEX 12.6 พบว่า เวลาที่ใช้ประมวลผลคือ 0.56 วินาที โดยผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 1 จำนวนตัวแปรและจำนวนข้อจำกัดของปัญหา

ชนิด	จำนวน
ตัวแปรไบนารี	315
ข้อจำกัด	170

ตารางที่ 2 ตารางการทำงานของสัปดาห์ของสัปดาห์ทั้งหมดของโรงพยาบาลใน 1 สัปดาห์ที่จัดเรียงตามวัน

วันที่ (i)	สัปดาห์คนที่ (j)			
	8.30 – 20.30 น.	9.15 – 21.15 น.	10.00 – 22.00 น.	22.00 – 8.30 น.
1	5	3	2 7	6
2	9	5	4 8	1
3	6	8	4 9	5
4	1	2	3 7	9
5	4	5	1 8	3
6	1	2	6 7	4
7	9	3	6 8	2

ตารางที่ 2 แสดงผลเฉลยที่ได้จากแบบจำลองที่นำเสนอในรูปแบบของตารางการทำงานของสัปดาห์ทั้งหมดของโรงพยาบาลใน 1 สัปดาห์แบบจัดเรียงตามวัน จากตารางที่ 2 ได้ว่า ในวันที่ 1 สัปดาห์คนที่ 5 จะมาเข้าปฏิบัติงานในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. ($A_{15}=1$) ส่วนสัปดาห์คนที่ 3 จะมาเข้าปฏิบัติงานในช่วงเวลา 9.15 – 21.15 น. ($B_{13}=1$) ส่วนในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. จะมีสัปดาห์คนที่ 2 และ 7 มาเข้าปฏิบัติงาน ($C_{12}=C_{17}=1$) ซึ่งสัปดาห์คนที่ 7 นี้เป็นแพทย์ที่เลี้ยง ส่วนในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. ของวันที่ 1 สัปดาห์คนที่มาเข้าปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3 ตารางการทำงานของสัปดาห์ของสัปดาห์ทั้งหมดของโรงพยาบาลใน 1 สัปดาห์ที่จัดเรียงตามสัปดาห์

สัปดาห์คนที่ (j)	วันทำงาน		วันหยุด งาน
	วันที่ (i)	ช่วงเวลา	
1	2	22.00 – 8.30 น.	1, 3, 7
	4	8.30 – 20.30 น.	
	5	10.00 – 22.00 น.	
	6	8.30 – 20.30 น.	
2	1	10.00 – 22.00 น.	2, 3, 5
	4	9.15 – 21.15 น.	
	6	9.15 – 21.15 น.	
	7	22.00 – 8.30 น.	
3	1	9.15 – 21.15 น.	2, 3, 6
	4	10.00 – 22.00 น.	
	5	22.00 – 8.30 น.	
	7	9.15 – 21.15 น.	
4	2	10.00 – 22.00 น.	1, 4, 7
	3	10.00 – 22.00 น.	
	5	8.30 – 20.30 น.	
	6	22.00 – 8.30 น.	
5	1	8.30 – 20.30 น.	4, 6, 7
	2	9.15 – 21.15 น.	
	3	22.00 – 8.30 น.	
	5	9.15 – 21.15 น.	
6	1	22.00 – 8.30 น.	2, 4, 5
	3	8.30 – 20.30 น.	
	6	10.00 – 22.00 น.	
	7	10.00 – 22.00 น.	
7	1	10.00 – 22.00 น.	2, 3, 5, 7
	4	10.00 – 22.00 น.	
	6	10.00 – 22.00 น.	
8	2	10.00 – 22.00 น.	1, 4, 6
	3	9.15 – 21.15 น.	
	5	10.00 – 22.00 น.	
	7	10.00 – 22.00 น.	
9	2	8.30 – 20.30 น.	1, 5, 6
	3	10.00 – 22.00 น.	
	4	22.00 – 8.30 น.	
	7	8.30 – 20.30 น.	

