

Simulation model using computerized physician order entry in radiology request order for paperless radiology information system in Nopparat Rajathanee Hospital

Pinya Chanjaruvong

Radiology Department, Nopparat Rajathanee Hospital, Bangkok

Abstract

The Radiology Department at Nopparat Rajathanee Hospital has successfully implemented electronic systems for many core functions of its Radiology Information System (RIS). However, the radiology request order system still uses paper forms, leading to issues such as data inaccuracy, incomplete clinical information, and prolonged Turnaround Times (TAT) for scheduling appointments. Analyzing the current process of 926 patients scheduling ultrasonography (USG) appointments at the department found that the average service time per person was 3.83 hours, significantly impacting service quality and patient satisfaction. Therefore, the concept of implementing an electronic radiology request order system using Computerized Physician Order Entry (CPOE) was proposed. This study aimed to create and evaluate a Simulation Model comparing the total average service time of the current paper-based system with a redesigned electronic system using CPOE. The results showed that the redesigned system with CPOE could significantly

reduce the patient's total average service time by 35.5%, decreasing it from 128.68 minutes to 82.9934 minutes. Furthermore, a simulation experiment to increase the number of service units at the OPD Appointment counter from 3 to 5 units in the redesigned system showed a potential to reduce the total average service time by approximately 50% compared to the current paper-based system. Thus, the implementation of CPOE for radiology request orders can significantly improve service quality and reduce patient waiting times, serving as a crucial step towards achieving a sustainable Paperless Radiology Information System (RIS).

Keywords: Radiology information system; Electronic radiology request order; Computerized physician order entry; Simulation model; Turnaround time

Received: 29 September 2025, Revised: 25 October 2025, Accepted: 30 November 2025

Correspondence: Pinya Chanjaruvong, Radiology Department, Nopparat Rajathanee Hospital 679 Ram Inthra Rd, Khan Na Yao, Bangkok 10230, Thailand, Tel.: 02 548 1000, email: peach.ch@outlook.com

แบบจำลองการใช้ระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการระบบสารสนเทศรังสีวิทยาแบบไร้กระดาษ ในโรงพยาบาลพรัตนราชธานี

กัญญา จันทร์จารุงค์

แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลพรัตนราชธานี กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

แผนกรังสีวิทยาของโรงพยาบาลพรัตนราชธานี ได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศรังสีวิทยา (Radiology Information System - RIS) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการงานรังสีวิทยาให้เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์แล้วหลายส่วน ยกเว้นระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา (Radiology Request Order) ซึ่งยังคงใช้แบบฟอร์มกระดาษ ทำให้เกิดปัญหาความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลทางคลินิก และระยะเวลาการดำเนินการ (Turnaround Time - TAT) เพื่อการทำนัดที่ยาวนาน โดยจากศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนปัจจุบัน (Process Mining) ของผู้ป่วยที่มาทำนัดตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound - USG) ที่แผนกรังสีวิทยา 926 ราย พบว่าใช้ระยะเวลาในการเข้ารับบริการโดยเฉลี่ยถึง 3.83 ชั่วโมงต่อคน ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพการบริการและความพึงพอใจของผู้ป่วย จึงมีแนวคิดที่จะนำระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Computerized Physician Order Entry - CPOE) มาใช้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เปรียบเทียบระยะเวลาการให้บริการรวมเฉลี่ยของระบบปัจจุบันที่ใช้แบบฟอร์มกระดาษ กับระบบที่ปรับปรุงใหม่ให้เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้

