

การจำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลารอคอยของแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลแหลมฉบัง

ธนพันธ์ คงทอง^{1*}

หน่วยวิจัย Applied Optimization คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 199 หมู่ 6

ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอสัตร์ราชา ชลบุรี 20230

อภินัฐ คำปาน² และ อัครวิชัย ชีวะธรรมนนท์³

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 199 หมู่ 6 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอสัตร์ราชา ชลบุรี 20230

Received: 14 May 2023; Revised: 10 August 2023; Accepted: 15 August 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี เพื่อลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการ จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองพบว่ากระบวนการที่เป็นคอขวดของแผนกคือห้องตรวจโรคทั่วไป 1 2 และ 3 ซึ่งมีเวลารอคอย 74.53 ± 0.85 นาที 75.77 ± 0.83 นาที และ 75.79 ± 1.15 นาทีตามลำดับ จึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง 11 แนวทาง โดยแนวทางที่ 1 ถึง 4 เป็นการปรับปรุงเพียงจุดเดียวและนำแนวทางที่ 1 ถึง 4 มาผสมผสานกันเพื่อสร้างแนวทางการปรับปรุงที่ 5 ถึง 11 จากผลการวิเคราะห์พบว่าแนวทางที่นำเสนอคือแนวทางที่ 11 คือทำการเพิ่มแพทย์ที่ห้องตรวจโรคทั่วไปจำนวน 1 คน เพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเตรียมยา (OP29) จำนวน 1 คน และปรับปรุงอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการโดยเปิดให้ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลืองเข้ามาใช้บริการจนถึงเวลา 12.00 น. และนัดผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้าเวลาตั้งแต่ 13.00 น. โดยสามารถลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้าจาก 127.24 ± 1.00 นาที ลดลงเหลือ 27.98 ± 0.69 นาที ลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีชมพูจาก 13.64 ± 0.87 นาที ลดลงเหลือ 13.61 ± 0.82 นาที ลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีขาวจาก 75.16 ± 2.36 นาที ลดลงเหลือ 70.95 ± 1.87 นาที และลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลืองจาก 163.48 ± 1.54 นาที ลดลงเหลือ 71.32 ± 0.82 นาที

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, ระบบแถวคอย, ลดเวลารอคอย, โรงพยาบาล

* Corresponding author. E-mail: thanapan@eng.src.ku.ac.th

^{1,2,3} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Using Simulations to Reduce Waiting Time at The Outpatient Department of Laem Chabang Hospital

Thanapan Kongtong^{1*}

Applied Optimization Research Unit, Faculty of Engineering Sriracha, Kasetsart University,
199 Moo 6, Sukhumvit Road, Tung Sukla, Sri Racha, Chon Buri, 20230, Thailand

Apinut Kumparn² and Akarawit Cheewatummanon³

Faculty of Engineering Sriracha, Kasetsart University,
199 Moo 6, Sukhumvit Road, Tung Sukla, Sri Racha, Chon Buri, 20230, Thailand

Received: 14 May 2023; Revised: 10 August 2023; Accepted: 15 August 2023

Abstract

This article has created a simulation model of the outpatient department at Laem Chabang Hospital in Chonburi Province in order to reduce waiting times for patients. The analysis using the model revealed that the bottleneck process in the department is the Clinic Rooms 1, 2, and 3, with average waiting times of 74.53 ± 0.85 minutes, 75.77 ± 0.83 minutes, and 75.79 ± 1.15 minutes, respectively. Therefore, the article proposes 11 improvement scenarios, where Scenarios 1 to 4 involve individual improvements, and Scenarios 1 to 4 are combined to create Scenarios 5 to 11. The analysis results indicate that the recommended scenario is Scenario 11, which involves adding one doctor to the Clinic Rooms, adding one OP29 medication preparation staff, and adjusting the patient entry rate by allowing patients with yellow cards to enter until 12:00 PM and scheduling patients with blue cards from 1:00 PM onwards. By implementing these changes, it is possible to reduce the average waiting time for patients with blue cards from 127.24 ± 1.00 minutes to 27.98 ± 0.69 minutes, for patients with pink cards from 13.64 ± 0.87 minutes to 13.61 ± 0.82 minutes, for patients with white cards from 75.16 ± 2.36 minutes to 70.95 ± 1.87 minutes, and for patients with yellow cards from 163.48 ± 1.54 minutes to 71.32 ± 0.82 minutes.

Keywords: simulation, queueing theory, reduce waiting time, hospital

* Corresponding author. E-mail: thanapan@eng.src.ku.ac.th

^{1,2,3} Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Sriracha, Kasetsart University

1. บทนำ

แผนกตรวจโรคทั่วไปของโรงพยาบาลแหลมฉบังจะมีการแบ่งผู้เข้ารับบริการออกเป็น 4 ประเภท ตามสีของบัตรคิว ได้แก่ สีฟ้า สีเหลือง สีขาว สีชมพู โดยที่สีฟ้า หมายถึง ผู้เข้ารับบริการที่มาตามใบนัดของแพทย์ สีเหลือง หมายถึง ผู้เข้ารับบริการที่ Walk-in เข้ามาเพื่อทำการตรวจโรค สีขาว หมายถึง ผู้เข้ารับบริการที่ Walk-in เข้ามาเพื่อ ฉีดยา พ่นยา ภายภาพบำบัด และต่อใบส่งตัว สีชมพู หมายถึง ผู้เข้ารับบริการที่เข้ามาตรวจสุขภาพ โดยผู้เข้ารับบริการต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของโรงพยาบาลซึ่งจะแสดงในหัวข้อ 3.1

