

SIMULATION MODEL OF THE QUEUING SYSTEM USING ARENA SIMULATION SOFTWARE: A CASE STUDY OF MEDICAL RECORDS DEPARTMENT AND OUTPATIENT DEPARTMENT OF THE HOSPITAL

Jinwara PROMJABOK¹, Natdhanai SUPATTANANON^{2*}, Raknoi ARKARARUNGRUANGKUL¹ and Naratip SUPATTANANON³

1 Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand

2 Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus, Thailand; Natdhanai.su@rmuti.ac.th (Corresponding Author)

3 Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus, Thailand

ARTICLE HISTORY

Received: 12 January 2024

Revised: 26 January 2024

Published: 9 February 2024

ABSTRACT

This research aims to simulate the patient flow of a queuing system. The case study hospital utilizes patient information from their visits to the Registration Department and Hematology Clinic. The process begins by studying the pattern and flow of the queuing system. The accuracy of the simulation results is verified through data distribution analysis and simulation. According to the study, the waiting system format for service recipients is M/M/S: FCFS/ ∞/∞ . Patients receive services in the system, including patient arrival, registration, frontline screening, the medical records department for new and old patients, pressure measurement and weighing, the internal medicine department, seeing a doctor, and seeing a nurse. From the analysis, it was found that the distribution of time data in the queuing system using the Minitab program, showed that different steps in the queuing system had different distribution characteristics. A simulation of the queuing system was created using a real case study data from the Arena Program. The accuracy of the simulation was confirmed through statistical testing using the One- Sample T method and a 95% confidence interval. The results show that the simulation model created is not different from the actual situation of the case study at a significance level of 0.05. This model can be used as a basis for future queuing system designs to reduce the risk of unwanted results from improving the current system.

Keywords: Simulation Model, Patients, Registration Department and Outpatient Department

CITATION INFORMATION: Promjabok, J., Supattananon, N., Arkararungruangkul, R., & Supattananon, N. (2024). Simulation Model of the Queuing System Using Arena Simulation Software: A Case Study of Medical Records Department and Outpatient Department of the Hospital. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(2), 3

การจำลองสถานการณ์ของระบบแถวคอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena: กรณีศึกษาแผนกเวชระเบียนและแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาล

จิณห์วีรา พร้อมจะบก¹, ณัฐจัตนัย สุพัฒน์ธนาณนท์^{2*}, รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล¹ และ นราธิป สุพัฒน์ธนาณนท์³

1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น; Natdhanai.su@rmuti.ac.th (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการไหลของระบบแถวคอย โดยใช้ข้อมูลจากการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมไทรอยด์ของโรงพยาบาลกรณีศึกษา ซึ่งเริ่มจากการศึกษารูปแบบของระบบแถวคอยและการไหลของระบบแถวคอย การวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล การจำลองสถานการณ์ การยืนยันความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ จากการศึกษาพบว่าผู้รับบริการมีรูปแบบของระบบแถวคอยเป็น M/M/S : FCFS/∞/∞ และเข้ารับบริการในระบบตั้งแต่การมาถึงของผู้ป่วย การลงทะเบียน การคัดกรองด้านหน้าแผนกเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยใหม่และเก่า การวัดความดัน การชั่งน้ำหนัก แผนกอายุรกรรม การพบแพทย์ และการพบพยาบาล จากการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลเวลาในระบบแถวคอยโดยใช้โปรแกรม Minitab แสดงว่าขั้นตอนต่างๆ ในระบบแถวคอยมีลักษณะการกระจายที่แตกต่างกัน การจำลองสถานการณ์ของระบบแถวคอยถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลจริงของกรณีศึกษาบนโปรแกรมสำเร็จรูป Arena และทดสอบทางสถิติเพื่อยืนยันความถูกต้องของการจำลองสถานการณ์ดังกล่าวด้วยวิธี One-Sample T ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ผลลัพธ์แสดงว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่แตกต่างจากสถานการณ์จริงของกรณีศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ เมื่อมีการออกแบบระบบแถวคอยใหม่ในอนาคตสามารถดำเนินการบนแบบจำลองนี้ เพื่อลดความเสี่ยงจากผลลัพธ์ที่ไม่พึงประสงค์จากการปรับปรุงระบบทำงานจริง

คำสำคัญ: แบบจำลองสถานการณ์, ผู้ป่วย, แผนกเวชระเบียนและแผนกผู้ป่วยนอก

ข้อมูลการอ้างอิง: จิณห์วีรา พร้อมจะบก, ณัฐจัตนัย สุพัฒน์ธนาณนท์, รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล และ นราธิป สุพัฒน์ธนาณนท์. (2567). การจำลองสถานการณ์ของระบบแถวคอยด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena: กรณีศึกษาแผนกเวชระเบียนและแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาล. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(2), 3