CPOE ซึ่งผลการศึกษพบว่า ระบบที่ปรับปรุงใหม่โดยใช้ CPOE สามารถลดระยะเวลาให้บริการโดยรวมเฉลี่ยของผู้ป่วยลงได้อย่างมีนัยสำคัญถึง 35.5% โดยลดจาก 128.68 นาที เหลือ 82.9934 นาที นอกจากนี้ หากทดลองเพิ่มจำนวนหน่วยบริการที่จัดทำนัดหน้าห้องตรวจจาก 3 เป็น 5 หน่วยในระบบที่ปรับปรุงใหม่ จะช่วยลดระยะเวลาให้บริการโดยรวมเฉลี่ยได้ถึงประมาณ 50% เมื่อเทียบกับระบบเดิม ดังนั้นการใช้ระบบ CPOE สำหรับการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา สามารถพัฒนาคุณภาพการบริการและลดระยะเวลารอคอยของผู้ป่วยได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการก้าวไปสู่ระบบสารสนเทศรังสีวิทยาแบบไร้กระดาษ (Paperless RIS) อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศรังสีวิทยาแบบไร้กระดาษ; การส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา; ระบบการส่งคำขอส่งตรวจแบบอิเล็กทรอนิกส์; แบบจำลองสถานการณ์; ลดระยะเวลาการดำเนินการ

วันที่รับต้นฉบับ: 29 กันยายน 2568, วันที่แก้ไข: 25 ตุลาคม 2568, วันที่ตอบรับ: 30 พฤศจิกายน 2568

บทนำ

การตรวจทางรังสีวิทยามีบทบาทสำคัญในการวินิจฉัยและรักษาโรคเป็นอย่างมาก [1] โดยระบบสารสนเทศรังสีวิทยา หรือ Radiology Information System (RIS) เป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการงานรังสีวิทยา ตั้งแต่การลงทะเบียนผู้ป่วย, การนัดหมาย, การจัดการคิว, การส่งคำขอส่งตรวจ, การจัดเก็บภาพในระบบ Picture Archiving and Communication System (PACS), การรายงานผล, การเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบ Hospital Information System (HIS) และ Electronic Medical Record (EMR), การเรียกเก็บเงินที่เชื่อมโยงกับระบบการเงิน

และบัญชี รวมไปถึงการดูแลรักษาความปลอดภัยของข้อมูล การพัฒนาระบบ RIS ให้มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศอื่นๆ ของโรงพยาบาลได้อย่างราบรื่น จะช่วยลดข้อผิดพลาด, ลดระยะเวลารอคอยของผู้ป่วย, เพิ่มความพึงพอใจของผู้ป่วยและบุคลากร, และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรของแผนกรังสีวิทยา [2]

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Rationale and Background)

ในปัจจุบันแผนกรังสีวิทยาของโรงพยาบาลพรัตนราชธานี ได้มีการพัฒนาปรับปรุงระบบ RIS ไปหลายส่วน โดยการนำระบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมเฉพาะทางที่สามารถจัดการในส่วนของการลงทะเบียนและนัดหมาย รวมถึงการจัดการคิวการตรวจทางรังสีวิทยา และการรายงานผลของรังสีแพทย์ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับ PACS, HIS และ EMR มาใช้แทน

ผู้นิพนธ์ประสานงาน: กัญญา จันทร์จารุงค์ โรงพยาบาลพรัตนราชธานี 679 ถนนรามอินทรา แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพฯ 10230 โทร.: 02 548 1000, email: peach.ch@outlook.com