ในช่วงเวลานี้คือ สัตวแพทย์คนที่ 6 ($N_{16}=1$) และในวันอื่น ๆ ก็สามารถตีความจากตารางที่ 2 ได้ในทำนองเดียวกัน

นอกจากนี้ จากตารางที่ 2 พบว่า ในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวัน จะมีสัตวแพทย์ที่ทำหน้าที่เป็นแพทย์ที่เลี้ยงมาเข้าปฏิบัติงานในช่วงเวลานี้น้อย 1 คน คือ สัตว์แพทย์คนที่ 7, 8, 9, 7, 8, 7, และ 8 มาเข้าปฏิบัติงานในวันที่ 1 ถึง 7 ในช่วงเวลาดังกล่าวตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อจำกัด (6) ของแบบจำลอง ในทางปฏิบัติสัตวแพทย์ที่เป็นแพทย์ที่เลี้ยงนี้จะทำหน้าที่ดูแลและฝึกสอนสัตวแพทย์คนอื่น ๆ ที่มาเข้าปฏิบัติงานในวันเดียวกัน

ตารางที่ 3 แสดงผลเฉลยจากแบบจำลองที่นำเสนอเช่นเดียวกับตารางที่ 2 แต่แสดงในรูปของภาระงานที่จัดเรียงตามลำดับที่ของสัตวแพทย์ เช่น สัตวแพทย์คนที่ 1 จะต้องเข้าปฏิบัติงาน 4 วันใน 1 สัปดาห์ ได้แก่ ในช่วงเวลา 22.00 – 8.30 น. ของวันที่ 2 ($N_{21}=1$), ในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. ของวันที่ 4 ($A_{41}=1$), ในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของวันที่ 5 ($C_{51}=1$), และในช่วงเวลา 8.30 – 20.30 น. ของวันที่ 6 ($A_{61}=1$) โดยสัตวแพทย์คนที่ 1 มีวันหยุดทั้งสิ้น 3 วัน ได้แก่ วันที่ 1, 3, และ 7 ($x_{11}=x_{31}=x_{71}=1$) ส่วนภาระงานของสัตวแพทย์คนอื่น ๆ ก็สามารถตีความจากตารางที่ 3 ได้ในทำนองเดียวกัน

สำหรับค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากแบบจำลอง หรือผลรวมของจำนวนวันหยุดของสัตวแพทย์ทั้งหมดที่มากที่สุดคือ 28 วัน ซึ่งสัตวแพทย์คนที่ 1 ถึง 6 และ 8 ถึง 9 จะมีวันหยุดจำนวน 3 วัน (หรือมีวันทำงาน 4 วันใน 1 สัปดาห์) ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนสัตวแพทย์คนที่ 7 จะมีจำนวนวันหยุด 4 วัน (หรือมีวันทำงาน 3 วันใน 1 สัปดาห์) ดังแสดงในตารางที่ 3 เช่นกัน

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากตารางที่ 2 พบว่า ในแต่ละวัน มีสัตวแพทย์ที่มาเข้าปฏิบัติงานในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. จำนวน 2 คนเท่ากันทุกวัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อจำกัด (5) ของแบบจำลอง คือ ต้องการให้มีสัตวแพทย์ในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างน้อย 2 คน (ซึ่งสามารถเป็น 2 คนพอดีได้) อย่างไรก็ตาม จากข้อจำกัด (5) จำนวนสัตวแพทย์ในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวันสามารถมีมากกว่า 2 คนได้ เพราะ

เครื่องหมายของข้อจำกัด (5) ในแบบจำลองเป็นเครื่องหมายมากกว่าหรือเท่ากับ (อันเนื่องมาจากความต้องการของโรงพยาบาลว่าอาจให้มีจำนวนสัตวแพทย์มากกว่า 2 คนเพื่อรองรับการให้บริการแก่ลูกค้าในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. เพราะเป็นช่วงเวลาที่น่าจะมียูกค้ามาใช้บริการมากที่สุด) แต่แบบจำลองที่นำเสนอให้ผลเฉลยในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของแต่ละวัน มีจำนวนสัตวแพทย์มาเข้าทำงานเพียง 2 คน ที่เป็นเช่นนี้เพราะธรรมชาติของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของสัตวแพทย์ทั้งหมดมีค่ามากที่สุด ผลเฉลยจากแบบจำลองจึงไม่มีการมอบหมายให้มีจำนวนสัตวแพทย์ในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. มีจำนวนเกิน 2 คน เพราะจะทำให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ลดลง แต่ในเชิงปฏิบัติ ทางโรงพยาบาลสัตว์สามารถนำแบบจำลองที่นำเสนอไปใช้งาน โดยสามารถใช้ผลเฉลยจากแบบจำลองมาปรับให้เข้ากับความต้องการของทางโรงพยาบาล เช่น จากในตารางที่ 3 ทางโรงพยาบาลอาจจะลดวันหยุดของสัตวแพทย์บางคนให้น้อยลง แล้วมอบหมายให้สัตวแพทย์คนนั้นปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 10.00 – 22.00 น. ของวันที่คาดว่าจะมีลูกค้ามาใช้บริการมาก เป็นต้น