จากการสังเกต และเก็บข้อมูลพบว่า เกิดแถวคอยในการเข้ารับบริการของคนที่มาที่จุดคัดกรอง ห้องบัตร และจุดรอเข้ารับบริการในการเข้าพบแพทย์ โดยที่จุดรอเข้ารับบริการในการเข้าพบแพทย์ใช้เวลารอคอยเฉลี่ย 75.8 นาที ทำให้เกิดความแออัดของผู้เข้ารับบริการ ส่งผลทำให้การดูแลหรือการบริการไม่ทั่วถึง และในบางจุดนั้นแสดงขั้นตอนการปฏิบัติตามประเภทของบัตรคิวไม่ชัดเจน ทำให้ผู้เข้ารับบริการเกิดความสับสน และปฏิบัติตามขั้นตอนไม่ครบถ้วน จึงทำให้เกิดความล่าช้าของผู้เข้ารับบริการ

ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์การทำงานโดยการจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรมอาร์นาตั้งแต่รับบัตรคิวไปจนถึงการชำระเงินของแผนกตรวจโรคทั่วไป เพื่อลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาล

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและทบทวนวรรณกรรม

2.1 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์คือการเลียนแบบการทำงานของกระบวนการหรือระบบในโลกแห่งความเป็นจริงตามระยะเวลาที่กำหนด ไม่ว่าจะเป็นการจำลองด้วยมือหรือจำลองบนคอมพิวเตอร์ การจำลองนั้นเป็นการสร้างพฤติกรรมเทียมของระบบและศึกษาพฤติกรรมของระบบนั้นเพื่อวิเคราะห์ผลเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของระบบจริงผ่านดัชนีชี้วัดของระบบที่กำหนด [1]

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์หมายถึงวิธีการศึกษาแบบจำลองของระบบจริงต่างๆ จากการประมาณค่าด้วยวิธีเชิงตัวเลข โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมา

เพื่อจำลองการทำงานหรือลักษณะของระบบซึ่งทั่วไปแล้วจะเป็นการจำลองของเวลา การจำลองด้วยวิธีการนี้เป็นกระบวนการออกแบบและสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของระบบจริงหรือระบบที่เสนอเพื่อนำไปการดำเนินการทดลองเชิงตัวเลข เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของระบบนั้นได้ดีขึ้นตามข้อจำกัดที่กำหนด แม้ว่าจะสามารถใช้ศึกษาระบบอย่างง่ายได้ แต่พลังที่แท้จริงของเทคนิคนี้จะถูกใช้เต็มที่เมื่อเราใช้เพื่อศึกษาระบบที่ซับซ้อน [2]

2.2 แบบจำลองระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยระบบแถวคอยประกอบด้วย สิ่งที่ต้องการรับบริการหรือ ลูกค้า (Customer) ซึ่งอาจเป็นสิ่งไม่มีชีวิตหรือไม่มีรูปลักษณะทางกายภาพก็ได้ ผู้ให้บริการ (Server) ให้การบริการ แถวคอยซึ่งอาจมองเห็นด้วยตาหรือไม่ก็ได้เช่น จัดลูกค้าด้วยบัตรคิว หรือให้ลงรายชื่อ โดยทั่วไปแบบจำลองแถวคอยใช้เพื่อแสดงพฤติกรรมของระบบแถวคอย กำหนดระดับการให้บริการที่ระบบทำได้และเปรียบเทียบระบบแถวคอยหลายๆ ตัวเลือก [3]

สัญลักษณ์เคนดอลล์ (Kendall notation) แสดงด้วยพารามิเตอร์ 3 ตัว $a/b/c$ เพื่ออธิบายลักษณะของระบบแถวคอย โดยพารามิเตอร์ a แสดงกระบวนการมาถึง ซึ่งใช้สัญลักษณ์ M เมื่ออัตราการมาถึงเป็นปัวซองหรือเวลาระหว่างการมาถึงเป็นเอกซ์โพเนนเชียล (Markovian) ใช้สัญลักษณ์ D เมื่อเวลาระหว่างการมาถึงที่เป็นค่าคงที่ (Deterministic) และใช้สัญลักษณ์ G เมื่อเวลาระหว่างการมาถึงแบบทั่วไป (General) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พารามิเตอร์ b แสดงการแจกแจงของเวลาการให้บริการ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ M D หรือ G เหมือนพารามิเตอร์ a และพารามิเตอร์ c แสดงจำนวนผู้ให้บริการ ตัวอย่างเช่น $M/M/3$ เป็นระบบแถวคอยที่มีการมาถึงแบบปัวซอง เวลาให้บริการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลและมีผู้ให้บริการ 3 [3]

2.3 ทบทวนวรรณกรรม

[4] ทำการศึกษาที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแหลมฉบังชลบุรีและเสนอแนวทางในการลดเวลารอคอย 3 แนวทางคือ 1. การรวมจุดบริการเข้าด้วยกัน 2. การปรับตารางเวลาทำงานของแพทย์ และ 3. การนัดผู้ป่วยประเภท

ที่ 2 ให้เริ่มรับบริการตั้งแต่เที่ยง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถรับจำนวนผู้เข้ารับบริการเพิ่มได้จาก 340 คนต่อวัน เป็น 351 คนต่อวัน สามารถลดเวลารอคอยของผู้ป่วยประเภทที่ 1 จาก 199.97 นาทีต่อคนเหลือ 153.78 นาทีต่อคน ลดเวลารอคอยของผู้ป่วยประเภทที่ 2 จาก 190.63 นาทีต่อคนเหลือ 168.02 นาทีต่อคน และลดเวลารอคอยของผู้ป่วยประเภทที่ 3 จาก 219.28 นาทีต่อคน เหลือ 177.44 นาทีต่อคน