ระบบกระดาษแบบดั้งเดิม ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของระบบ RIS สามารถลดขั้นตอน ลดงานเอกสาร ลดความซ้ำซ้อนและผิดพลาดของข้อมูล ลดระยะเวลาการคอยของผู้ป่วย นอกจากนั้นแล้วยังสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์สำนักงาน และยังสามารถลดการใช้ทรัพยากรกระดาษ และลดปริมาณขยะเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ยังมีบางส่วนของระบบ RIS ที่ยังคงไม่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา (Radiology Request Order) โดยยังใช้ระบบให้แพทย์เจ้าของไข้กรอกแบบฟอร์มกระดาษ (Paper-based Radiology Request Order System) ระบบส่วนนี้หรือระบบที่ต้องการตรวจเพิ่มเติม วิธี รูปแบบหรือเครื่องมือทางรังสีวิทยา พร้อมประวัติตรวจร่างกายโดยสังเขป เพื่อเป็นข้อมูลให้รังสีแพทย์ช่วยทำการตรวจวินิจฉัย แล้วจึงให้ผู้ป่วยมาทำการนัดหมายที่แผนกรังสีวิทยาด้วยตนเอง ซึ่งการใช้แบบฟอร์มกระดาษนั้น ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ อาทิเช่น ข้อผิดพลาดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากใบขอส่งตรวจที่เขียนด้วยลายมือ ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลทางคลินิกที่จำเป็น ความไม่สอดคล้องระหว่างคำสั่งตรวจและความจำเป็นทางคลินิก และยังมีปัญหาเกี่ยวกับระยะเวลาการดำเนินการมาทำนัด (Turnaround Times - TATs) ที่ยาวนานเนื่องจากผู้ป่วยต้องนำแบบฟอร์มกระดาษมายื่นทำนัดเองโดยตรง [3, 4, 5] ทำให้กระบวนการทั้งระบบการให้บริการของโรงพยาบาลเกิดความล่าช้า ส่งผลต่อคุณภาพการให้บริการและความพึงพอใจของผู้ป่วยที่มารับบริการ [6, 7] จึงมีแนวคิดที่จะนำระบบการส่งคำขอส่งตรวจแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือ Computerized Physician Order Entry (CPOE) มาใช้การส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาในส่วนของผู้ที่ต้องสมบูรณ์ของข้อมูลและประสิทธิภาพของกระบวนการการทำงาน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบสารสนเทศรังสีวิทยาแบบไร้กระดาษ (Paperless RIS) อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน [8] วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย (Research Objectives and Scope)

เพื่อสร้างและศึกษาแบบจำลองการใช้ระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ (CPOE in Radiology Request Order) เปรียบเทียบกับระบบการใช้แบบฟอร์มกระดาษคำขอส่งตรวจในปัจจุบัน และนำข้อมูลไปพัฒนาต่อยอดกับโปรแกรม HIS ของโรงพยาบาลเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างจริงจังในอนาคตต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Andrew M. S. พบว่า การนำระบบการส่งการแพทย์ด้วยคอมพิวเตอร์ (CPOE) มาใช้สำหรับคำสั่งที่ส่งไปยังแผนกห้องปฏิบัติการ (Laboratory), รังสีวิทยา

(Radiology) และเภสัชกรรม (Pharmacy) สามารถลดระยะเวลาการดำเนินการ (TATs) ได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะของแผนกรังสีวิทยา สามารถลด TATs ได้ถึง 61.5% นำไปสู่การรักษาผู้ป่วยที่รวดเร็วยิ่งขึ้น [9]

งานวิจัยของ Tarik K. และคณะ ประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนมาใช้ระบบใบส่งตรวจรังสีวิทยาด้วยคอมพิวเตอร์ (CPOE in Radiology Requisition Process) ในช่วงระยะเวลา 10 วัน ก่อนและหลังการเปลี่ยนจากเดิมที่ใช้ระบบใบส่งตรวจแบบกระดาษ (Paper-based) ในบริบทของแผนกฉุกเฉิน พบว่าระบบใบส่งตรวจรังสีวิทยาด้วยคอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลประวัติทางคลินิกเกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคก่อนหน้า (Prior Diagnoses) และคำถามทางคลินิก (Clinical Questions) ให้แก่รังสีแพทย์มากกว่าใบส่งตรวจแบบกระดาษอย่างมีนัยสำคัญ [10]

Andrew G. และคณะได้จัดทำสรุปและวิเคราะห์งานวิจัยเชิงระบบ (Systematic Review) เกี่ยวกับผลกระทบของ CPOE ต่องานบริการด้านภาพวินิจฉัยทางการแพทย์ (Medical-Imaging Services) และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วย พบว่า 8 งานวิจัยจากในงานวิจัย 14 ชิ้น แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ เช่น การลดการตรวจที่ไม่จำเป็น (Decreased Test Utilization) ซึ่งสัมพันธ์กับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision-Support Systems) และมี 3 งานวิจัยที่ประเมินระยะเวลาการส่งตรวจและการรายงานผลภาพวินิจฉัย แสดงให้เห็นถึงการลดลงของระยะเวลาดำเนินการ (TAT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการนำ CPOE มาใช้อย่างชัดเจน [11]