บทนำ

ปัจจุบันโรงพยาบาลทั่วโลก ตระหนักถึงความสำคัญด้านคุณภาพการให้บริการแก่ผู้ป่วยเป็นอย่างมาก เนื่องจากคุณภาพการบริการถือเป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญ ที่ใช้วัดความพึงพอใจของผู้ป่วยที่มีต่อโรงพยาบาล ซึ่งแผนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในทุกๆ โรงพยาบาล คือ แผนกเวชระเบียนและแผนกผู้ป่วยนอก โดยแผนกเวชระเบียนถือเป็นแผนกแรก queuing theory ที่ผู้ป่วยที่เข้ามาใช้บริการทุกคนต้องทำการติดต่อก่อนได้รับการตรวจวินิจฉัยจากแพทย์ มีหน้าที่ในการจัดทำประวัติผู้ป่วยรวมถึงการตรวจสอบสิทธิ์ต่างๆ แก่ผู้ป่วย และจำเป็นต้องให้บริการแก่ผู้ป่วยทุกประเภท จึงทำให้เกิดการรอคอยเป็นเวลานานเพื่อรับบริการ สำหรับแผนกผู้ป่วยนอกมีหน้าที่สอบถามประวัติของผู้ป่วย ตรวจวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุของโรค และให้การรักษารวมถึงการติดตามอาการของผู้ป่วย ซึ่งแผนกผู้ป่วยนอกประกอบไปด้วย แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายสาขา เช่น อายุรกรรม รังสีวิทยา ศัลยศาสตร์ ทั้งนี้แผนกอายุรกรรมถือเป็นแผนกที่มีจำนวนผู้ป่วยมารับบริการมากที่สุดในแผนกผู้ป่วยนอก จากข้อมูลของสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา (ระหว่างปี 2560 ถึง 2564) มีจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลทั่วราชอาณาจักรไทยเพิ่มขึ้นกว่า 76,808,228 ครั้ง ซึ่งคิดเป็น 16.97% (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข, 2566) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแผนกอายุรกรรม คลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลือง เนื่องจากคนไทยจำนวนกว่า 18-24 ล้านคนในปัจจุบันเป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย ซึ่งเป็นโรคโลหิตจางชนิดหนึ่งที่เกิดจากเม็ดเลือดแดงผิดปกติโดยการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ (อภิชัย มงคล, 2559) รวมถึงในแต่ละปียังมีผู้ป่วยมะเร็งต่อมน้ำเหลืองรายใหม่เพิ่มขึ้นกว่า 4,300 คน ด้วยขั้นตอนที่ซับซ้อนของแผนกอายุรกรรมและจำนวนของผู้ป่วยที่มารับบริการที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ผู้รับบริการต้องรอคอยเป็นเวลานาน ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดโรคติดเชื้อขึ้นได้จากความแออัด โดยเฉพาะโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่กำลังแพร่ระบาดในปัจจุบัน (รัช ทอญ้อย และอรรรยา กระสังข์, 2564) จากข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่าการรอคอยเข้ารับบริการของผู้ป่วยควรได้รับการศึกษาและแก้ไขอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงจำลองการไหลของผู้ป่วยในแผนกเวชระเบียนและแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลกรณีศึกษาด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เนื่องจากการจำลองสถานการณ์จะช่วยจัดความแปรปรวน ช่วยในการตัดสินใจ และสามารถทดลองใช้ก่อนการนำไปใช้งานจริงได้ โดยรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่นำมาใช้การวิจัยครั้งนี้ เป็นการจำลองแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ในอุตสาหกรรมการดูแลสุขภาพ

การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีแถวคอย การจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Simulation : DES) แผนภูมิกระบวนการไหล การศึกษาเวลา การตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบทางสถิติ t-test และการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมในการจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ทฤษฎีแถวคอย (Queueing Theory) คือ ทฤษฎีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานด้านการบริการได้นำมาใช้เพื่อจัดระเบียบแถวคอยซึ่งสามารถช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการและลดเวลาที่ลูกค้ารอคอยเพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ (ชัยฤกษ์ สามีศรี และคณะ, 2556) ระบบแถวคอย หมายถึง จุดที่รวมผู้รับบริการและหน่วยให้บริการที่เกี่ยวข้องกันไว้ด้วยกัน เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับการบริการ ซึ่งประกอบด้วย ผู้รับบริการหรือลูกค้า (Arrivals) แถวคอย (Queue) และผู้ให้บริการหรือพนักงาน (Servers) ตัวแบบแถวคอย (Queueing Model) ประกอบด้วย ตัวแบบพื้นฐาน (Basic Model) ตัวแบบพื้นฐานที่มีอย่างจำกัดในการรับผู้เข้ามารับบริการ (Basic Model with Finite Queue) และตัวแบบพื้นฐานที่มีจำนวนผู้มารับบริการจำกัด (Basic Model with Limited Source Queue) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะตัวแบบพื้นฐาน ได้แก่ ตัวแบบแถวคอย M/M/S: FCFS/∞/∞ เนื่องจากโรงพยาบาลกรณีศึกษามีอัตราการเข้ามารับบริการเป็นแบบสุ่ม เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม รูปแบบแถวคอยเป็นแบบหลายช่องทางหนึ่งแถวคอย ขั้นตอนเดียว (Multiple channel, Single phase system) ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย (∞) ไม่จำกัดจำนวนผู้มารับบริการ (∞) และให้บริการตามลำดับก่อนหลัง (First Come First Serve: FCFS) ซึ่งงานวิจัยของ

Sarmad Ar,i K. et al. (2020) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบระบบการจัดการคิวในแผนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลรัฐสองแห่ง โดยในการศึกษาได้ใช้ตัวแบบแถวคอยแบบ Multi-Server Queuing Model หรือ แบบหลายช่องทางขั้นตอนเดียว (M/M/S) และรูปแบบการให้บริการเป็นแบบตามลำดับก่อนหลัง (FCFS) โดยผลจากการทราบตัวแบบแถวคอยจะนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้

2) การศึกษาเวลา (Time Study) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในวงจรของการควบคุมการจัดการการพัฒนาการทำงานกับปริมาณการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลการทำงาน การศึกษาเวลาโดยตรง เป็นการหาค่าเวลาที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยเวลามาตรฐานจะมีการเก็บข้อมูลจากการจับเวลาการทำงานของพนักงานที่ผ่านการคัดเลือกและได้รับการฝึกฝนสำหรับงานนั้นๆ มาเป็นอย่างดี โดยจะทำการเก็บข้อมูลในสถานที่ปกติ สถานการณ์ปกติ และนำหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ข้อมูลที่ได้ศึกษามีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องแม่นยำ (วีระพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์, 2561)

3) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลได้อย่างละเอียด กระชับ ประกอบด้วย สัญลักษณ์ คำบรรยายและสายเส้น เพื่อบอกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้นักวิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ และนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้น (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, 2563) แผนภูมิกระบวนการเป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (Flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นงาน พนักงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ซึ่งงานวิจัยของ Elita, A. et al. (2020) และ วิชญา จันทนา และวัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ (2563) ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยผลจากการใช้แผนภูมิกระบวนการไหลทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่ากระบวนการใดเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดมูลค่า และกระบวนการใดไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ทั้งยังสามารถปรับปรุงกระบวนการและลดความสูญเปล่า เพื่อลดรอบเวลาการทำงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่งานวิจัยของ คณิศร ภูนิคม (2560) ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ การศึกษางาน การจับเวลา การใช้แผนผังก้างปลา การใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) ซึ่งเมื่อปรับปรุงการทำงานสามารถลดเวลาความสูญเปล่าในการทำงานได้

4) หลักการ 5W1H เป็นหลักการคิด วิเคราะห์ แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของปัญหา เพื่อให้เห็นถึงเหตุและผลระหว่างองค์ประกอบต่างๆ (ศศิมา สุขสว่าง, 2560) ซึ่งงานวิจัยของ ศศินภา บุญพิทักษ์ และกรณ์ภพ รัตนวิจิตร (2561) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้แนวความคิดลึ้นเพื่อลดปัญหาการรอคอย กรณีศึกษาแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี โดยนำหลักการ 5W1H ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของงานที่เกิดปัญหาโดยการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม โดยผลจากการใช้หลักการ 5W1H ทำให้ทราบว่า อะไรคือสาเหตุปัญหาที่เกิดขึ้นบ้าง และควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

5) การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องและการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง (นิคม ถนอมเสง, 2557) การแจกแจงแบบ t (t distribution) เป็นการแจกแจงที่คล้ายการแจกแจงแบบปกติ โดยเป็นรูประฆังคว่ำและมีลักษณะสมมาตรเช่นเดียวกับการแจกแจงแบบปกติ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548) การทดสอบ t-test เป็นการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร (ชมพูนุท เมฆเมืองทอง, 2554) โดย t-test แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1) One Sample t-test เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว
- 2) Independent Sample test เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ที่มีความเป็นอิสระต่อกัน
- 3) Paired Samples Test หรือ Paired t-test เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน หรือเป็นการทดสอบจากประชากรเพียงกลุ่มเดียวกัน แต่จะทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