[5] ได้ทำการศึกษาที่คลินิกอายุรกรรม อาคารผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลมหาสารคามและเสนอแนวทางในการลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการออกเป็น 3 แนวทาง คือ 1. การปรับปรุงจำนวนเครื่องวัดความดันโดยการเพิ่มเครื่องวัดความดัน 1 เครื่องสามารถลดเวลารอคอยทั้งหมดจาก 344 นาที เหลือ 308 นาที 2. การปรับปรุงเวลาการเริ่มให้บริการของแพทย์โดยให้เริ่มงานเร็วขึ้น 5 นาที คือจากเดิมเริ่มงาน 9.00 น. ปรับเป็นให้แพทย์เริ่มงานตอน 8.55 น. สามารถลดเวลารอคอยทั้งหมดจาก 344 นาที เหลือ 321 นาที และ 3. การปรับปรุงจำนวนแพทย์ที่ให้บริการ โดยการเพิ่มจำนวนแพทย์ 2 คน คือจากเดิมมีแพทย์ 4 คนให้เพิ่มเป็น 6 คน สามารถลดเวลารอคอยทั้งหมดจาก 344 นาที เหลือ 236 นาที

[6] ได้ทำการศึกษาระบบแถวคอยที่ คลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้าและเสนอแนวทางในการปรับปรุงที่ดีที่สุดเพื่อลดเวลารอคอย คือ 1. เพิ่มแพทย์ 1 คนที่ห้องตรวจโรค จากเดิมที่มี 1 คนให้เพิ่มเป็น 2 คน 2. ปรับเวลาการทำงานของแพทย์และพยาบาลที่จุดรับใบสั่งยา / ใบนัดจาก 9.00 น. – 12.30 น. เป็น 8.30 น. – 12.30 น. และ 3. เพิ่มพยาบาลที่จุดรับใบสั่งยา/ใบนัด 1 คน จะทำให้เวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการลดลงมากที่สุดจาก 3.23 ชั่วโมง เหลือ 1.98 ชั่วโมง

[7] ได้ทำการศึกษาที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีเพื่อหาแนวทางในการลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาล แนวทางในการปรับปรุงที่ดีที่สุดคือ 1. เลื่อนเวลาในการทำงานของแพทย์ 30 นาที 2. เลื่อนเวลาในการทำงานของพยาบาลในแต่ละแผนกเร็วขึ้น 30 นาที และ 3. แผนกจ่ายยาเลื่อนเวลา

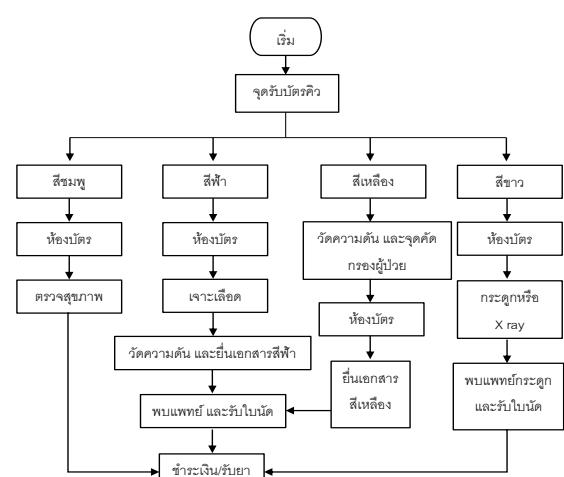
ทำงานขึ้นมา 1 ชั่วโมง จะสามารถลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการได้จากเดิม 396.65 นาที เหลือ 111.65 นาที

[8] ได้ทำการศึกษาที่แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลเมืองปาน จังหวัดลำปาง เพื่อหาแนวทางในการลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาล ซึ่งทางผู้จัดทำได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 2 ทางเลือก โดยทางเลือกที่ 2 คือเพิ่มหมอที่จุดตรวจ 1 คน แล้วทำงานในเวลาเดิมคือ 08.30 น. – 16.30 น. และพัก 12.00 น. – 13.00 น. สามารถลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการโดยที่จุดซักประวัติจากเดิม 29.47 นาที เหลือ 20.72 นาที และ เวลาเฉลี่ยในการรอคอยจากเดิม 125.68 นาที เหลือ 101.44 นาที

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของข้อมูล

โดยในแผนกตรวจโรคทั่วไปของโรงพยาบาลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี จะมีการเปิดให้บริการวันจันทร์ - วันศุกร์ เวลา 8.00 น. – 16.00 น. โดยจะมีผู้เข้ารับบริการที่เข้ามาใช้บริการทั้งหมด 4 ประเภท 1. ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลือง 2. ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้า 3. ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีขาว 4. ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีชมพู และมีขั้นตอนการให้บริการดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การให้บริการของผู้ป่วยแต่ละประเภท

3.2 การรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลของแผนกตรวจโรคทั่วไปในโรงพยาบาลแหลมฉบังพบว่าจุดที่ใช้เวลารอคอยมากที่สุดคือจุดเข้าพบแพทย์ที่ห้องตรวจโรคทั่วไป ผู้ที่เข้ารับบริการมีเวลารอคอยเฉลี่ย 1.26 ชม. โดยที่จุดแจกบัตรคิวเริ่มบริการตั้งแต่เวลา 6.30 น. – 12.00 น. ห้องบัตรเริ่มให้บริการเวลา 7.00 น. ห้องเจาะเลือดเริ่มให้บริการเวลา 7.00 น. จุดเข้าพบแพทย์เริ่มให้บริการเวลา 9.00 น. จุดจ่ายเงิน และ แผนกตรวจโรคทั่วไปมีพักกลางวัน 1 ครั้ง เวลา 11.00 น. – 12.00 น. ซึ่งจำนวนทรัพยากรของแต่ละจุดมีจำนวนดังตารางที่ 1 และข้อมูลของอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการจากการเข้าไปเก็บข้อมูล 1 สัปดาห์ดังตารางที่ 2 ส่วนในข้อมูลเวลาในการให้บริการ เวลาในการเดินทางจะนำข้อมูลส่วนนั้นไปทำการหาการแจกแจงตามข้อ 3.3