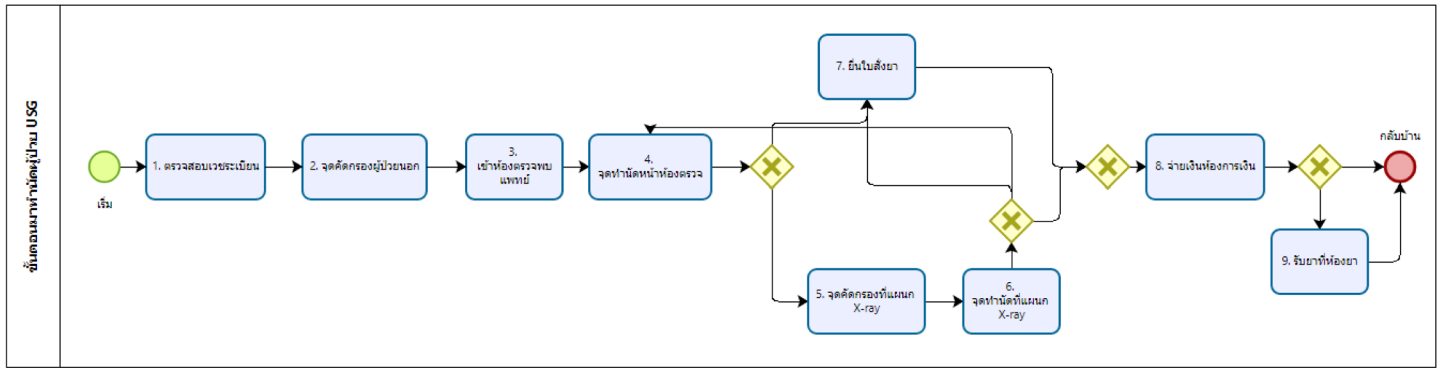
P. Troude และคณะ ศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของการใช้แบบฟอร์มใบขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาแบบเดิมที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์และลายมืออ่านยาก กับแบบปรับปรุงแบบฟอร์มใบส่งตรวจให้ได้มาตรฐาน (Standardization) และแบบใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (Computerization) พบว่า การปรับปรุงใบส่งตรวจให้ได้มาตรฐาน ส่งผลให้สัดส่วนของข้อมูลที่ขาดหายไป (Missing Data) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ระบบใบส่งตรวจทางคอมพิวเตอร์สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลที่ระบุในใบส่งตรวจให้ดียิ่งขึ้นไปอีก และยังสามารถลดระยะเวลาในการเข้าถึงบริการ (Median Access Time) ได้อย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย ดังนั้นการปรับปรุงแบบฟอร์มให้ได้มาตรฐาน และการใช้ระบบใบส่งตรวจทางคอมพิวเตอร์จึงมีผลเสริมกัน (Synergistic Effect) ในการปรับปรุงคุณภาพโดยรวมของการให้บริการ [12]

Elia V. ศึกษาผลกระทบของการนำระบบ CPOE ผสมรวมเข้ากับ RIS และ PACS พบว่าสามารถช่วยลดอัตราการทำภาพเอกซเรย์ลงโดยเฉลี่ย 0.47 ครั้ง และ CT ลดลงโดยเฉลี่ย 0.07 ครั้ง ส่วนหนึ่งมาจากอัตราการทำซ้ำที่ลดลง ซึ่งมี

นัยสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยและค่าใช้จ่ายของบริการถ่ายภาพทางการแพทย์ [13]

Eric G. Poon และคณะวิเคราะห์หัตถ์สัมภาษณ์ 57 ชุด จากผู้บริหารโรงพยาบาล 25 แห่ง ในสหรัฐอเมริกาพบว่า ค่าใช้จ่าย (Costs) และการต่อต้านจากแพทย์ (Physician Resistance) เป็นอุปสรรคที่สำคัญที่สุดสองประการในการส่งเสริมการนำ CPOE มาใช้ [14]

จะเห็นได้ว่า การพัฒนาโปรแกรมสารสนเทศทางรังสี โดยเฉพาะการนำ CPOE มาใช้ในการขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา สามารถช่วยพัฒนาคุณภาพในการบริการ และช่วยลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ป่วยที่มานัดตรวจ ทางรังสีวิทยาได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้หลักการ Lean Process ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น [17, 18] แต่ปัจจุบันทางโรงพยาบาลนพรัตนราชธานี ยังมีข้อจำกัดในการเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับ



รูปที่ 1 ผังกระบวนการ (BPMN) ขั้นตอนการนัดผู้ป่วย USG ในปัจจุบัน

ในประเทศไทยก็มีการศึกษาและนำระบบ CPOE มาใช้ในงานบริการด้านต่างๆของโรงพยาบาล ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของกลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลสมุทรสาคร พบว่าการปรับระบบการส่งจ่ายยาผู้ป่วยนอกจากเดิมใช้ใบสั่งยา มาเป็นระบบการส่งจ่ายยาแบบใหม่ที่สั่งยาผ่านระบบคอมพิวเตอร์ (CPOE) ร่วมกับการปรับเพิ่มจุดคัดกรองความถูกต้องของคำสั่งแพทย์โดยเภสัชกรก่อนการจัดยา สามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการดักจับความคลาดเคลื่อนในการสั่งจ่ายยา ลดความคลาดเคลื่อนในการคัดลอกคำสั่งจ่ายยาและความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา เพิ่มความปลอดภัยในการใช้ยาของผู้ป่วยมากขึ้น โดยระยะเวลารอยาเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระยะเวลาเฉลี่ยทั้งกระบวนการรับยาของผู้ป่วย [15]

ที่โรงพยาบาลขอนแก่นมีการขอส่งตรวจทางรังสีโดยใช้ระบบกระดาษ ทำให้เกิดปัญหาระยะเวลาการรอคอยในการขอนัดรังสีที่เพิ่มขึ้น S. Tharakulphan จึงทำงานวิจัยพัฒนาโปรแกรมทางรังสีในรูปแบบของ Web application รวมไปถึงระบบขอส่งตรวจทางรังสี (CPOE radiology request systems) และปรับกระบวนการใหม่เพื่อลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ป่วย โดยเฉพาะช่วงเวลาการรอนัดจนถึงการได้นัด (Pre-examination waiting time - PEWT) พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยการรอนัดตรวจอัลตราซาวด์ของผู้ป่วยนอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้เฉลี่ยถึง 37.98 นาที โดยก่อนปรับปรุงระยะเวลาเฉลี่ยการรอคอยอยู่ที่ 44.47 ท 38.78 นาที และ หลังปรับปรุงระยะเวลาเฉลี่ยการรอคอยลดลงเหลือ 6.49 นาที [16]

HIS ในที่นี้จึงจะทำการศึกษาโดยการสร้าง ออกแบบ และทดสอบแบบจำลองระบบที่ปรับปรุงใหม่ โดยการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เปรียบเทียบกับระบบเดิม โดยพบว่ามีการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ในงานวิจัยหลายงาน อาทิเช่น การปรับปรุงกระบวนการส่งตรวจผู้ป่วยและการจำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลารอคอยการตรวจในแผนกผู้ป่วยนอกนรีเวช โรงพยาบาลราชวิถี [19] แบบจำลองระบบงานบริการเพื่อลดเวลาการรอคอยในกลุ่มผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโรงพยาบาลวังน้ำเขียว [20] เป็นต้น แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อใช้งานจริงต่อไปในอนาคต