ซึ่งงานวิจัยของ Rex Aurelius, C. et al. (2020) ได้ศึกษาเพื่อลดปัญหาความหนาแน่นของผู้ป่วยและลดเวลาการรอคอยของผู้ป่วยโดยใช้การจำลอง ได้ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติโดยการทดสอบแบบ t ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มตัวอย่างที่มีความ

เกี่ยวข้องกัน ขณะทำงานวิจัยของ Warut, P. et al. (2019) ได้ศึกษาการจำลองในแผนกเวชระเบียนของโรงพยาบาลกรณีศึกษา ได้ใช้การทดสอบแบบ t เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Minitab v.18 โดยจากการศึกษาการแจกแจงแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบทางสถิติ งานวิจัยนี้จะเลือกใช้การแจกแจงแบบ One Sample t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เนื่องจากทราบค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยในปัจจุบัน และสามารถหาค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยที่ออกจากระบบ (Number Out) ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ เมื่อนำข้อมูลทั้งสองชุดมาเปรียบเทียบกับกันจะทราบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

6) การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เป็นกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของสถานการณ์จริง (Real System) และทดลองใช้แบบจำลอง เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ (วลัยลักษณ์ อัครวิรัตน์, 2556) การจำลองสถานการณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้ในเชิงการวิเคราะห์ ดังนั้นจะพบว่า กลไกของการจำลองสถานการณ์ ขึ้นกับแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองที่สามารถใช้ได้ ต้องช่วยให้เข้าใจระบบการทำงานจริง เพื่อให้สามารถอธิบายพฤติกรรมของกระบวนการ รวมถึงสามารถใช้เพื่อปรับปรุงการทำงานจริงได้ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2544) สุทธิดา เอี่ยมสำอาง และอภิวัฒน์ บุญมี (2562) และ นเรศ อินทรกำแหง ณ ราชสีมา และคณะ (2563) ได้ศึกษาการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบโดยใช้โปรแกรม Arena ทำให้สามารถปรับปรุงกระบวนการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ขณะที่ ปัญญา สาราญพันธ์ (2557) ศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตัดสินใจเลือกผังกระบวนการผลิตสายพานรถยนต์ ทำให้ได้แผนผังการผลิตที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานจริงได้

การจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เป็นการจำลองระบบที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น ระบบสินค้าคงคลังจำนวนสินค้าที่เพิ่มขึ้นและความต้องการซื้อสินค้าจากคลังสินค้าเกิดขึ้นแบบไม่ต่อเนื่อง หรือระบบแถวคอย ที่ผู้มารับบริการเข้าหรือออกจากระบบในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งในอุตสาหกรรมการดูแลสุขภาพ เช่น โรงพยาบาล การจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เป็นที่นิยมอย่างมากใช้ในการค้นหาความถี่การเคลื่อนไหวของผู้ป่วย (รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ, 2553) Warut, P. et al. (2019) และ Navid Salmanzadeh, M. et al. (2019) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่องโดยใช้โปรแกรม Arena ทำให้สามารถระบุจุดคอขวดภายในกระบวนการ ลดเวลาการรอคอยเฉลี่ย และแบบจำลองยังให้ผลลัพธ์เทียบเท่าระบบจริง จึงสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้ ขณะที่ Cholada, K. and Kuo-Ching, Y. (2016) ได้ศึกษาแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Simulation: DES) เพื่อให้เข้าใจกระบวนการของแผนกศัลยกรรมกระดูกมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงความสัมพันธ์ โดยมุ่งเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการมาถึง เวลาการรับบริการของผู้ป่วย และรวมถึงเส้นทางการไหลของผู้ป่วย เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมไทรอยด์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนกอายุรกรรม โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ป่วยที่มารับบริการในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมไทรอยด์ จำนวน 424 คน ในขั้นตอนแรกของการวิจัย ผู้วิจัยได้เข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ และยื่นหนังสือขออนุญาตเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลแก่ผู้อำนวยการโรงพยาบาลกรณีศึกษา โดยมีการระบุหน่วยบริการที่ต้องการเข้าไปศึกษาและชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยแก่ผู้อำนวยการโรงพยาบาลรวมถึงผู้ดูแลรับผิดชอบในหน่วยบริการต่างๆ จากนั้นเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลา 7.00-16.00 น. ของวันที่ 1 พฤษภาคม-30 มิถุนายน 2566 ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาจะใช้วิธีการจับเวลา และบันทึกเวลาที่เวลาการมารับบริการ หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนแล้ว จึงวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการเข้ารับบริการของผู้ป่วย โดยใช้หลักการ 5W1H และแผนภูมิกระบวนการไหล เพื่อให้ทราบถึงจุดคอขวดของการรับบริการ และสามารถแยกได้ว่ากระบวนการใดก่อให้เกิดมูลค่า และกระบวนการใดไม่ก่อให้เกิดมูลค่า จากนั้นจึงนำข้อมูลเวลามาวิเคราะห์การแจกแจง

