



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การปรับปรุงผังโรงพยาบาลเพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการให้บริการ

Layout improvement in hospital for distance and service time reduction

กฤต จันทรสมัย^{1*} อรุณา ลาสุนนท์²

¹ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000

² สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Krit Chantarasmay^{1*} On-Uma Lasunon²

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Mueang Surin, Surin, 32000

² Engineering Manufacturing, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Maha Sarakham, 44150

* Corresponding author.

E-mail: krit.ch@rmuti.ac.th; Telephone: 06 3515 3955

วันที่รับบทความ 1 พฤศจิกายน 2564; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 16 พฤศจิกายน 2564; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 3 กุมภาพันธ์ 2565

วันที่ตอบรับบทความ 16 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงผังแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมของโรงพยาบาลในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อลดระยะทางและลดเวลาของการเข้ารับบริการ โดยการประยุกต์ใช้หลักการของการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ในการปรับปรุงผังแล้วทำการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลของระยะทางในการเคลื่อนที่, เวลาในการเข้ารับบริการ, ขนาดพื้นที่, เวลาในการเคลื่อนย้ายโดยเฉลี่ย และเวลาเฉลี่ยในการใช้บริการของผังก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า ผังหลังปรับปรุงสามารถลดระยะทางรวมในการเข้ารับบริการได้ 79.14 เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 16.7 ลดเวลาในการเข้ารับบริการโดยรวมลงได้ 0.98 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.4 ลดการใช้พื้นที่โดยรวมลงได้ 45.18 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.3 ลดเวลาในการเคลื่อนย้ายโดยเฉลี่ย 0.26 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 17.8 และลดเวลาเฉลี่ยในการใช้บริการ 1.04 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 5.6

คำสำคัญ

การวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ การปรับปรุงผัง การจำลองสถานการณ์ การไหลของกระบวนการ โรงพยาบาล

Abstract

This study aimed to enhance the layout of the general examination and the pediatrics departments in a hospital in Maha Sarakham province, with the goal of reducing the service distance and time. To propose a better plan, the principle of Systematic Layout Planning (SLP) was employed. After then, the Arena program was used to simulated the layout. The proposed layout and the existing are compared in terms of total service distance, total service time, total service area, average movement time and average service time per person. The result showed that the layout after improvement could reduce the total distance of the service by 79.14 meters (16.7%), reduce the total service time by 0.98 minutes per person (0.4%), reduce the total service area by 45.18 square meters (11.3%), reduce the average movement time by 0.26 minutes per person (17.81%), and reduce the average service time per person by 1.04 minutes (5.6%).

Keywords

systematic layout planning; layout improvement; simulation; process flow; hospital

1. บทนำ

โรงพยาบาล เป็นสถานที่สำหรับให้บริการด้านสุขภาพให้กับผู้ป่วย โดยมักที่จะมุ่งเน้นการส่งเสริม ป้องกัน รักษา และฟื้นฟูภาวะความเจ็บป่วย ทั้งทางร่างกายและทางจิตใจ ปัจจุบันโรงพยาบาลได้ถูกแบ่งประเภทตามการดูแลควบคุมบริการออกเป็นโรงพยาบาลรัฐบาลและโรงพยาบาลเอกชน จากข้อมูลผู้มารับบริการโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคาม ปี 2560-2563 [1] ที่แสดงถึงแนวโน้มของจำนวนผู้เข้ารับบริการหรือผู้ป่วยมีจำนวนมากขึ้น เมื่อผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการต่างก็มีอาการเจ็บป่วยที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็น ตัวร้อน หนาว สิ้นปวดเมื่อยบริเวณต่างๆของร่างกาย ฯลฯ ในบางอาการส่งผลต่อการเดินและการเคลื่อนไหว บางอาการต้องรักษาเร่งด่วน เมื่อผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการแต่จุดการให้บริการอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลทำให้การเคลื่อนย้ายผู้ป่วยใช้ระยะทางและเวลานานซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออาการของผู้ป่วยได้ ดังนั้นหากทางโรงพยาบาลมีการวางแผนหรือจุดการให้บริการที่ดีและเหมาะสมจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาดังกล่าวอีกทั้งยังช่วยลดเวลาและระยะทางการเคลื่อนที่ของทั้งผู้เข้ารับบริการและผู้ให้บริการได้อีกด้วย

การวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) เป็นกระบวนการวางแผนโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีหรือกิจกรรมและการไหลของกระบวนการ ที่สามารถช่วยลดระยะทางและเวลาในการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุลง ดังรูปที่ 2 ซึ่งในอดีตจนถึงปัจจุบัน มีผู้วิจัยหลายท่านได้นำหลักการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) เข้ามาใช้ในการปรับปรุงผังหลากหลายวัตถุประสงค์และ

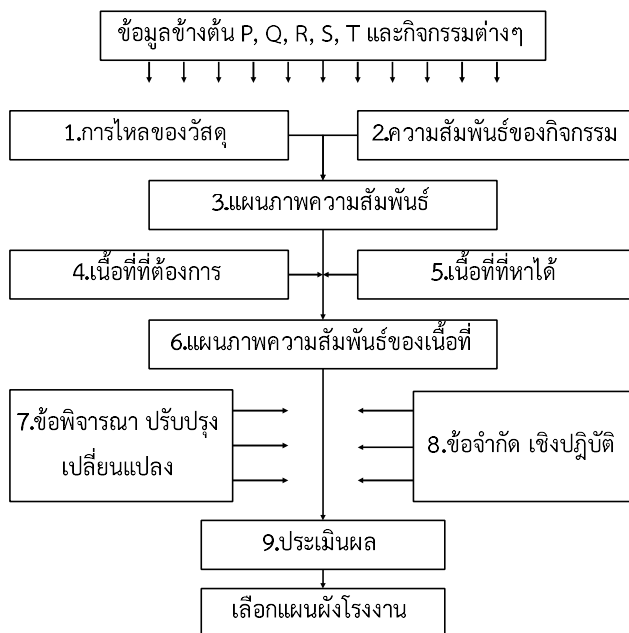
ปัญหาไม่ว่าจะเป็น ลดระยะทางและลดต้นทุนในการเคลื่อนที่ของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในส่วนห้อง Clean Room [2] ลดระยะทางและเพิ่มประสิทธิภาพของการไหลในโรงงานผลิตประตูไม้บานเลื่อน [3] เพิ่มกำลังการผลิตของบริษัทชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศอินโดนีเซีย [4] เพิ่มพื้นที่แผนกรังสีวิทยาของ Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) ในประเทศบราซิล [5] ลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของคลังสินค้า บริษัท ยูนิโพร อินดัสทรี จำกัด (บางน้ำจืด) [6] เพิ่มประสิทธิภาพให้บริการของคลินิกอายุรกรรม อาคารผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลมหาสารคาม [7] เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการไหลของโรงงานผลิตซาลาเปา [8] ลดระยะเวลาปฏิบัติงานในคลังสินค้าสำหรับการจัดเก็บฟิล์มม้วน [9] ลดระยะทางในการเคลื่อนที่ระหว่างแผนกของบริษัท CV Oto Boga Java ในประเทศอินโดนีเซีย [10] และปรับปรุงการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบให้เหมาะสมกับบริบทของโรงงาน [11] จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะพบว่า การนำ SLP ไปใช้ในการปรับปรุงโรงงานอย่างเดียวยังจะไม่เกิดประสิทธิภาพถ้าไม่มีการจำลองสถานการณ์ร่วมด้วย

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ไขกับปัญหาในสถานการณ์จริงหลากหลายปัญหา เช่น แบบจำลองสถานการณ์แบบตัวแทนของการขับเคลื่อนถนนทางหลวง [12] การจราจรของแยกไฟแดงหน้าประตูทางออกของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี [13] แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลชุมชน จังหวัดสุพรรณบุรี [14]