ตารางที่ 1 จำนวนทรัพยากรที่ให้บริการในแต่ละจุด

จุดให้บริการ	เวลาที่เปิดให้บริการ	จำนวนทรัพยากร
เจ้าหน้าที่จุดออกใบนัด	8.00 – 16.00	2 คน
เจ้าหน้าที่จุดตรวจสอบเอกสารสีเหลือง	8.00 – 16.00	2 คน
แพทย์ที่ห้องตรวจโรคทั่วไป	9.00 – 16.00	3 คน
เจ้าหน้าที่ห้องจ่ายเงินที่ 1	8.00 – 16.00	1 คน
เจ้าหน้าที่ห้องจ่ายเงินที่ 2	8.00 – 16.00	1 คน
เครื่องวัดความดันสีฟ้า	8.00 – 16.00	2 เครื่อง
เครื่องวัดความดันสีเหลือง	8.00 – 16.00	2 เครื่อง
เจ้าหน้าที่จุดรับบัตรคิว	6.30 – 14.30	1 คน
จุดรับยา 1 (OP27)	8.00 – 16.00	1 คน
จุดรับยา 2 (OP26)	8.00 – 16.00	1 คน
จุดรับยา 3 (OP25)	8.00 – 16.00	1 คน
เจ้าหน้าที่ห้องบัตร	7.00 – 16.00	2 คน
เจ้าหน้าที่คัดกรองสีฟ้า	8.00 – 16.00	2 คน
เจ้าหน้าที่คัดกรองสีเหลือง	8.00 – 16.00	2 คน
เจ้าหน้าที่ห้องเจาะเลือด	7.00 – 16.00	1 คน
แพทย์ที่ห้องกระดูก	8.00 – 16.00	1 คน
เครื่อง X ray	8.00 – 16.00	1 เครื่อง
เจ้าหน้าที่ห้องเตรียมยา	8.00 – 16.00	2 คน

ตารางที่ 2 อัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการในวันจันทร์

ช่วงเวลา (นาฬิกา)	ประเภทของผู้เข้ารับบริการ(คน)			
	บัตรคิวสี เหลือง	บัตรคิว สีฟ้า	บัตรคิว สีขาว	บัตรคิวสี ชมพู
6.30 – 7.00	16	19	3	0
7.00 – 7.30	15	18	14	0
7.30 – 8.00	20	13	19	0
8.00 – 8.30	35	17	16	0
8.30 – 9.00	38	13	12	0
9.00 – 9.30	9	2	3	0
9.30 – 10.00	12	11	4	0
10.00 – 10.30	5	4	2	0
10.30 – 11.00	0	2	0	0
11.00 – 11.30	1	0	0	0
11.30 – 12.00	1	0	0	0

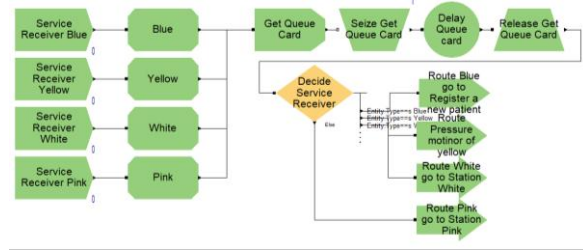
สำหรับผู้สนใจข้อมูลอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการของวันอังคารถึงวันศุกร์สามารถติดต่อผู้วิจัยได้ทาง E-mail

3.3 การวิเคราะห์การแจกแจง

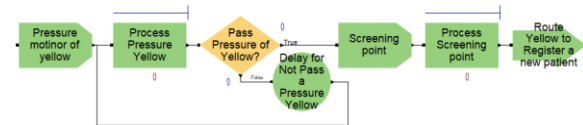
การแจกแจงของเวลาในการให้บริการของแต่ละขั้นตอนด้วยโปรแกรม Input analyzer มีค่าดังตารางที่ 3 โดยที่การแจกแจงของข้อมูลจะทำการตรวจสอบสมมุติฐานค่า P-Value อยู่ 2 วิธี คือ วิธี Chi Square Test และ Kolmogorov-Smirnov Test วิธี Chi Square Test โดยกำหนดให้ค่าที่ช่วงความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ทำให้การตรวจสอบสมมุติฐานนั้นค่าของ P-Value ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 และวิธีการของ Chi Square Test จะมีความเหมาะสมในการทดสอบกับจำนวนข้อมูลที่มากกว่า 50 ข้อมูล วิธี Kolmogorov-Smirnov Test โดยกำหนดให้ค่าช่วงความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ทำให้การตรวจสอบสมมุติฐานนั้นค่าของ P-Value ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 และวิธีการของ Kolmogorov-Smirnov Test มีความเหมาะสมการทดสอบกับจำนวนข้อมูลที่น้อยกว่า 50 ข้อมูล