ความน่าจะเป็น (Probability Distribution) โดยใช้ฟังก์ชัน Input Analyzer จากโปรแกรม Arena ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงออกมาเป็นนิพจน์ (Expression) แล้วนำนิพจน์ดังกล่าวไปใส่แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น จากนั้นทำการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ จำนวน 1,500 รอบ โดยค่าที่ได้จากการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ คือ จำนวนผู้ป่วยที่ออกจากระบบ (Number Out) เวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วย เวลารวมของผู้ป่วยในระบบ ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมว่ามีความผิดพลาดหรือไม่ และตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองในการเลียนแบบระบบจริง จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยการทดสอบทางสถิติแบบ One-Sample T ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) โดยใช้โปรแกรม Minitab ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

$H_0 = 126$: ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ได้จากการจำลอง

$H_1 \neq 126$: มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ได้จากการจำลอง

ถ้าหาก P-Value มากกว่าหรือเท่ากับ 0.05 จะยอมรับ H_0 และปฏิเสธ H_1 นั่นคือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ได้จากการจำลอง แสดงว่า แบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนระบบจริงได้และสามารถนำแบบจำลองไปใช้เพื่อปรับปรุงเวลาการรอคอยของผู้ป่วยภายในแผนกเวชระเบียนและคลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลืองต่อไปได้ ถ้าไม่ใช่แสดงว่า แบบจำลองมีความผิดพลาดเกิดขึ้น และไม่สามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้

ศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

1) การจำแนกผู้ป่วยตามการมารับบริการ จะแบ่งกลุ่มผู้ป่วยตามการมารับบริการ ได้แก่ ผู้ป่วยใหม่ และผู้ป่วยเก่า โดยผู้ป่วยใหม่และผู้ป่วยเก่าจะมีเส้นทางการไหลที่แตกต่างกัน ซึ่งขั้นตอนในการมารับบริการของผู้ป่วยแต่ละประเภทที่แผนกเวชระเบียนเป็นดังนี้ ผู้ป่วยใหม่ เริ่มต้นด้วยการกรอกฟอร์มทำบัตรใหม่ จากนั้นติดต่อหน่วยบริการด้านหน้า ติดต่อแผนกเวชระเบียน และติดต่อห้องตรวจ สำหรับผู้ป่วยเก่าสามารถติดต่อหน่วยบริการด้านหน้า และติดต่อแผนกเวชระเบียนได้ทันที จากนั้นจึงติดต่อห้องตรวจ

2) ลักษณะแถวคอยของผู้ป่วย จะเป็นตัวแบบแถวคอยของผู้ป่วยมีรูปแบบ M/M/S: FCFS/ ∞/∞ เนื่องจากโรงพยาบาลกรณีศึกษามีรูปแบบการเข้ามาของผู้รับบริการและการบริการ คือ อัตราการเข้ามารับบริการเป็นแบบสุ่ม เวลาในการให้บริการเป็นแบบสุ่ม ลักษณะของระบบแถวคอยเป็นแบบหลายช่องทาง หนึ่งแถวคอย ขั้นตอนเดียว (Multiple channel, Single phase system) ไม่จำกัดความยาวของแถวคอย (∞) ไม่จำกัดจำนวนผู้มารับบริการ (∞) และให้บริการตามลำดับก่อนหลัง (First Come First Serve: FCFS)