ผู้รับบริการ ผู้ป่วยนอก ปี 2560 - 2563



รูปที่ 1 จำนวนผู้เข้ารับบริการของผู้ป่วยนอกปี 2560-2563 [1]



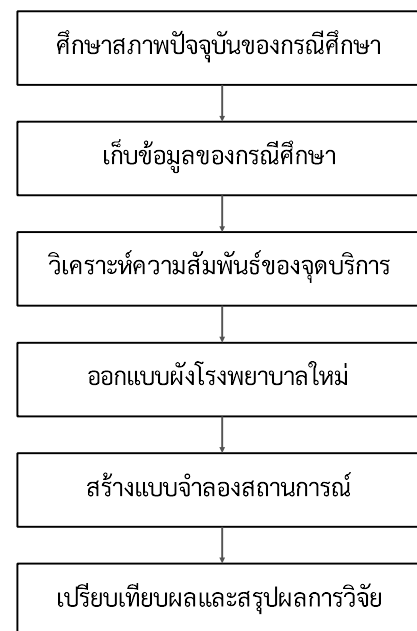
รูปที่ 2 การวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ [3]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ให้ความสนใจในการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ร่วมกับการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาใช้ปรับปรุงผังแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อปรับปรุงจุดให้บริการหรือแผนกต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม รวมถึงช่วยลดระยะทาง ลดเวลาในการเคลื่อนที่และลดเวลาการ

ให้บริการ ตลอดจนพัฒนาศักยภาพการให้บริการของโรงพยาบาลได้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

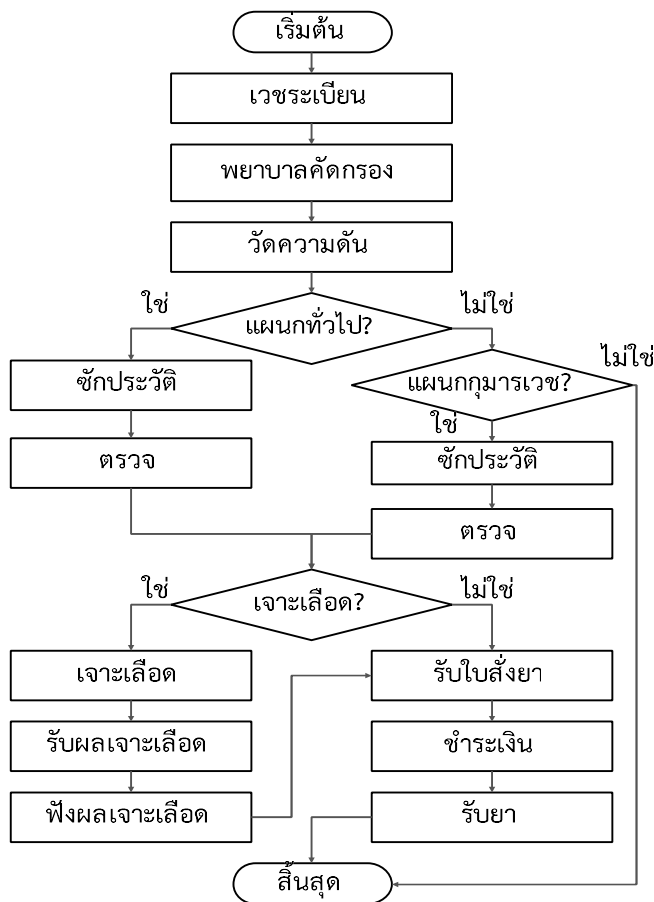
ในการวางแผนการดำเนินการวิจัยเพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการให้บริการแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคามสามารถกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของกรณีศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคาม พบว่าในแต่ละวันมีผู้เข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก โดยมีเจ้าหน้าที่ แพทย์ และพยาบาลคอยให้บริการในทุกวัน การให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมสำหรับการให้บริการในทุกขั้นตอน มีการให้บริการที่เหมือนกันและมีจำนวนขั้นตอนเท่ากันที่ 46 ขั้นตอนต่อการให้บริการ 1 คนแสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

2.2 การเก็บข้อมูลของกรณีศึกษา

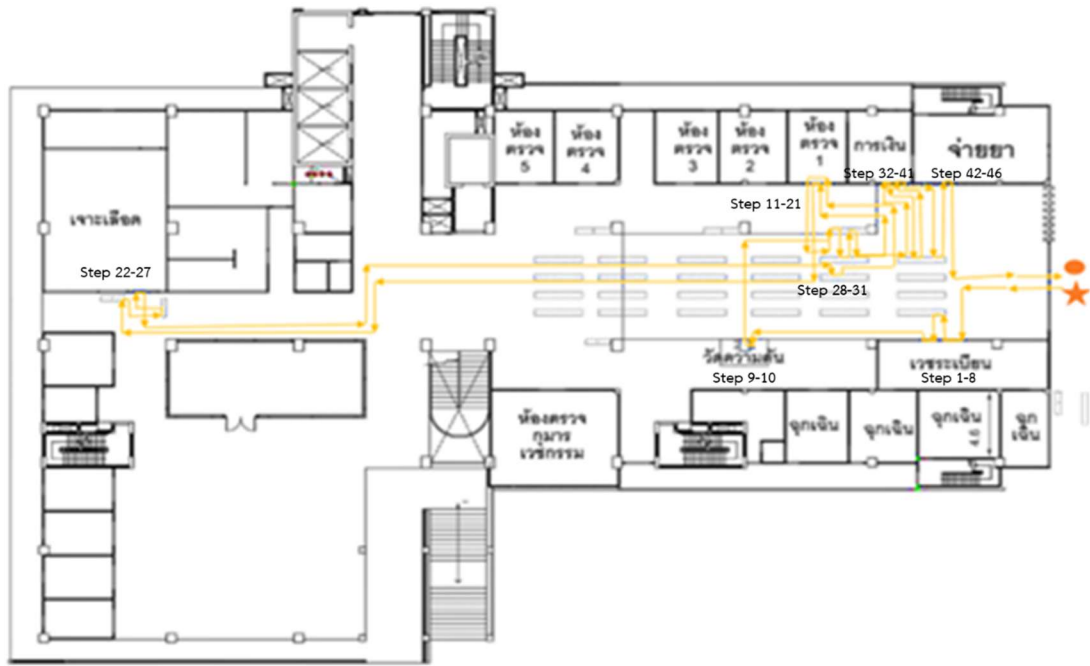
การเก็บข้อมูลเริ่มจากการขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาล และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพื่อขอทำการเก็บข้อมูลในแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมของช่วงเวลา 08.00-16.00 น. วันจันทร์-วันศุกร์ ในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2563 โดยใช้แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการให้บริการดังนี้