วิธีการดำเนินงานวิจัย

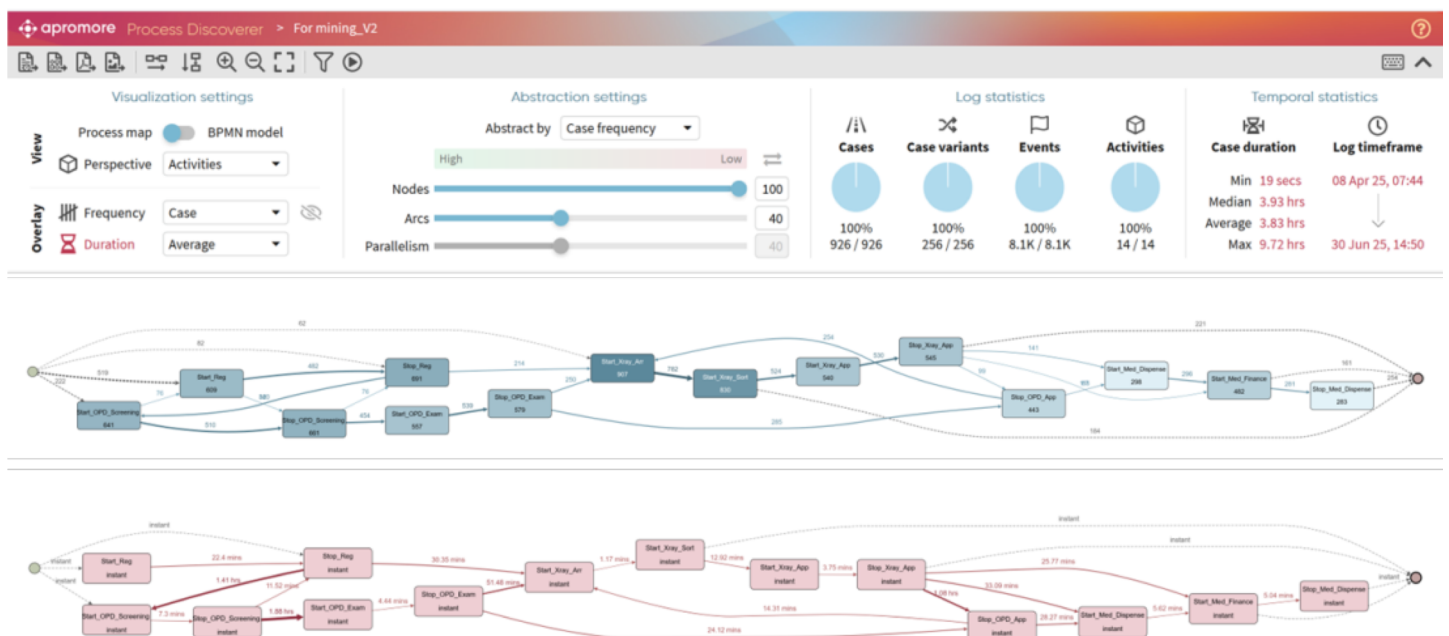
ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันและวิเคราะห์ปัญหา (Process Mining) และปรับปรุงกระบวนการใหม่ (Process Re-design)

จากการเก็บข้อมูล Time-stamp ของผู้ป่วยที่มาทำการตรวจโดยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonography - USG) ที่แผนกรังสีวิทยา ในช่วงเดือนเมษายน 2568 – มิถุนายน 2568 โดยรวบรวมข้อมูลการเข้ารับบริการตั้งแต่ผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาลจนกระทั่งสิ้นสุดการรับบริการ พบว่ามีขั้นตอนต่างๆกล่าวคือ เมื่อผู้ป่วยมาถึงโรงพยาบาลจะต้องไปตรวจสอบเวชระเบียนและลงทะเบียน (Registration) เป็นอันดับแรก แล้วจึงไปผ่านจุดคัดกรองผู้ป่วยนอก (OPD Screening) ก่อนที่จะไปเข้าห้องตรวจพบแพทย์ที่แผนกต่างๆ (OPD Exam)