3) ผู้ดูแลรับผิดชอบ จำนวนบุคลากรและเวลาการปฏิบัติงานในหน่วยบริการต่างๆ

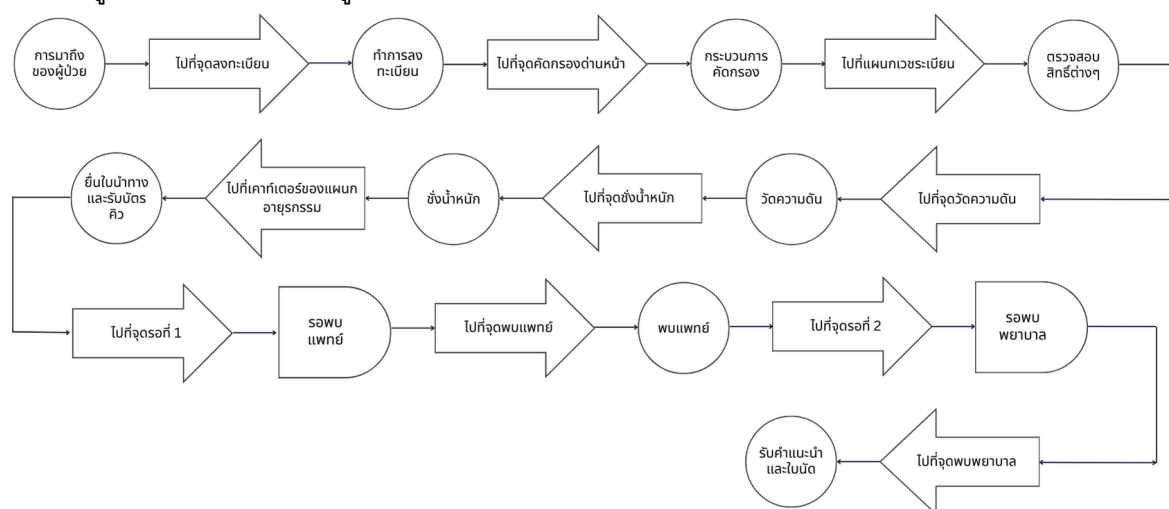
กรณีศึกษาประกอบด้วยหน่วยบริการ 9 จุด ได้แก่ จุดลงทะเบียน จุดคัดกรองด้านหน้า แผนกเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยใหม่ แผนกเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยเก่า จุดวัดความดัน จุดชั่งน้ำหนัก เคาน์เตอร์แผนกอายุรกรรม ห้องพบแพทย์ และจุดพบพยาบาล โดยแต่ละหน่วยบริการจะมีผู้รับผิดชอบ และเวลาเปิดทำการแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผู้ดูแลรับผิดชอบ จำนวนบุคลากร และเวลาการปฏิบัติงานในหน่วยบริการต่างๆ

หน่วยบริการ	ผู้รับผิดชอบ	จำนวน(คน)	เวลาปฏิบัติงาน
จุดลงทะเบียน	อาสาสมัคร	1	7.00-16.00 น.
จุดคัดกรองด้านหน้า	พยาบาล	2	7.00-16.00 น.
แผนกเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยใหม่	เจ้าหน้าที่	4	8.00-16.00 น.
แผนกเวชระเบียนสำหรับผู้ป่วยเก่า	เจ้าหน้าที่	4	8.00-16.00 น.
จุดวัดความดัน	พยาบาล	1	8.00-16.00 น.
จุดชั่งน้ำหนัก	พยาบาล	1	8.00-16.00 น.
เคาน์เตอร์แผนกอายุรกรรม	พยาบาล	1	8.00-16.00 น.
ห้องพบแพทย์	แพทย์	3	9.00-16.00 น.
จุดพบพยาบาล	พยาบาล	2	8.30-16.00 น.

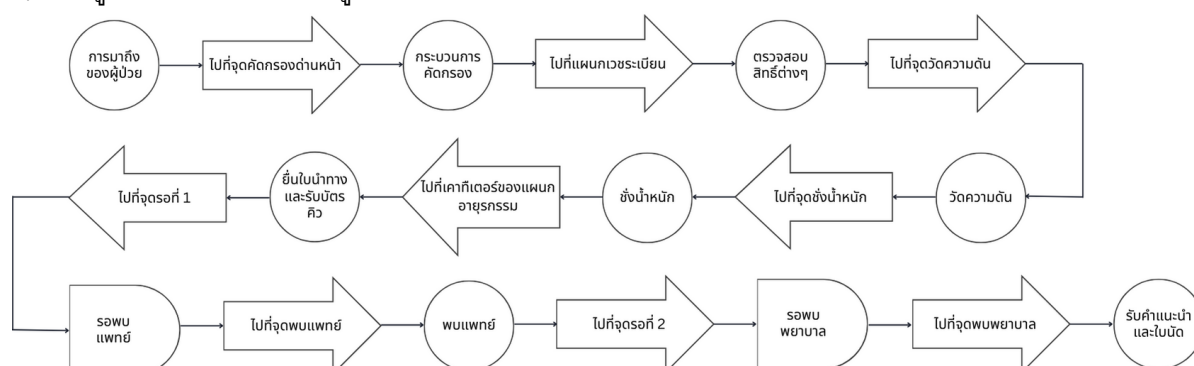
4) ขั้นตอนการไหลของผู้ป่วยในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมไร้ท่อ โรงพยาบาลกรณีศึกษา

1) แผนภูมิกระบวนการไหลของผู้ป่วยใหม่ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิกระบวนการไหลของผู้ป่วยใหม่