นอกจากนี้ จากที่ตารางที่ 3 พบว่า สัตวแพทย์ทุกคนต้องปฏิบัติงาน 4 วันใน 1 สัปดาห์ ยกเว้นสัตวแพทย์คนที่ 7 ที่ปฏิบัติงานเพียง 3 วันใน 1 สัปดาห์ ในทางปฏิบัติ ถ้าทางโรงพยาบาลอยากให้สัตวแพทย์ทุกคนมีภาระงานเท่าเทียมกัน ทางโรงพยาบาลอาจเปลี่ยนวันหยุดของสัตวแพทย์คนที่ 7 ให้เป็นวันทำงานได้ 1 วัน นั่นคือ ให้สัตวแพทย์คนที่ 7 มาทำงานในช่วงกลางวันของวันที่ 2, 3, 5, หรือ 7 เพิ่มอีก 1 วัน โดยเลือกวันที่คาดว่าจะมีลูกค้ามาใช้บริการมากที่สุด เพื่อจะได้มีจำนวนสัตวแพทย์เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการให้บริการแก่ลูกค้า และสัตวแพทย์ทุกคนจะได้มีภาระงานจำนวน 4 วันเท่ากัน

สำหรับเวลาที่ใช้ในการแก้แบบจำลองที่นำเสนอโดยใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษา แบบจำลองที่นำเสนอสามารถหาคำตอบด้วยโปรแกรม ILOG OPL CPLEX 12.6 โดยใช้เวลาเพียงไม่ถึง 1 วินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มที่นำเสนอมีความเหมาะสมกับปัญหาการจัดตารางงานของสัตวแพทย์ในกรณีศึกษา และสามารถขยายขอบเขตการศึกษา กับปัญหาที่มีจำนวนตัวแปรและข้อจำกัดมากขึ้นได้

นอกจากนี้ แบบจำลองที่นำเสนอยังสามารถปรับให้เข้ากับสถานการณ์จริงต่าง ๆ ได้ เช่น จากสมมติฐานข้อแรกของงานวิจัยนี้ที่ว่าต้องไม่มีข้อจำกัดการทำงานใด ๆ ที่มาจากภาระงานของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ หากเราเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่ว่า การจัดตารางงานของสัตวแพทย์สามารถมีข้อจำกัดการทำงานที่มาจากภาระงานของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ได้ เช่น สมมติว่าสัตวแพทย์คนที่ 2 เข้าปฏิบัติงานในช่วงกลางคืนของวันที่ 7 ($N_{72}=1$) จากข้อจำกัดที่ (8) ถ้าพิจารณา $i=7$ จะได้ว่า $A_{82}=B_{82}=C_{82}=0$ หรือสัตวแพทย์คนที่ 2 นี้จะไม่สามารถปฏิบัติงานในช่วงกลางวันของวันที่ 1 ของสัปดาห์ถัดไปได้ เมื่อเราจะทำการจัดตารางใหม่ของสัปดาห์ถัดไป เราสามารถเพิ่มข้อจำกัด $A_{12}=B_{12}=C_{12}=0$ เข้าไปในแบบจำลองที่นำเสนอ แล้วหาผลเฉลยใหม่เพื่อให้ได้ตารางงานสอดคล้องกับข้อปฏิบัติในการจัดตารางของทางโรงพยาบาลสำหรับสัปดาห์ถัดไปได้ เป็นต้น

7. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์: กรณีศึกษา โรงพยาบาลสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ต้องการนำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงจำนวนเต็มสำหรับจัดตารางการทำงานใน 1 สัปดาห์ของสัตวแพทย์ให้ได้ตารางการทำงานที่เหมาะสมที่สุด และสอดคล้องกับเงื่อนไขการปฏิบัติงานที่โรงพยาบาลกำหนด ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของแบบจำลองที่นำเสนอคือ ต้องการให้ผลรวมของจำนวนวันหยุดของสัตวแพทย์ทั้งหมดมีค่ามากที่สุด แบบจำลองที่นำเสนอนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ของกำหนดการเชิงจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาที่มาจากสถานการณ์จริง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองที่นำเสนอสามารถนำไปใช้จัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลสัตว์ที่เป็นกรณีศึกษาได้ ในงานวิจัยนี้ แบบจำลองที่นำเสนอถูกแก้ด้วยตัวโปรแกรม ILOG OPL CPLEX 12.6 โดยใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่า 1 วินาที ซึ่งมีความเหมาะสมมากในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ แบบจำลองที่เสนอนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลสัตว์ที่มีจำนวนสัตวแพทย์หรือจำนวนวันที่จัดตารางงานมากขึ้น หรือสามารถนำเทคนิคการสร้างแบบจำลองที่นำเสนอไปประยุกต์