2.2.1 การไหลของการให้บริการ

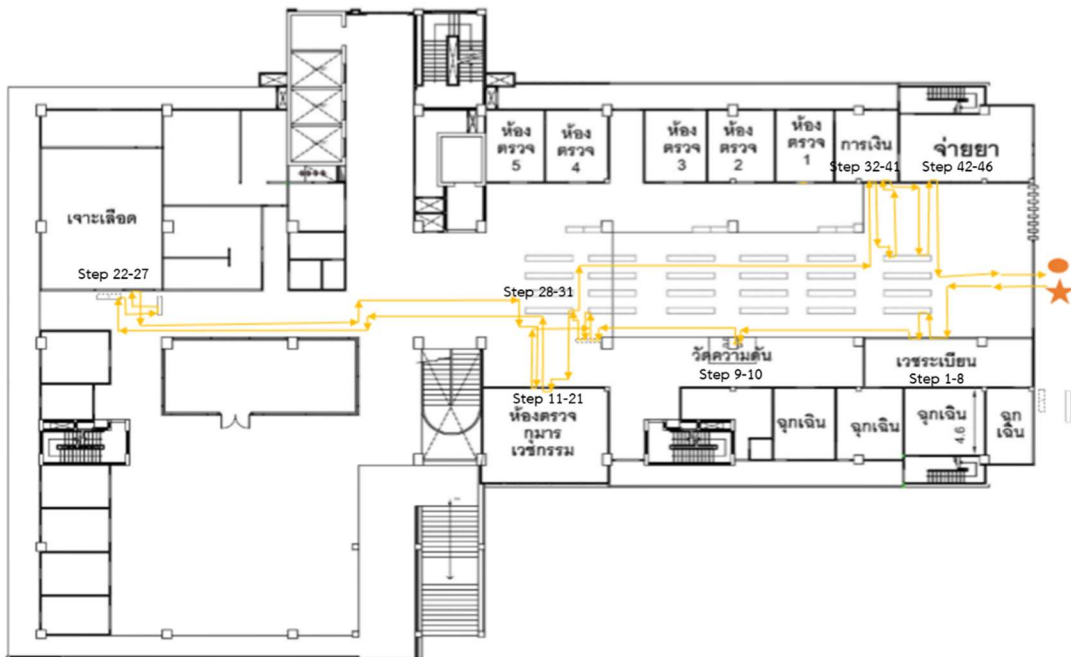
หลังจากทำการศึกษาขั้นตอนการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ในการวิเคราะห์เพื่อடுத்தทาง การไหล ระยะเวลา และเวลาของผู้เข้ารับบริการ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลของผู้มารับบริการ 60 คน แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลา ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) บันทึกลงแผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) และแผนภาพของการไหล (Flow Diagram) ดังตารางที่ 1 พบว่าการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมมีขั้นตอนการให้บริการเท่ากันคือ 46 ขั้นตอน/คน แบ่งเป็นการปฏิบัติงาน 16 ขั้นตอน การเคลื่อนที่ 22 ขั้นตอน และการรอคอย 8 ขั้นตอน โดยการให้บริการแผนกตรวจโรคทั่วไปใช้ระยะทางในการเคลื่อนที่ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 241.58 เมตร/คน และเวลาในการให้บริการทั้งหมดโดยเฉลี่ย 147.02 นาที/คน ซึ่งมากกว่าการให้บริการแผนกกุมารเวชกรรมที่ใช้ระยะทางในการเคลื่อนที่ทั้งหมดโดยเฉลี่ย 231.41 เมตร/คน และเวลาในการให้บริการทั้งหมดโดยเฉลี่ย 126.36 นาที/คน จากนั้นผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของการไหลในกระบวนการไปเขียนแผนภาพการไหล ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5

ตารางที่ 1 แผนภูมิการไหลของการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

แผนกตรวจโรคทั่วไป					แผนกกุมารเวชกรรม				
ขั้นตอน	ระยะทาง (เมตร)	$\bar{X}$ (นาที)	S.D. (นาที)	สัญลักษณ์	ขั้นตอน	ระยะทาง (เมตร)	$\bar{X}$ (นาที)	S.D. (นาที)	สัญลักษณ์
ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล					ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาล				
1.เดินไปเวชระเบียน	8.98	3.26	0.10	⇒	1.เดินไปเวชระเบียน	8.98	3.26	0.10	⇒
2.กดบัตรคิว		0.03	0.01	○	2.กดบัตรคิว		0.03	0.01	○
3.เดินไปนั่งรอเรียกคิว	3.60	0.05	0.01	⇒	3.เดินไปนั่งรอเรียกคิว	3.60	0.05	0.01	⇒
4.นั่งรอเรียกคิว		9.67	0.23	D	4.นั่งรอเรียกคิว		9.67	0.21	D
5.เดินไปเวชระเบียน	3.60	0.05	0.02	⇒	5.เดินไปเวชระเบียน	3.60	0.05	0.02	⇒
6.ยื่นบัตรคิว		0.02	0.01	○	6.ยื่นบัตรคิว		0.02	0.01	○
7.พบพยาบาลคัดกรอง		2.08	0.12	○	7.พบพยาบาลคัดกรอง		2.08	0.12	○
8.รับบัตรนำทาง		0.02	0.02	○	8.รับบัตรนำทาง		0.02	0.02	○
9.เดินไปจุดวัดความดัน	20.91	0.18	0.03	⇒	9.เดินไปจุดวัดความดัน	20.91	0.18	0.03	⇒
10.วัดความดัน		1.00	0.15	○	10.วัดความดัน		1.00	0.14	○
11.เดินไปจุดซักประวัติหน้าห้องตรวจ 1-5	14.89	0.13	0.03	⇒	11.เดินไปแผนกกุมารเวชกรรม	17.42	0.16	0.03	⇒
12.ยื่นใบนำทาง		0.02	0.01	○	12.ยื่นใบนำทาง		0.02	0.01	○
13.เดินไปนั่งรอซักประวัติ	3.60	0.05	0.01	⇒	13.เดินไปนั่งรอซักประวัติ	3.60	0.05	0.02	⇒
14.นั่งรอซักประวัติ		9.76	0.31	D	14.นั่งรอซักประวัติ		8.33	0.44	D
15.เดินไปจุดซักประวัติ (ห้องตรวจ 1-5)	3.60	0.05	0.01	⇒	15.เดินไปจุดซักประวัติ	3.60	0.05	0.01	⇒
16.ซักประวัติ		7.55	0.26	○	16.ซักประวัติ		6.52	0.38	○
17.เดินไปนั่งรอเข้าตรวจ	3.60	0.05	0.02	⇒	17.เดินไปนั่งรอเข้าตรวจ	3.60	0.05	0.01	⇒
18.นั่งรอเข้าตรวจ		32.01	0.59	D	18.นั่งรอเข้าตรวจ		9.28	0.35	D
19.เดินเข้าห้องตรวจ 1-5	9.93	0.09	0.00	⇒	19.เดินเข้าห้องตรวจ	9.23	0.09	0.00	⇒
20.รับการตรวจ		7.57	0.23	○	20.รับการตรวจ		11.55	0.30	○
21.รับใบตรวจเลือดกับหมอ		0.02	0.01	○	21.รับใบตรวจเลือดกับหมอ		0.02	0.01	○
22.เดินไปห้องเจาะเลือด	45.51	0.53	0.03	⇒	22.เดินไปห้องเจาะเลือด	37.04	0.38	0.06	⇒
23.รับบัตรคิว		0.02	0.00	○	23.รับบัตรคิว		0.02	0.00	○
24.เดินไปนั่งรอเจาะเลือด	2.00	0.04	0.01	⇒	24.เดินไปนั่งรอเจาะเลือด	2.00	0.04	0.01	⇒
25.นั่งรอเจาะเลือด		8.57	0.44	D	25.นั่งรอเจาะเลือด		8.57	0.43	D
26.เดินไปเจาะเลือด	2.00	0.04	0.01	⇒	26.เดินไปเจาะเลือด	2.00	0.04	0.01	⇒
27.เจาะเลือด		6.36	0.20	○	27.เจาะเลือด		6.36	0.31	○
28.เดินไปนั่งรอผลเลือดหน้าห้องตรวจ	38.51	0.41	0.04	⇒	28.เดินไปนั่งรอผลเลือดหน้าห้องตรวจ	30.04	0.30	0.05	⇒
29.นั่งรอผลเลือด		27.85	0.13	D	29.นั่งรอผลเลือด		27.85	0.14	D
30.เดินเข้าห้องตรวจฟังผลเลือด	7.00	0.07	0.01	⇒	30.เดินเข้าห้องตรวจฟังผลเลือด	7.00	0.07	0.01	⇒
31.ฟังผลเลือด		7.87	0.28	○	31.ฟังผลเลือด		9.55	0.29	○
32.เดินไปนั่งรอรับใบสั่งยา	7.00	0.07	0.01	⇒	32.เดินไปนั่งรอรับใบสั่งยา	7.00	0.07	0.01	⇒
33.นั่งรอรับใบสั่งยา		4.58	0.15	D	33.นั่งรอรับใบสั่งยา		5.65	0.25	D
34.เดินไปจุดซักประวัติ	6.10	0.06	0.01	⇒	34.เดินไปจุดซักประวัติ	5.83	0.06	0.01	⇒
35.รับใบสั่งยา		2.03	0.13	○	35.รับใบสั่งยา		0.02	0.01	○
36.เดินไปจุดจ่ายเงิน	24.62	0.29	0.02	⇒	36.เดินไปจุดจ่ายเงิน	29.83	0.34	0.04	⇒
37.ยื่นใบสั่งยา		0.02	0.01	○	37.ยื่นใบสั่งยา		0.02	0.01	○
38.เดินไปนั่งรอจ่ายเงิน	7.00	0.07	0.00	⇒	38.เดินไปนั่งรอจ่ายเงิน	7.00	0.07	0.00	⇒
39.นั่งรอจ่ายเงิน		1.93	0.10	D	39.นั่งรอจ่ายเงิน		1.93	0.08	D
40.เดินไปจุดจ่ายเงิน	7.00	0.07	0.01	⇒	40.เดินไปจุดจ่ายเงิน	7.00	0.07	0.01	⇒
41.จ่ายเงิน		1.00	0.08	○	41.จ่ายเงิน		1.00	0.10	○
42.เดินไปนั่งรอรับยา	11.30	0.13	0.02	⇒	42.เดินไปนั่งรอรับยา	11.30	0.13	0.03	⇒
43.นั่งรอรับยา		10.26	0.26	D	43.นั่งรอรับยา		10.26	0.33	D
44.เดินไปห้องจ่ายยา	10.83	0.10	0.04	⇒	44.เดินไปห้องจ่ายยา	10.83	0.10	0.03	⇒
45.รับยา		1.00	0.12	○	45.รับยา		1.00	0.11	○
46.กลับบ้าน				⇒	46.กลับบ้าน				⇒
รวม	241.58	147.02			รวม	231.41	126.36		