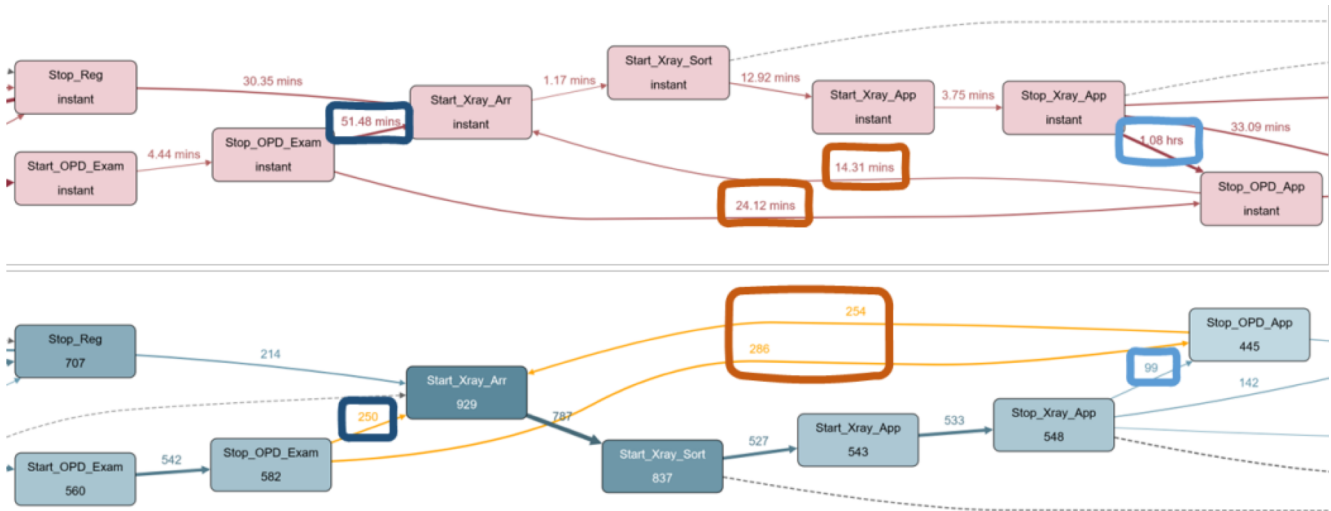
หลังทำการตรวจวินิจฉัยเสร็จ หากแพทย์เจ้าของไข้ต้องการส่งตรวจ USG เพิ่มเติม จะต้องเขียนใบขอส่งตรวจลงในแบบฟอร์มที่เป็นกระดาษ (Paper-based Radiology Request Order) พร้อมเขียนประวัติและโรคที่สงสัยโดยสังเขป แล้วจึงให้ผู้ป่วยถือแบบฟอร์มไปที่จุดทำนัดหน้าห้องตรวจผู้ป่วยนอก (OPD Appoint) ซึ่งจะมีพยาบาลช่วยตรวจสอบและคัดแยกให้อีกครั้ง แล้วผู้ป่วยถึงจะเดินมาขึ้นใบส่งตรวจเพื่อทำนัด USG ที่แผนกรังสีวิทยา (Xray Appoint) เจ้าหน้าที่แผนกรังสีวิทยาจะทำการนัดลงระบบ RIS แล้วออกใบนัดให้ หลังจากนั้นผู้ป่วยจึงจะไปยื่นใบสั่งยาที่ห้องยา (Med Prescribe) จ่ายเงินที่ห้องการเงิน (Finance) แล้วจึงกลับมารอรับยาที่ห้องยาอีกครั้ง (Med Dispense) เป็นการสิ้นสุดกระบวนการ แต่หากผู้ป่วยบางส่วนได้นัดตรวจ USG ซ้ำกว่านัดติดตามที่ OPD จำเป็นต้องกลับไปทำนัดที่จุดทำนัดหน้าห้องตรวจผู้ป่วยนอก (OPD Appoint) อีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดข้างต้น สามารถนำมาสร้างภาพผังกระบวนการ (Business Process Modeling and Notation (BPMN)) โดยใช้โปรแกรม Bizagi Modeler Version 4.0.2.003 ได้ดังรูปที่ 1

และเมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ (Process Mining) โดยใช้โปรแกรม Apromore พบว่ามีจำนวนผู้ป่วย (Cases) ที่มาทำนัดตรวจ USG ที่แผนกรังสีวิทยาทั้งหมด 926 คน ระยะเวลาการรับบริการเฉลี่ยต่อคนคือ 3.83 ชั่วโมง โดยมีระยะเวลานานที่สุดถึง 9.72 ชั่วโมง โดยจำนวนผู้ป่วยและระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน เป็นดังรูปที่ 2