2) แผนภูมิกระบวนการไหลของผู้ป่วยเก่า ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหลของผู้ป่วยเก่า

ผลการวิจัย

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า เมื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยหลักการ 5W1H สามารถแยกองค์ประกอบของปัญหาได้ดังนี้ WHAT (อะไร) คือ ผู้ป่วยรอรับการบริการเป็นเวลานาน, WHO (ใคร) คือ ผู้ที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ ผู้ป่วย, WHERE (ที่ไหน) คือ แผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมไร้ท่อ โรงพยาบาลกรณีศึกษา, WHEN (เมื่อไร) คือ เมื่อมีผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการ, WHY (ทำไม) คือ จำนวนทรัพยากร และแผนผังของจุดบริการ และ HOW (อย่างไร) คือ ใช้การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

เมื่อนำข้อมูลเวลาการมาถึงของผู้ป่วย (Inter-arrival Time) และเวลาการให้บริการ (Service Time) มาวิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) โดยใช้ฟังก์ชัน Input Analyzer จากโปรแกรม Arena ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงออกมาเป็นนิพจน์ (Expression) ดังตารางที่ 2

แบบจำลองสถานการณ์ 153.20 นาที และระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยจากข้อมูลจริง 151.39 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 1.18% และผู้ป่วยใหม่มีช่วงความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 146.11-155.88 นาที มีระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยจากแบบจำลองสถานการณ์ 153.64 นาที และระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยจากข้อมูลจริง 151.39 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 1.47% จากผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และข้อมูลจากสถานการณ์จริงของเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยมีความใกล้เคียงกัน เพื่อยืนยันว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนสถานการณ์จริงได้ จึงพิจารณาจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่ออกจากระบบระหว่างจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยจากสถานการณ์จริงกับจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ซ้ำเป็นจำนวน 1,500 รอบ และทดสอบทางสถิติแบบ One-Sample T ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Minitab ผลจากการทดสอบแสดงค่า P-Value เท่ากับ 0.055 มากกว่า 0.050 นั่นคือ การยอมรับ H_0 ซึ่งเป็นการยืนยันว่าข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันกับข้อมูลจริงอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถนำแบบจำลองไปใช้เพื่อปรับปรุงเวลาการรอคอยของผู้ป่วยภายในแผนกเวชระเบียนและคลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลืองได้

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อศึกษาการไหลของผู้ป่วยในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลือง โรงพยาบาลกรณีศึกษา สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ ดังนี้