1) แผนกตรวจโรคทั่วไป



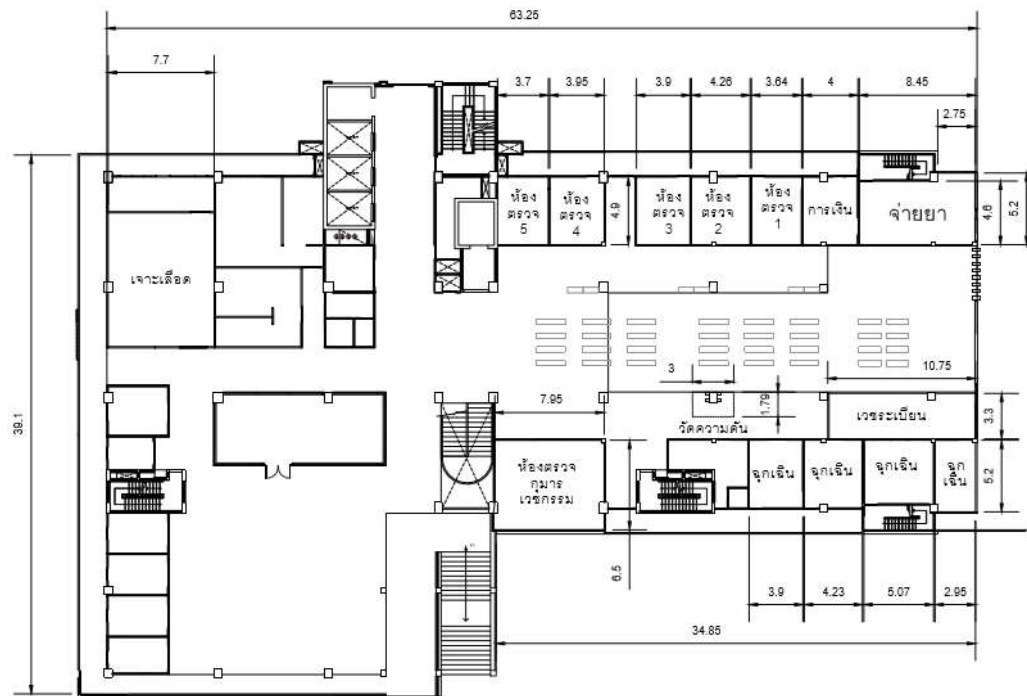
2) แผนกภูมิสารสนเทศ

รูปที่ 5 แผนภาพการไหลของการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

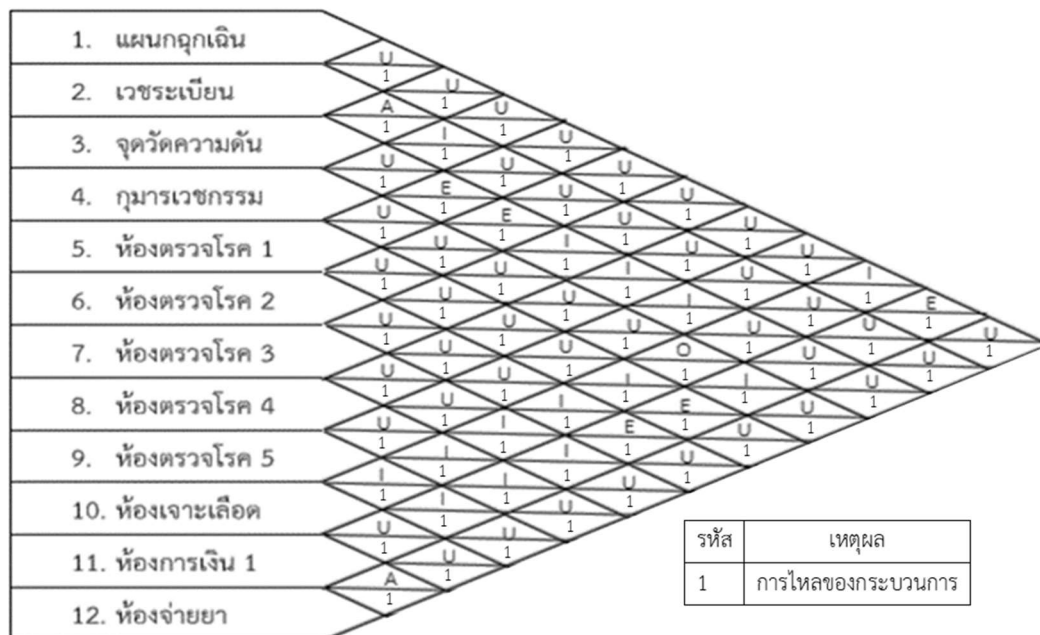
2.2.2 ผังและขนาดของพื้นที่จุดให้บริการ

การเก็บข้อมูลของผังโรงพยาบาลในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้ทำการวัดขนาดพื้นที่จริงของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม จากนั้นทำการเขียนแบบและหาขนาดพื้นที่ (ตาราง

เมตร) เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และหาสาเหตุของ
ปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนใช้ในการเสนอแนวทางการ
ปรับปรุงผังใหม่ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6 และตารางที่ 2



รูปที่ 6 ผังของจุดให้บริการบริเวณแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม



รูปที่ 7 แผนภูมิความสัมพันธ์ของจุดให้บริการ

ตารางที่ 2 แสดงขนาดพื้นที่ทั้ง 12 จุดให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมเมื่อวัดขนาดพื้นที่โดยไม่คิดรวมในส่วนของบริษัทที่นั่งของผู้เข้ารับบริการใช้พื้นที่ทั้งหมด 401.10 ตารางเมตร

ตารางที่ 2 ขนาดพื้นที่ของจุดให้บริการในแต่ละแผนกของผังโรงพยาบาลปัจจุบัน

จุดบริการ	พื้นที่ (ตารางเมตร)
1.แผนกฉุกเฉิน	78.50
2.เวชระเบียน	35.48
3.จุดวัดความดัน	5.37
4.กุมารเวชกรรม	51.68
5.ห้องตรวจโรค 1	17.84
6.ห้องตรวจโรค 2	20.87
7.ห้องตรวจโรค 3	19.11
8.ห้องตรวจโรค 4	19.36
9.ห้องตรวจโรค 5	18.13
10.ห้องเจาะเลือด	74.69
11.ห้องการเงิน 1	19.60
12.ห้องจ่ายยา	40.47
รวม	401.10