ตารางที่ 3 ข้อมูลการแจกแจงของเวลาในการให้บริการในจุดต่างๆ

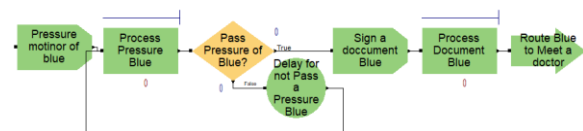
จุดให้บริการ	ค่าของการแจกแจง (วินาที)	p-value
จุดออกใบนัด	$62 + 232 * \text{BETA}(1.27, 1.58)$	0.426
จุดตรวจสอบเอกสารสีเหลือง	$\text{TRIA}(63, 116, 181)$	0.595
ห้องตรวจโรคทั่วไป	$61 + 483 * \text{BETA}(1.25, 2.62)$	0.262
ห้องจ่ายเงินที่ 1	$39 + \text{GAMM}(7.55, 2.13)$	0.0526
ห้องจ่ายเงินที่ 2	$28 + \text{ERLA}(14.1, 2)$	0.0597
วัดความดันสีฟ้า	$38.5 + \text{ERLA}(5.52, 2)$	0.697
วัดความดันเหลือง	$36.5 + \text{GAMM}(8.44, 2.22)$	0.556
จุดรับบัตรคิว	$5.5 + 17 * \text{BETA}(1.2, 1.92)$	0.619
จุดรับยา 1 (OP27)	$5 + \text{GAMM}(14.2, 1.47)$	0.0911
จุดรับยา 2 (OP26)	$4 + 123 * \text{BETA}(0.71, 1.66)$	0.0573
จุดรับยา 3 (OP25)	$4 + 169 * \text{BETA}(0.8, 3.15)$	0.281
ห้องบัตร	$35 + \text{GAMM}(8.15, 1.54)$	0.278
คัดกรองสีฟ้า	$33.5 + \text{WEIB}(37.6, 1.77)$	0.665
คัดกรองสีเหลือง	$85 + \text{WEIB}(134, 1.2)$	0.0782
ห้องเจาะเลือด	$53 + \text{ERLA}(53, 3)$	0.422
ห้องกระดูก	$122 + 516 * \text{BETA}(0.562, 1.13)$	0.721
ห้อง X ray	$\text{NORM}(146, 47.2)$	> 0.15
ห้องเตรียมยา	$155 + 128 * \text{BETA}(1.26, 1.49)$	0.0896



รูปที่ 2 แบบจำลองของกระบวนการที่จุดรับบัตรคิว



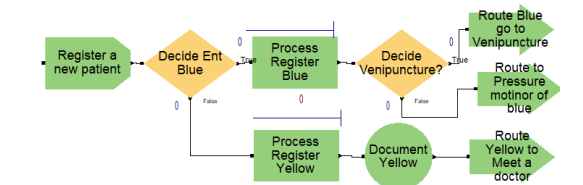
รูปที่ 3 แบบจำลองของกระบวนการที่จุดวัดความดัน และจุดคัดกรองของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลือง



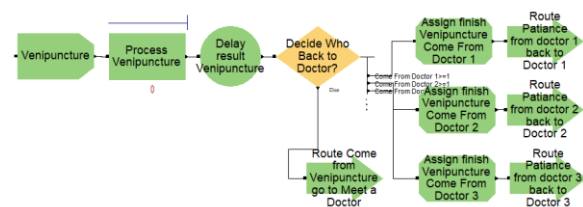
รูปที่ 4 แบบจำลองของกระบวนการที่จุดวัดความดันและจุดคัดกรองของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้า

3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

สร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena โดยนำค่าจากตารางที่ 2 กำหนดอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการด้วยโมดูล Schedule เพื่อสร้างผู้เข้ารับบริการที่เข้ามาในระบบด้วยโมดูล Create แยกตาม สีฟ้า สีเหลือง สีขาว สีชมพู และ นำข้อมูลจากตารางที่ 3 เวลาในแต่ละจุดของกระบวนการต่างๆ เพื่อกำหนดค่าในโมดูล Seize Delay Release ตั้งแต่กระบวนการของจุดรับบัตรคิว กระบวนการของจุดวัดความดัน และจุดคัดกรองของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลือง กระบวนการของจุดวัดความดันและจุดคัดกรองของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้า กระบวนการของห้องบัตร และการแยกไปห้องเจาะเลือด กระบวนการของห้องเจาะเลือด กระบวนการของห้องจ่ายเงิน กระบวนการของห้องพบแพทย์ และกระบวนการของห้องรับยาและห้องชำระเงิน ดังรูปที่ 2-9