กับเงื่อนไขการจัดตารางการทำงานของสัตวแพทย์ในโรงพยาบาลสัตว์อื่น ๆ ได้

สำหรับข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ แบบจำลองที่เสนอนั้นไม่ได้พิจารณาข้อจำกัดในการให้วันหยุดของสัตวแพทย์อยู่ติดกัน เพราะในสถานการณ์จริง สัตวแพทย์อาจจะต้องการวันหยุดให้อยู่ติดกันหากมีวันหยุดมากกว่า 1 วัน และแบบจำลองที่เสนอนั้นไม่ได้พิจารณาว่าสัตวแพทย์สามารถมีวันลางานได้ ดังนั้น งานวิจัยที่สามารถทำต่อได้ในอนาคตคือ อาจจะพิจารณาเพิ่มข้อจำกัดดังกล่าว และพิจารณาขยายแบบจำลองเป็นการจัดตารางการทำงานใน 1 เดือน เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสัตวแพทย์ประจำโรงพยาบาลสัตว์จังหวัดนครปฐม ที่ได้ให้ข้อมูลการจัดตารางงานของทางโรงพยาบาลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] โยธิญา โยธี และ รติ โบจรัส, “การสร้างแบบจำลองตารางงานของพยาบาลด้วยกำหนดการเชิงจำนวนเต็มกรณีศึกษา: โรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์,” *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, น. 20-29, 2562.
- [2] กัญฐาภรณ์ ทองโสภ และ อุดม จันทรจรัสสุข, “การหาค่าเหมาะสมที่สุดของปัญหาการจัดตารางงานพยาบาล โรงพยาบาลกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง,” *วารสารวิศวกรรมลาดกระบัง*, ปีที่ 38, ฉบับที่ 4, น. 23-32, 2564.
- [3] M. Widyastiti, A. Aman and T. Bakhtiar, “Nurses scheduling by considering the qualification using integer linear programming,” *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 14, no. 3, pp. 933-940, 2016.
- [4] W. Agyei, W. Obeng-Denteh and E. A. Andaam, “Modeling nurse scheduling problem using 0-1 goal programming: A case study of Tafo Government Hospital, Kumasi-Ghana,” *International Journal of*

- Scientific & Technology Research.*, vol. 4, no. 3, pp. 5-10, 2015.
- [5] R. Jenal, W. R. Ismail, L. C. Yeun and A. Oughalime, "A cyclical nurse schedule using goal programming," *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences.*, vol. 43, no. 3, pp. 151-164, 2011.
- [6] A. Dumrongsiri and P. Chongphaisal, "Nurse scheduling in a hospital emergency department: A case study at a Thai university hospital," *Songklanakarin Journal of Science and Technology.*, vol. 40, no. 1, 2018.
- [7] A. A. El Adoly, M. Gheith and M. N. Fors, "A new formulation and solution for the nurse scheduling problem: A case study in Egypt," *Alexandria engineering journal.*, vol. 57, no. 4, pp. 2289-2298, 2018.
- [8] R. Mansini and R. Zanotti, "Optimizing the physician scheduling problem in a large hospital ward," *Journal of Scheduling.*, vol. 23, no. 3, pp. 337-361, 2020.
- [9] C. C. Lo, and T. H. Lin, "A particle swarm optimization approach for physician scheduling in a hospital emergency department," in *2011 Seventh International Conference on Natural Computation (ICNC 2011) Shanghai, China*, vol. 4, pp. 1929-1933, 2011.
- [10] R. Bruni and P. Detti, "A flexible discrete optimization approach to the physician scheduling problem," *Operations Research for Health Care.*, vol. 3, no. 4, pp. 191-199, 2014.
- [11] ปรีวัฒน์ อารีชาติ, สราวุธ จันทร์สุวรรณ, ศีวิกา ดุษฎีโหนด และ อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์, "ตัวแบบการจัดตารางเวรของเภสัชกรเพื่อลดความเหลื่อมล้ำของภาระงาน," *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน.*, ปีที่ 10, ฉบับที่ 1, น. 103-112, 2565.