2.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของจุดบริการ

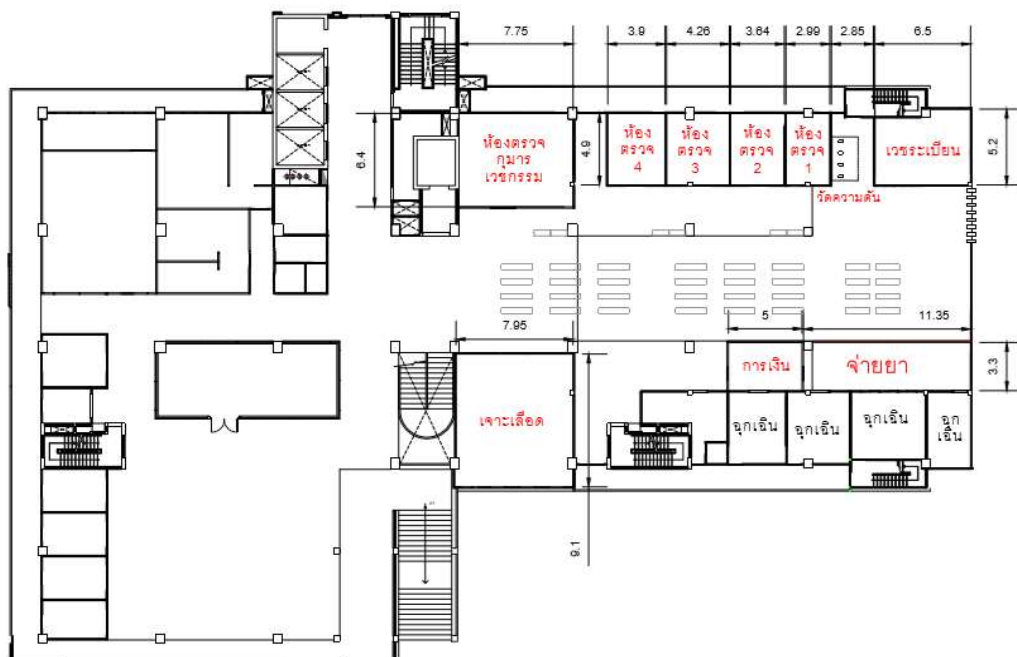
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจุดให้บริการเป็นการหาความสัมพันธ์แต่ละจุดให้บริการว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลความถี่ในการไหลระหว่างจุดบริการ 12 จุดมาทำการวิเคราะห์โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความถี่ทั้งหมด เพื่อใช้กำหนดค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างจุด

บริการ โดยกำหนดให้ A คือความสัมพันธ์มากที่สุด (40%), E คือความสัมพันธ์มากพอควร (25%), I คือความสัมพันธ์มาก (20%), O คือความสัมพันธ์ธรรมดา (10%), U คือไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (5%) และ X คือไม่มีความสัมพันธ์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7

2.4 ปรับปรุงผังใหม่

การออกแบบผังของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิความสัมพันธ์จากรูปที่ 6 มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงผังใหม่ โดยนำคู่ของจุดให้บริการที่มีความสัมพันธ์มากที่สุด คือ A มาจัดวางลงผังก่อน จากนั้นจัดเรียงคู่ของจุดให้บริการตามความสัมพันธ์ E I O U ไปจนถึง X ได้ผังใหม่ดังรูปที่ 8

จากรูปที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับผังปัจจุบัน ดังรูปที่ 6 ผู้วิจัยได้ทำการย้ายสลับตำแหน่งระหว่างจุดเวชระเบียนกับจุดจ่ายยา และจุดวัดความดันกับจุดจ่ายเงิน จากนั้นย้ายห้องเจาะเลือดมาอยู่ตำแหน่งเดิมของแผนกกุมารเวชกรรม แล้วย้ายแผนกกุมารเวชกรรมมาแทนที่ห้องตรวจโรค 5 ที่ทำการปิดห้องตรวจเนื่องจากไม่ได้เปิดให้บริการ



รูปที่ 8 ผังหลังปรับปรุงจุดให้บริการบริเวณแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

2.5 สร้างแบบจำลองสถานการณ์

หลังจากทำการปรับปรุงผังของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของการให้บริการมาทำการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล สร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena และคำนวณหาจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ จากนั้นทำการจำลองสถานการณ์ของการให้บริการเพื่อเปรียบเทียบกับผังปัจจุบันได้ดังนี้

2.5.1 การวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล

การวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลของขั้นตอนการให้บริการเวลาการให้บริการ ระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้มารับบริการ จำนวนจุดให้บริการ 12 จุด จำนวนเจ้าหน้าที่ 5 คน พยาบาล 5 คน และหมอ 2 คน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของผู้เข้ารับบริการมาทำการวิเคราะห์โดยใช้ Input Analyzer ในโปรแกรม Arena ซึ่งมีวิธีทดสอบสมมติฐานการแจกแจงของความน่าจะเป็น ด้วยวิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

โดยในการสรุปผลจะพิจารณาจากค่าพี (p-value) ที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งถ้าค่าพีที่ได้จากการทดสอบมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้จะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ได้แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าค่าพีที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ [7] ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 รูปแบบการแจกแจงของระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้มารับบริการและเวลาการให้บริการแสดงดังตารางที่ 3

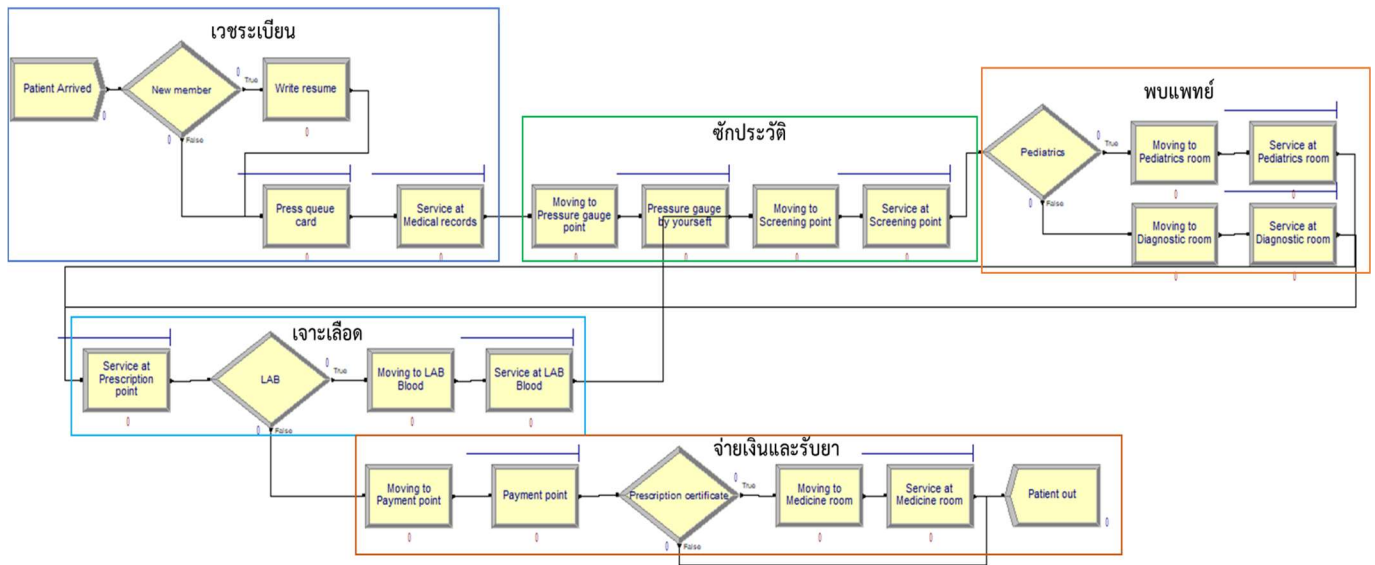
2.5.2 แบบจำลองสถานการณ์

หลังจากทำการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลแล้ว จะได้เวลาการให้บริการและระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้มารับบริการสำหรับการใช้ในแบบจำลอง โดยในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลของขั้นตอนการให้บริการ จำนวนเจ้าหน้าที่/หมอและจำนวนจุดให้บริการ มา

ทำการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9

ตารางที่ 3 รูปแบบการแจกแจงของระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้ป่วยและเวลาการให้บริการ

ขั้นตอนการเข้ารับบริการ	การแจกแจง	P-Value
ระยะห่างการมาถึงของผู้เข้ารับบริการ	0.5+LOGN(4.17,5.13)	0.750
เวลาที่ใช้กรอกประวัติ	Average(3.33)	
เวลาที่ใช้กดบัตรคิว	Constants (2)	
เวลาที่ใช้บริการเวชระเบียน	0.5+EXPO(1.02)	0.237
เวลาที่ใช้เดินไปวัดความดัน	0.5+4*BETA(1.54,1.31)	0.388
เวลาที่ใช้วัดความดัน	Constants (1)	
เวลาที่ใช้เดินไปจุดคัดกรอง	2.5+36*BETA(1.18,1.29)	0.501
เวลาที่ใช้บริการจุดคัดกรอง	0.5+LOGN(1.9, 1.58)	0.220
เวลาที่ใช้เดินไปห้องตรวจโรคทั่วไป	8.5+62*BETA(1.22,1.38)	0.245
เวลาที่ใช้บริการห้องตรวจโรคทั่วไป	TRIA(3.5,5.71,13.5)	0.317
เวลาที่ใช้เดินไปแผนกกุมารเวชกรรม	Average(4.13)	
เวลาที่ใช้บริการแผนกกุมารเวชกรรม	Average(12)	
เวลาที่ใช้เดินไปห้องเจาะเลือด	Average(4.31)	
เวลาที่ใช้บริการห้องเจาะเลือด	Average(6.56)	
เวลาที่ใช้รับใบนัด/ส่งยา	0.5+6*BETA(1.15, 3.36)	0.207
เวลาที่ใช้เดินไปจุดการเงิน	0.5+6*BETA(1.65,1.79)	0.482
เวลาที่ใช้บริการจุดการเงิน	Constants(1)	
เวลาที่ใช้เดินไปจุดจ่ายยา	0.5+5*BETA(1.6, 2.58)	0.218
เวลาที่ใช้บริการจุดจ่ายยา	Constants(1)	



รูปที่ 9 แบบจำลองสถานการณ์ของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

2.5.3 การหาจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ [7] ดังนั้นในการหาจำนวนรอบสำหรับการประมวลผล (number of replications) สามารถหาได้ดังนี้

$$R \cong R_0 \frac{(h_0)^2}{(h)^2} \quad (1)$$

โดยที่

R คือ จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจำลองสถานการณ์

R_0 คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ครั้งแรก

h คือ ค่าความผิดพลาด (half width) ที่ยอมรับได้

h_0 คือ ค่าความผิดพลาดที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

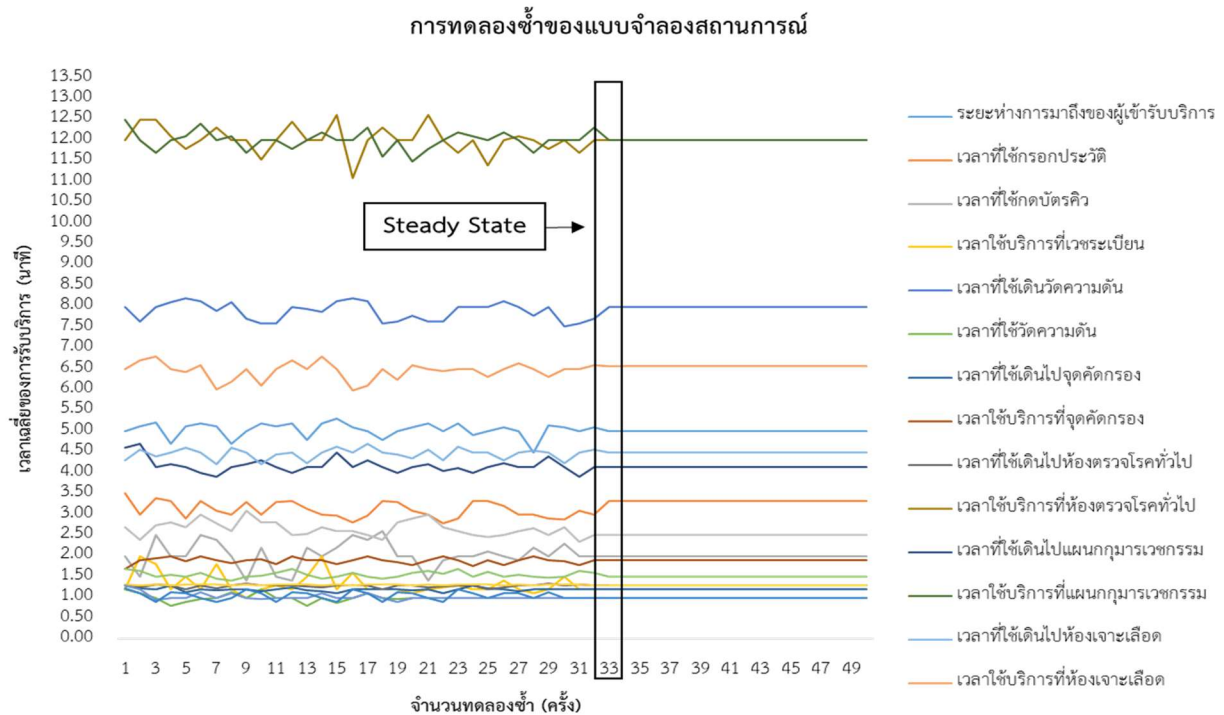
R_0 รอบ

งานวิจัยนี้ได้กำหนดให้มีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของเวลาการให้บริการโดยเฉลี่ยมีค่าไม่เกิน ± 5 นาที/คน ซึ่งจากการคำนวณจะได้จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสม คือ $R \cong 15 \frac{(9)^2}{(5)^2} = 48.60$ รอบ หรือประมาณ 49 รอบ ดังนั้นในการจำลองสถานการณ์ของการเข้ารับบริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมของผังก่อนและ

หลังการปรับปรุง ผู้วิจัยจะทำการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาเวลาการเข้ารับบริการตามเวลาการให้บริการช่วงเวลา 08.00 – 16.00 น. หรือคิดเป็น 8 ชั่วโมง และเพื่อให้ผลการจำลองสถานการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ผู้วิจัยได้ทำการจำลองซ้ำ 50 รอบ มีหน่วยวัดผลเป็นนาที

2.5.4 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง

การนำแบบจำลองไปทำการจำลองสถานการณ์ตามกระบวนการให้บริการทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงนั้น ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ด้วยการทำการจำลองระบบการให้บริการจนกว่าระบบจะเข้าสู่สภาวะ Steady State แล้วใช้หลักการทางสถิติเปรียบเทียบค่าเวลาของการให้บริการเฉลี่ยจริงของผู้มารับบริการกับค่าเวลาการให้บริการเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง ว่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งผลจากการทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ พบว่าระบบการให้บริการเริ่มเข้าสู่สภาวะ Steady State เมื่อมีการทดลองซ้ำในครั้งที่ 33 แสดงดังรูปที่ 10 และผลจากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่าค่าเวลาการให้บริการเฉลี่ยจริงของผู้มารับบริการกับค่าเวลาการให้บริการเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการจำลองระบบการให้บริการได้