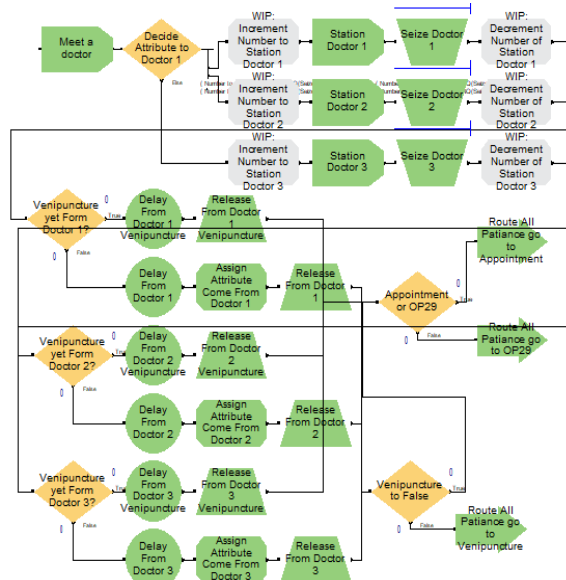


รูปที่ 5 แบบจำลองของกระบวนการที่ห้องบัตร และการแยกไปห้องเจาะเลือด

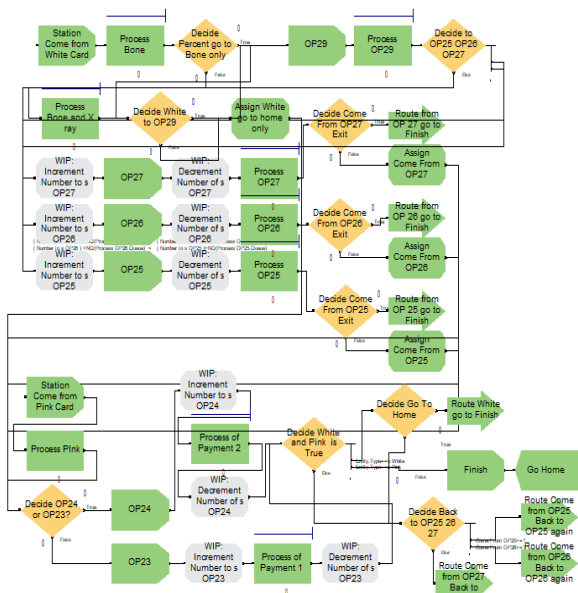


รูปที่ 6 แบบจำลองของกระบวนการที่ห้องเจาะเลือด

รูปที่ 7 แบบจำลองของกระบวนการที่ห้องออกใบนัดของผู้เข้ารับบริการ



รูปที่ 8 แบบจำลองของกระบวนการที่ห้องพบแพทย์



รูปที่ 9 แบบจำลองของกระบวนการที่ห้องรับยาและห้องชำระเงิน

3.5 การตรวจสอบแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองประกอบด้วย การทวนสอบ (Verification) และการตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Validation) เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ แบบจำลองนี้ทำการทวนสอบโดยการเปรียบเทียบที่ละโมดูล (Structured walk through) ระหว่างแบบจำลองและขั้นตอนการทำงานตามรูปที่ 1 และมีการกำหนดให้ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวแต่ละสีไหลเข้าไปในระบบสีละ 1 ครั้งแล้วติดตามการไหลของผู้เข้ารับบริการจนจบ และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลโดยใช้การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติซึ่งกำหนดสมมุติฐานดังต่อไปนี้

H_0 : เวลารอคอยที่ห้องตรวจโรคทั่วไป = 75.8 นาที

H_1 : เวลารอคอยที่ห้องตรวจโรคทั่วไป $\neq$ 75.8 นาที

โดยสมมุติหลักจะถูกปฏิเสธถ้า

$$\frac{|\bar{Y}-75.8|}{S/\sqrt{R}} > t_{1-\alpha/2, R-1} \quad (1)$$

จากการประมวลผล 6 รอบพบว่า เวลารอคอยที่ห้องตรวจโรคทั่วไปเฉลี่ยเท่ากับ 76.82 นาทีและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.89 นาทีเมื่อแทนค่าในสมการที่ 1 จะได้ว่า

$$\frac{|76.82-75.8|}{2.89/\sqrt{6}} > 2.57$$

ซึ่งไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้

3.6 การหาจำนวนรอบทำซ้ำ

การกำหนดรอบทำซ้ำตามระดับความแม่นยำ (ϵ) เท่ากับ $\pm 5\%$ ของค่าเฉลี่ยตัวอย่างในช่วงความเชื่อมั่นที่นัยสำคัญ 95% ที่ทำให้ครึ่งช่วงความเชื่อมั่นใกล้เคียงหรือน้อยกว่าระดับ ความแม่นยำที่ต้องการ โดยทำการประมวลผลแบบจำลองเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงทดสอบ และช่วงประมวลผลเพิ่มเติม

ประมวลผลเบื้องต้นของข้อมูลด้วยจำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น 6 รอบเพื่อหาจำนวนรอบทำซ้ำที่ต้องการตามสมการที่ 1 โดยทำการเลือกเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการสีขาวในการหาจำนวนรอบทำซ้ำเนื่องจากมีค่าครึ่งช่วงความเชื่อมั่น (Half Width) สูงที่สุด ซึ่งได้ค่าเวลารอคอยเฉลี่ย

73.867 นาที และมีค่า Half Width คือ 13.25 นาทีสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena โดยนำค่า

$$R \cong \frac{h_0^2}{\varepsilon^2} R_0 \quad (2)$$

หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณตามสมการที่ 2 โดย h_0 คือค่า Half Width มีค่า 13.25 นาที ε มีค่าเท่ากับ 5% ของค่าเวลารอคอยเฉลี่ยคือ 73.867 นาที และ R_0 คือจำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 6 จึงสามารถคำนวณหารอบทำซ้ำได้ดังนี้

$$R \cong \frac{(13.25)^2}{(73.867 * 0.05)^2} 6$$

ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ 77.22 รอบ หรือ 78 รอบ

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบัน

จากการจำลองสถานการณ์เวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการแต่ละประเภทมีค่าตามตารางที่ 4 และจำนวนผู้เข้ารับบริการในระบบแต่ละประเภทมีค่าตามตารางที่ 5 จะเห็นผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้าและบัตรคิวสีเหลืองมีเวลารอคอยและมีจำนวนผู้เข้ารับบริการอยู่ในระบบมาก

ตารางที่ 4 เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการก่อนปรับปรุง

ประเภทของผู้เข้ารับบริการ	เวลารอคอยเฉลี่ย (นาที)	Half Width
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้า	127.24	±1.00
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีชมพู	13.64	±0.87
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีขาว	75.16	±2.36
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลือง	163.48	±1.54

ตารางที่ 5 จำนวนผู้เข้ารับบริการรอคอยเฉลี่ยก่อนปรับปรุง

ประเภทของผู้เข้ารับบริการ	จำนวนคนรอคอยเฉลี่ย (คน)	Half Width
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้า	11.55	±0.22
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีชมพู	0.47	±0.02
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีขาว	4.04	±0.16
ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลือง	17.79	±0.32

และทำการพิจารณาเวลารอคอยเฉลี่ย ณ จุดที่ให้บริการต่างๆ มีค่าดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลารอคอยเฉลี่ย ณ จุดบริการต่างๆ ก่อนปรับปรุง