- 1) ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H พบว่า ปัญหา คือ การรอรับบริการเป็นเวลานาน ผู้ที่ได้รับผลกระทบคือ ผู้ป่วย ปัญหาเกิดขึ้นที่แผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลืองของโรงพยาบาลกรณีศึกษา เกิดปัญหาขึ้นเมื่อมีผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการ สาเหตุที่เกิดจากจำนวนทรัพยากรที่มีจำกัด และแผนผังของจุดบริการ วิธีในการแก้ไข คือ การนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้ โดยแบบจำลองสามารถทดลองใช้ก่อนการนำไปใช้งานจริงได้
- 2) ผลจากการวิเคราะห์การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) และหานิพจน์ (Expression) ของเวลาการมาถึงของผู้ป่วย (Inter-arrival Time) และเวลาการรับบริการ (Service Time) ของผู้ป่วย จำนวน 12 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2
- 3) ผลจากการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองในการเลียนแบบสถานการณ์จริง เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยจากสถานการณ์จริง กับข้อมูลระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ พบว่า เวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยจากสถานการณ์จริง กับข้อมูลเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มีความแตกต่างกันที่ 1.18% และเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยใหม่จากสถานการณ์จริง กับข้อมูลเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยใหม่ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ มีความแตกต่างกันที่ 1.47% เมื่อพิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ถือว่าข้อมูลทั้งสองชุดมีความใกล้เคียงกัน ดังนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองสถานการณ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cholada, K. and Kuo-Ching, Y. (2016) และเพื่อยืนยันว่า แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนสถานการณ์จริงได้ จึงพิจารณาจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่ออกจากระบบจากสถานการณ์จริง กับจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยทำการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ซ้ำเป็นจำนวน 1,500 รอบ และทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี One-Sample T ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) โดยใช้โปรแกรม Minitab พบว่า ค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0.055 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้น ยอมรับสมมติฐาน หรือสามารถกล่าวได้ว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลที่ได้จากการจำลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Warut, P. et al. (2019) กล่าวได้ว่าผลจากการจำลองมีความถูกต้องและสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริงได้ ดังนั้นสามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการไหล เพื่อลดเวลาการรอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยในแผนกเวชระเบียน และคลินิกโรคเลือดและต่อมน้ำเหลือง ให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำการวิจัยในนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อยอดในงานวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการการทำงานให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น นำไปสู่การได้รับการบริการที่รวดเร็วขึ้นของผู้ป่วยในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- คณิศร ภูนิคม. (2560). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการปรับปรุงงานกรณีศึกษา โรงงานน้ำตาลบีบีไฟฟ์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. (2563). แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart). สืบค้นจาก https://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf.
- ชมพูท เมฆเมืองทอง. (2554). ไขข้อข้องใจการใช้ t -test. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/432975>.
- ธวัช ทองน้อย และ อรรธยา กระสังข์. (2564). การลดความแออัดในโรงพยาบาลและระยะเวลารอคอยผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลปากช่องนานา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 63(4), 822.
- ธัญญลักษณ์ สามภุคศรี, ยุคนธร คงปฐมพงศ์ และ ยุภาพร ตงประสิทธิ์. (2556). ระบบแถวคอย (Queuing System). สืบค้นจาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/02_7_.pdf.
- นเรศ อินทรกำแหง ณ ราชสีมา และคณะ. (2563). การพัฒนาแบบจำลองอุปสงค์และจรรยาของลิฟต์โดยสารในบริบทโลจิสติกส์โรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิคม ถนอมเสียง. (2557). การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution). สืบค้นจาก https://elfit.ssrui.ac.th/sawai_si/pluginfile.php/55/block_html/content/FOE2001-book.pdf.
- ปัญญา สารานันต์. (2557). การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตัดสินใจเลือกผังกระบวนการผลิตสายพานรถยนต์ กรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. (2553). คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena: ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์. (2556). การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model). วิทยานิพนธ์สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิชาญ จันทนา และ วัชรพงษ์ ทรัพย์สงวนบุญ. (2563). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเซรามิค กรณีศึกษาโรงงานในจังหวัดสมุทรปราการ. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 37(2), 58-59.
- วีระพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์. (2561). การศึกษาเวลาโดยตรง. ประกอบการออกแบบการสอน หน้า 2.
- ศศิณภา บุญพิทักษ์ และ กรณ์ภพ รัตนวิจิตร. (2561). การศึกษาประยุกต์ใช้แนวความคิดล้นเพื่อลดปัญหาการรอคอยกรณีศึกษาแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 21(2), 21-30.
- ศศิมา สุขสว่าง. (2563). การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วย 5W1H Analytical thinking with 5W1H. สืบค้นจาก <https://www.sasimasuk.com/17106171/การวิเคราะห์ข้อมูล-ด้วย-5w1h>.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2544). การจำลองแบบปัญหา. สืบค้นจาก https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2539/rse0939ob_ch1.pdf.
- สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. (2566). จำนวนผู้ป่วยนอก จำแนกตามกลุ่มสาเหตุป่วย 21 โรค จากสถานบริการสาธารณสุข ของกระทรวงสาธารณสุข ทวีราชอาณาจักร พ.ศ. 2555-2564. สืบค้นจาก <http://statbbsi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/05.aspx>.

- สุทธิดา เอี่ยมสำอาง และอภิวัฒน์ บุญมี. (2562). การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของสายการผลิตสับปะรดบรรจุถุง กรณีศึกษา. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., 13(1), 118-119.
- อภิชัย มงคล. (2559). เด็กไทยเกิดใหม่ป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมียกว่า 1.2 หมื่นคน. สืบค้นจาก <https://www.hfocus.org/content/2016/03/11861>.
- Cholada, K. and Kuo-Ching, Y. (2016). Using the Integration of Discrete Event and Agent-Based Simulation to Enhance Outpatient Service Quality in an Orthopedic Department. *Journal of Healthcare Engineering*.
- Elita, A. et al. (2020). *Improving Performance of Outpatient Queuing System: A Simulation Based Case Study*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Navid Salmanzadeh, M. et al. (2019). *Improving the mean waiting time of patients by simulation in a health service provision clinic*. 15th Iran International Industrial Engineering Conference, 23-24 January 2019.
- Rex Aurelius, C. et al. (2020). *Assessment of Hospital Operations in an Outpatient Department through Simulation Model*. 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications.
- Sarmad Ali, K. et al. (2020). *Comparative Study of Queuing Systems of Medical Out Patient Departments of Two Public Hospitals*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, UAE.
- Warut, P. et al. (2019). *Simulation Analysis of University Hospital in the Medical Record Department*. Seventeenth International Conference on ICT and Knowledge.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2024 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).