รูปที่ 10 ผลของการทดลองจำลองสถานการณ์

3. ผลการวิจัย

เมื่อทำการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และเสนอแนวทางในการปรับปรุงผังของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม เพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการให้บริการ แล้วทำการเปรียบเทียบผลของการเข้ารับบริการ ขนาดพื้นที่ และผลการจำลองสถานการณ์ของผังก่อนและหลังการปรับปรุง แสดงได้ดังนี้

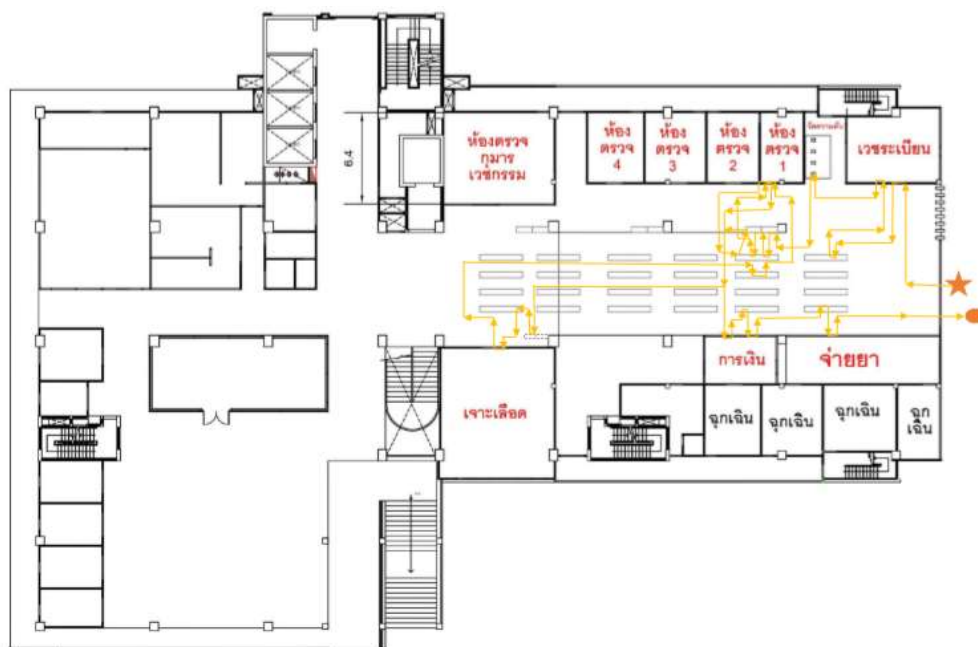
3.1 การเข้ารับบริการ

การเปรียบเทียบผลของการเข้ารับบริการ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการเข้ารับบริการในแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมของผังหลังการปรับปรุง ดังรูปที่ 11 เพื่อเปรียบเทียบขั้นตอน ระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเข้ารับบริการกับผังก่อนปรับปรุง แสดงผลดังตารางที่ 4

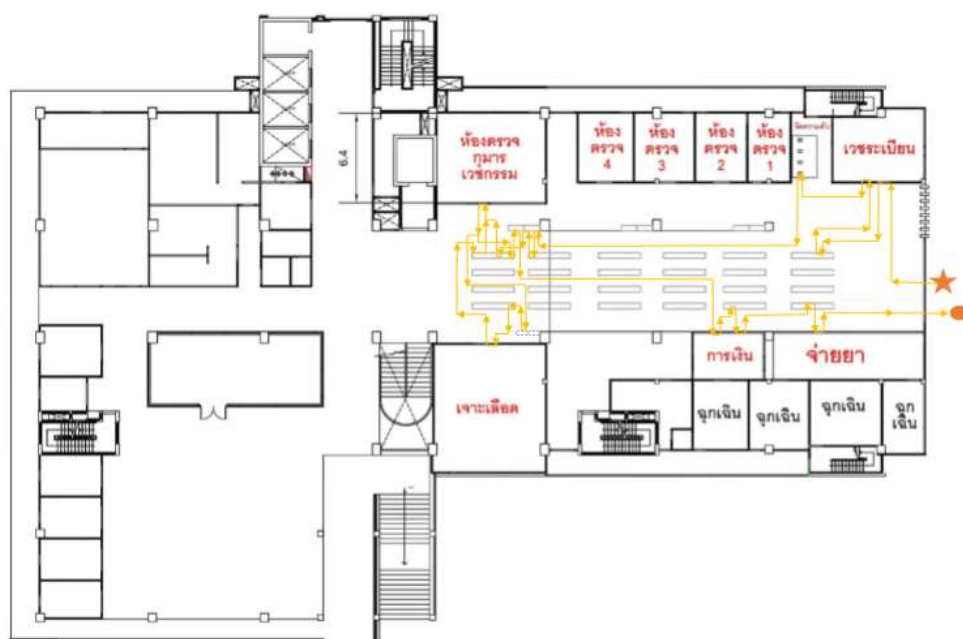
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบขั้นตอน ระยะทาง และเวลาในการเข้ารับบริการ

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	แผนก กุมารเวช กรรม	แผนกตรวจ โรคทั่วไป	แผนก กุมารเวช กรรม	แผนกตรวจ โรคทั่วไป
ขั้นตอน	46	46	46	46
ระยะทาง (เมตร)	231.41	242.78	194.08	200.97
เวลา (นาฬิกา)	126.36	147.11	125.95	146.54

จากการวิเคราะห์การไหลเพื่อเปรียบเทียบขั้นตอน ระยะทาง และเวลาในการเข้ารับบริการของผังก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ผังหลังปรับปรุงสามารถลดระยะทางโดยรวมของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมลงได้จาก 474.19 เมตร เหลือ 395.05 เมตร และลดเวลาในการเข้ารับบริการโดยรวมลงจาก 273.47 นาที/คน เหลือ 272.49 นาที/คน โดยมีจำนวนขั้นตอนในการเข้ารับบริการเท่ากัน 92 ขั้นตอน



1) แผนกตรวจโรคทั่วไป



2) แผนกกุมารเวชกรรม

รูปที่ 11 แผนภาพการไหลหลังการปรับปรุงของการให้บริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม

3.2 ขนาดของพื้นที่

จากการเปรียบเทียบขั้นตอน ระยะทาง และเวลาของการเข้ารับบริการของผังก่อนและหลังการปรับปรุง ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบพื้นที่ด้วยการวัดขนาดพื้นที่ของจุดบริการทั้ง 12 จุด ของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม พบว่า

ผังก่อนการปรับปรุงสามารถลดการใช้พื้นที่โดยรวมลงได้จาก 401.10 ตารางเมตร เหลือ 355.92 ตารางเมตร แสดงผลได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบขนาดของพื้นที่

จุดบริการ	พื้นที่ (ตารางเมตร)		
	ผังก่อนปรับปรุง	ผังกหลังปรับปรุง	ผลต่าง
1.แผนกฉุกเฉิน	78.50	78.50	0.00
2.เวชระเบียน	35.48	23.67	-11.81
3.จุดวัดความดัน	5.37	5.37	0.00
4.กุมารเวชกรรม	51.68	49.60	-2.08
5.ห้องตรวจโรค 1	17.84	14.65	-3.19
6.ห้องตรวจโรค 2	20.87	17.84	-3.03
7.ห้องตรวจโรค 3	19.11	20.87	1.76
8.ห้องตรวจโรค 4	19.36	19.11	-0.25
9.ห้องตรวจโรค 5	18.13	-	-18.13
10.ห้องเจาะเลือด	74.69	72.35	-2.34
11.ห้องการเงิน 1	19.60	16.50	-3.10
12.ห้องจ่ายยา	40.47	37.46	-3.01
รวม	401.10	355.92	-45.18