จุดให้บริการ	เวลารอคอยเฉลี่ย (นาที)	Half Width
จุดออกใบนัด	0.15	±0.03
จุดตรวจสอบเอกสารสีเหลือง	0.09	±0.03
ห้องตรวจโรคทั่วไป 1	74.53	±0.85
ห้องตรวจโรคทั่วไป 2	75.77	±0.83
ห้องตรวจโรคทั่วไป 3	75.79	±1.15
ห้องจ่ายเงินที่ 1	17.94	±0.25
ห้องจ่ายเงินที่ 2	0.29	±0.04
เครื่องวัดความดันสีฟ้า	0.00	±0.00
เครื่องวัดความดันสีเหลือง	0.01	±0.00
จุดรับบัตรคิว	0.02	±0.00
จุดรับยา 1 (OP27)	0.01	±0.00
จุดรับยา 2 (OP26)	0.02	±0.00
จุดรับยา 3 (OP25)	0.00	±0.00
ห้องบัตรฟ้า	7.54	±0.23
ห้องบัตรเหลือง	0.16	±0.02
คัดกรองสีฟ้า	27.23	±0.75
คัดกรองสีเหลือง	38.74	±0.83
ห้องเจาะเลือด	1.39	±0.10
ห้องกระดูก	69.74	±1.99
เครื่อง X ray	0.14	±0.20
ห้องเตรียมยา (OP29)	29.37	±0.45

จากผลการจำลองสถานการณ์จะเห็นได้ว่าเกิดจุดที่มีเวลารอคอยเฉลี่ยมากที่สุดคือห้องตรวจโรคทั่วไป 3 จุด ซึ่งห้องตรวจโรคทั่วไป ที่ 1 มีเวลารอคอยเฉลี่ย 74.53±0.85 นาที ห้องตรวจโรคทั่วไป ที่ 2 มีเวลารอคอยเฉลี่ย 75.77±0.83 นาที ห้องตรวจโรคทั่วไป ที่ 3 มีเวลารอคอยเฉลี่ย 75.79±1.15 นาที

4.2 การจำลองสถานการณ์ของแนวทางในการปรับปรุง

โดยที่แนวทางในการปรับปรุงการจำลองสถานการณ์พิจารณาจากจุดที่มีเวลารอคอยมากและมีคนหนาแน่นเช่นห้องตรวจโรค ห้องเตรียมยา ประกอบการพิจารณาการนัดคนไข้เพื่อปรับปรุงอัตราการเข้ามาของคนไข้ จึงได้เสนอแนวทางอยู่ 4 แนวทางการปรับปรุงดังนี้คือแนวทางที่ 1 เพิ่มแพทย์ที่ห้องตรวจโรคทั่วไปจำนวน 1 คน

เพราะจากแบบจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันพบว่าห้องตรวจโรคมีเวลารอคอยมากที่สุด จากแนวทางที่ 1 เมื่อเพิ่มแพทย์แล้วพบว่าคนไข้ไปกระจุกตัวที่ห้องเตรียมยา จึงนำไปสู่แนวทางที่ 2 คือเพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเตรียมยา (OP29) จำนวน 1 คน แนวทางที่ 3 ปรับปรุงอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการสี่ฟ้าโดยนัดให้แต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 12.00 น. ให้มีอัตราการเข้ามาใกล้เคียงกัน แนวทางที่ 4 ปรับปรุงอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการโดยเปิดให้ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่เหลืองเข้ามาใช้บริการตั้งแต่ 6.30 ถึง 12.00 น. และนัดผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ฟ้าจากเวลาตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 12.00 น. เป็น 12.00 น. ถึง 16.00 น. แทน ซึ่งแนวทางที่นำเสนอได้มีการประเมินถึงความเป็นไปได้ในการดำเนินการปรับปรุงแล้ว และนำไปสร้างทางเลือกดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ทางเลือกในการสร้างแบบจำลองสำหรับลดเวลารอคอยของผู้เข้ารับบริการ

ทางเลือกที่	รายละเอียดของแนวทาง	ประเภท
1	แนวทางที่ 1	เชิงเดี่ยว
2	แนวทางที่ 2	เชิงเดี่ยว
3	แนวทางที่ 3	เชิงเดี่ยว
4	แนวทางที่ 4	เชิงเดี่ยว
5	แนวทางที่ 1 + 2	เชิงผสม
6	แนวทางที่ 1 + 3	เชิงผสม
7	แนวทางที่ 1 + 4	เชิงผสม
8	แนวทางที่ 2 + 3	เชิงผสม
9	แนวทางที่ 2 + 4	เชิงผสม
10	แนวทางที่ 1 + 2 + 3	เชิงผสม
11	แนวทางที่ 1 + 2 + 4	เชิงผสม