หมายเหตุ: + คือเพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุง, - คือลดลงจากก่อนปรับปรุง

3.2 ผลการจำลองสถานการณ์

เมื่อทำการออกแบบปรับปรุงผังของบริเวณชั้น 2 แผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ผู้วิจัยนำผังที่ได้ไปทำการจำลองสถานการณ์ของการไหลของผู้เข้ารับบริการด้วยโปรแกรม Arena จำนวน 7 วัน ของช่วงเวลา 08.00-16.00 น. โดยทำการจำลองซ้ำ 50 รอบ และมีหน่วยวัดผลเป็นนาที แสดงผลการจำลองได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena

หัวข้อ	ผังก่อนปรับปรุง	ผังกหลังปรับปรุง	ผลต่าง (%)
เวลาในการเคลื่อนย้ายเฉลี่ย(นาที/คน)	1.46	1.20	-17.81
เวลาเฉลี่ยในการใช้บริการ(นาที/คน)	18.75	17.71	-5.55
เวลารวมเฉลี่ยในระบบ(นาที/คน)	96.14	93.31	-2.94
จำนวนผู้มาใช้บริการ(คน)	105.00	106.00	0.95
จำนวนผู้รับบริการ(คน)	66.00	68.00	3.03
ร้อยละการได้รับการบริการ(%)	62.85	64.15	2.07

หมายเหตุ: + คือเพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุง, - คือลดลงจากก่อนปรับปรุง

จากตารางที่ 6 แสดงผลการจำลองสถานการณ์ของการเข้ารับบริการของผังก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ผังกหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาในการเคลื่อนย้ายเฉลี่ยจาก 1.46 นาที/คน เหลือ 1.20 นาที/คน ลดเวลาเฉลี่ยในการใช้บริการจาก 18.75 นาที/คน เหลือ 17.71 นาที/คน ลดเวลารวมเฉลี่ย

ในระบบจาก 96.14 นาที/คน เหลือ 93.31 นาที/คน และสามารถเพิ่มร้อยละของการได้รับการบริการเสร็จสิ้นในระบบได้ร้อยละ 2.07

4. สรุปผลการวิจัย

จากการปรับปรุงผังของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรม ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดมหาสารคาม ที่ในปัจจุบันมีปัญหาของเส้นทางหรือทิศทางของการไหลในการเข้ารับบริการที่วกไปวนมาทำให้ผู้เข้ารับบริการสับสนและมีระยะทางในการเคลื่อนที่เข้ารับบริการมาก ส่งผลทำให้ใช้เวลาในการเข้ารับบริการมากขึ้นไปด้วย ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงผังด้วยการประยุกต์ใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning: SLP) ร่วมกับการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ด้วยโปรแกรม Arena และทำการเปรียบเทียบผลของผังก่อนและหลังปรับปรุงพบว่าสามารถลดระยะทางของการเข้ารับบริการโดยรวมในการเข้ารับบริการของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมลงได้ 79.14 เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 16.69 ลดเวลาในการเข้ารับบริการโดยรวมลงได้ 0.98 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.36 และลดการใช้พื้นที่โดยรวมลงได้ 45.18 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.26 เมื่อทำการจำลองสถานการณ์ พบว่า ผังกหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาในการเคลื่อนย้ายเฉลี่ย 0.26 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 17.81 ลดเวลาเฉลี่ยในการใช้บริการ 1.04 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 5.55 ลดเวลารวมเฉลี่ยในระบบ 2.83 นาที/คน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.94 และสามารถเพิ่มร้อยละของการได้รับการบริการเสร็จสิ้นได้ร้อยละ 2.07

จากผลของการปรับปรุงผังของแผนกตรวจโรคทั่วไปและแผนกกุมารเวชกรรมด้วยการปรับปรุงผังและจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการไหลของผู้มารับบริการ ระยะทาง พื้นที่ และเวลาการรับบริการ ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมทุกเงื่อนไข เช่น เวลารอคอย ความแออัดของพื้นที่ และการนำผังบริเวณชั้น 3 ของคลินิกหูด คอ จมูกและคลินิกทันตกรรมมาพิจารณาปรับผังร่วมกัน ดังนั้นในการท้าวิจัยในอนาคตถ้าพิจารณาเงื่อนไขดังกล่าวจะทำให้งานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้บริหารของโรงพยาบาล แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลในจังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยการผลิตและวัสดุ สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคามที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. รายงานประจำปี พ.ศ. 2563. เข้าถึงได้จาก: <https://med.msu.ac.th/web/wp-content/uploads/2021/07/R2563.pdf> [เข้าถึงเมื่อ 16 ธันวาคม 2564].
- [2] แววดาว สมานพันธ์ และนันทชัย กานตานันทะ. การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อจัดสมดุลกำลังการผลิตโดยเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. *วิศวกรรมสาร มช.* 2556; 40(2): 173-183.
- [3] กฤต จันทรสมัย และอรอุมา ลาสุนนท์. การออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตประตูไม้บานเลื่อน. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* 2560; 3(25): 146-155.
- [4] Suhardini D, Septiani W, Fauziah S. Design and simulation plant layout using systematic layout planning. *10th International Seminar on Industrial Engineering and Management*; 7- 9 November 2017; Tanjung Pandan - Belitung, Indonesia. p. 1-8.
- [5] Benitez GB, Fogliatto FS, Cardoso RB, Torres FS, Faccin CS, Dora JM. Systematic layout planning of a radiology reporting area to optimize radiologists' performance. *Journal of Digital Imaging.* 2018; 31: 193-200.
- [6] พิษณุภรณ์ เอกศิริ และรัฐยา พรหมหิตาทร. การออกแบบและวางผังคลังสินค้าด้วยระบบ Systematic Layout Planning. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 4 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1*; 26-28 มิถุนายน 2562; โรงแรมรอยัลริเวอร์, กรุงเทพมหานคร. p. 1-11.
- [7] พูนชนะ ศรีสระคู และกฤต จันทรสมัย. การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกอายุรกรรม อาคารผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลมหาสารคาม. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต.* 2562; 9(3): 184-200.
- [8] ธนพันธ์ คงทอง, เพ็ญสุตา พันธุ์ธิดา และเชษฐา ชานาญหล่อ. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตขาลาเปา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.* 2563; 15(2): 71-80.
- [9] ณัฐพงศ์ ชูโชติถาวร และโสภิตา มัชฌมาน. การออกแบบแผนผังคลังสินค้าสำหรับการจัดเก็บฟิล์มม้วนด้วยเทคนิคการวางแผนผังอย่างเป็นระบบและเทคนิคการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัท ABC จำกัด. *วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน.* 2563; 6(1): 87-103.
- [10] Bagaskara B, Gozali L, Widodo L. Redesign layout planning of raw material area and production area using systematic layout planning (SLP) method (case study of CV Oto Boga Jaya). *The 2nd Tarumanagara International Conference on the Applications of Technology and Engineering (TICATE) 2019*; 21-22 November 2019; Jakarta, Indonesia. p. 1-8.
- [11] Micheli GJL, Rampoldi A, Baccanti F. A Revised systematic layout planning to fit disabled workers contexts. *Sustainability.* 2021; 13: 1-25.
- [12] Ransikarbum K, Kim N, Ha S, Richard A, Rothrock L. A highway-driving system design viewpoint using an agent-based modeling of an affordance-based finite state automata. *IEEE Access.* 2018; 6: 2193-2205.
- [13] กลิน รังสิกรรพุม. การวิเคราะห์การไหลของจราจรที่สี่แยกไฟจราจรด้วยเทคนิค แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์. *วารสารไทยการวิจัยดาเนินงาน.* 2563; 8(2): 1-14.
- [14] ปรีตรา มั่นเหมาะ และธัญญา วสุศรี. การจำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลารอคอยของผู้ป่วย แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลชุมชน จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน.* 2562; 15(2): 51-62.