จากการประมวลผลทางเลือกทั้ง 11 ทางเลือก เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการมีค่าดังตารางที่ 8 และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางเลือกทั้งหมดโดยใช้โปรแกรม Process Analyzer (PAN) ในการคัดกรองตัวเลือกซึ่งนำเสนอโดย [9] ด้วยการกำหนดค่าเผื่อผิดพลาด (Error tolerance) พบว่าทางเลือกที่ 11 คือทางเลือกที่ทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ฟ้า สีขาว และสีเหลืองมีค่าน้อยที่สุด และทางเลือกที่ 9 คือทางเลือกที่ทำให้เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ชมพูมีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 8 เวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	บัตรคิวสี่ฟ้า (นาท)	บัตรคิวสี่ชมพู (นาท)	บัตรคิวสี่ขาว (นาท)	บัตรคิวสี่เหลือง (นาท)
ปัจจุบัน	127.24 ±1.00	13.64 ±0.87	75.16 ±2.36	163.48 ±1.54
1	125.97 ±1.01	13.64 ±0.74	77.04 ±2.25	162.90 ±1.82
2	107.60 ±0.99	12.87 ±0.72	71.81 ±2.14	123.53 ±1.78
3	80.10 ±0.99	13.47 ±0.73	74.91 ±2.36	129.08 ±1.53
4	31.29 ±0.76	14.06 ±0.86	70.85 ±2.44	90.01 ±1.22
5	103.36 ±0.87	13.02 ±0.72	71.38 ±2.11	116.96 ±1.60
6	78.38 ±1.28	13.10 ±0.90	76.72 ±2.05	126.09 ±1.84
7	32.22 ±0.79	13.59 ±0.89	73.53 ±2.17	88.21 ±1.10
8	53.77 ±0.82	13.45 ±0.83	70.01 ±2.08	99.78 ±1.35
9	28.11 ±0.69	13.98 ±0.81	72.18 ±2.18	74.20 ±0.89
10	48.81 ±0.69	13.65 ±0.84	71.50 ±2.35	93.84 ±1.39
11	27.98 ±0.69	13.61 ±0.82	70.95 ±1.87	71.32 ±0.82

5. สรุปผล

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม PAN เลือกปรับปรุงโดยใช้ทางเลือกที่ 11 คือการเพิ่มแพทย์ที่ห้องตรวจโรคทั่วไปจำนวน 1 คน เพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเตรียมยา (OP29) จำนวน 1 คน และปรับปรุงอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการโดยเปิดให้ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่เหลืองเข้ามาใช้บริการจนถึงเวลา 12.00 น. และนัดผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ฟ้าเวลาตั้งแต่ 13.00 น. ส่งผลทำให้ลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ฟ้าจาก 127.24 ± 1.00 นาที เหลือ 27.98 ± 0.69 นาที ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสี่ชมพูจาก

13.64±0.87 นาที เหลือ 13.61±0.82 นาที ผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีขาวจาก 75.16±2.36 นาที เหลือ 70.95±1.87 นาที และผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลืองจาก 163.48±1.54 นาที เหลือ 71.32±0.82 นาที แต่หากพิจารณาทางเลือกที่ 4 ซึ่งปรับปรุงอัตราการเข้ามาของผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีเหลืองและสีฟ้าโดยนับผู้เข้ารับบริการบัตรคิวสีฟ้าเข้ามารับบริการระหว่าง 12.00 น. ถึง 16.00 น. เพื่อลดความแออัดของโรงพยาบาลสามารถลดเวลารอคอยลงได้โดยไม่ต้องเพิ่มแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ แต่อาจต้องเพิ่มระบบการนัดที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้เข้ารับบริการมั่นใจและมาเข้ารับบริการตามเวลานัด ดังนั้นประโยชน์ที่แท้จริงของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ได้แสดงให้เห็นจุดที่เป็นสถานีคอขวดของการให้บริการ และได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารโรงพยาบาลในการตัดสินใจดำเนินการโดยอาจต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการดำเนินการไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มแพทย์ที่ห้องตรวจ การเพิ่มเจ้าหน้าที่ห้องเตรียมยา หรือการลงทุนในระบบแจ้งเตือนสำหรับคนไข้เพื่อให้เข้ามารับบริการตามเวลานัดต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายแพทย์ ราเมศร์ อำไพพิศ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี และขอขอบคุณพยาบาลทุกท่าน ที่อนุญาตให้นำข้อมูลภายในโรงพยาบาลมาใช้ในการดำเนินการ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Banks, J. S. Carson II, B. L. Nelson and D. M. Nicol, Discrete-Event System Simulation, 4th ed., Pearson Prentice Hall, 2015.
- [2] W. D. Kelton, R. P. Sadowski, and N. B. Zupick, Simulation with Arena, 6th ed., McGraw Hill, 2015.
- [3] จุฑา พิชิตลำเค็ญ, พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงสุ่มเพื่อการประยุกต์ใช้กับปัญหาจริง, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.
- [4] เชษฐา ชำนาญหล่อ, กุลสัมพันธ์ สุขสานต์ และ จริสตา สายบุญณะ, “การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพการให้บริการของผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลแหลมฉบัง,” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, น. 166-175, 2561.

- [5] พูนธนะ ศรีสระคู, และ กฤต จันทรมัย, “การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกอายุรกรรม อาคารผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลมหาสารคาม,” *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 3, น. 184-200, 2562.
- [6] วชิรวิวัฒน์ จันทร์เจริญกิจ, ปริญญ์ เสี่ยมสุนทร, บุณยชาติ จันทร์สว่าง, จีราพร ไทยถนอม และ ธิดาพร ศุภภากร, “การจำลองระบบแถวคอยสำหรับสำหรับผู้ป่วยนอก กรณีศึกษาคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 26, ฉบับที่ 1, น. 71-79, 2561.
- [7] สุเมธา ศรีละคร, และ สมบัติ สิ้นธุเชาวน์, “การประยุกต์ใช้ทฤษฎีแถวคอยและการจำลองแบบปัญหาเพื่อลดเวลารอคอยในการรับบริการของผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลวารินชำราบ,” ใน *การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2560*, เชียงใหม่, 2560.
- [8] พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์, วริยา ยังไว, วีรชัย มีสตัย และ ศุภวิชญ์ สมเกียรติวิระ, “การจำลองระบบแถวคอยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอกกรณีศึกษาโรงพยาบาลเมืองปาน จังหวัดลำปาง,” *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*, ปีที่ 29, ฉบับที่ 1, น. 10-22, 2563.
- [9] J. Boesel, B. L. Nelson and S.-H. Kim, “Using ranking and selection to clean up after simulation optimization,” *Operations Research*, vol. 51, no. 5, pp. 814–825, 2003.