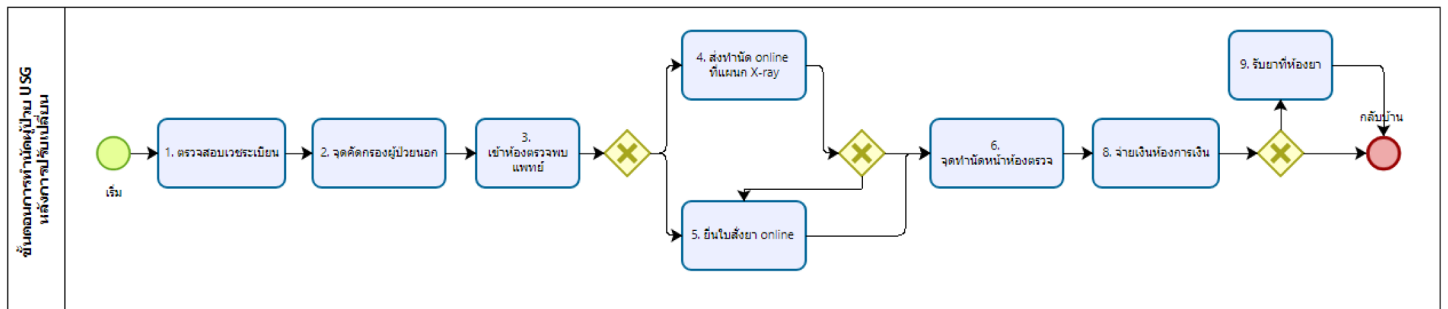
และจากข้อมูลข้างต้นยังพบอีกว่า หลังออกจากห้องตรวจพบแพทย์ (OPD Exam) แล้ว จะมีผู้ป่วยจำนวนประมาณครึ่งหนึ่ง ไปผ่านที่จุดทำนัดหน้าห้องตรวจ (OPD Appoint) ก่อนแล้วจึงไปทำนัดตรวจ USG ที่แผนกรังสีวิทยา (Xray Appoint) ซึ่งเส้นทางนี้จะใช้เวลารวมโดยเฉลี่ยประมาณ 38.43 นาที (24.12 นาที + 14.31 นาที) แต่จะมีผู้ป่วยอีกประมาณครึ่งหนึ่งไปทำนัดที่แผนกรังสีวิทยาเลย (Xray Appoint) คาดว่าอาจเป็นเพราะการเก็บข้อมูล Timestamp ที่ไม่สมบูรณ์ โดยเส้นทางนี้ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 51.48 นาที หลังจากนั้นผู้ป่วยจะใช้เวลาอยู่ที่แผนกรังสีวิทยาโดยเฉลี่ยรวมประมาณ 17.84 นาที ประกอบด้วยขั้นตอนรอเรียก 1.17 นาที รอเจ้าหน้าที่คัดกรอง 12.92 นาที และขั้นตอนรอพยาบาลทำนัดลงระบบ RIS ซึ่งใช้เวลาจริงเพียงแค่ 3.75 นาทีเท่านั้น เมื่อทำนัดที่แผนกรังสีวิทยาเรียบร้อยแล้ว ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะไปห้องยาเพื่อยื่นใบสั่งยา (Med_Prescribe) แต่จะมีผู้ป่วยประมาณ 10% (99 คน จาก 926 คน) จำเป็นต้องกลับไปแก้ไขนัดติดตามของแผนกผู้ป่วยนอก ที่จุดทำนัดหน้าห้องตรวจ (OPD Appoint) อีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนนี้ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 1.08 ชั่วโมง (64.8 นาที) โดยสรุปแล้วผู้ป่วยใช้เวลาในเส้นทางการมาทำนัด USG เฉลี่ยสูงสุดถึง 134.12 นาที ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งสามารถลดขั้นตอนและเวลาเหล่านี้ทั้งหมดได้ โดยการเปลี่ยนระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาให้เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (CPOE) รวมไปถึงการส่งใบสั่งยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วย เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการใหม่จะแสดงดังผังกระบวนการดังรูปที่ 4



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนต่างๆ (Process Map) แสดงจำนวนผู้ป่วยและเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอน



รูปที่ 3 แผนผังขั้นตอน (Process Map) แสดงจำนวนผู้ป่วยและเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยในขั้นตอนการมาทำนัด USG ที่แผนกรังสีวิทยา

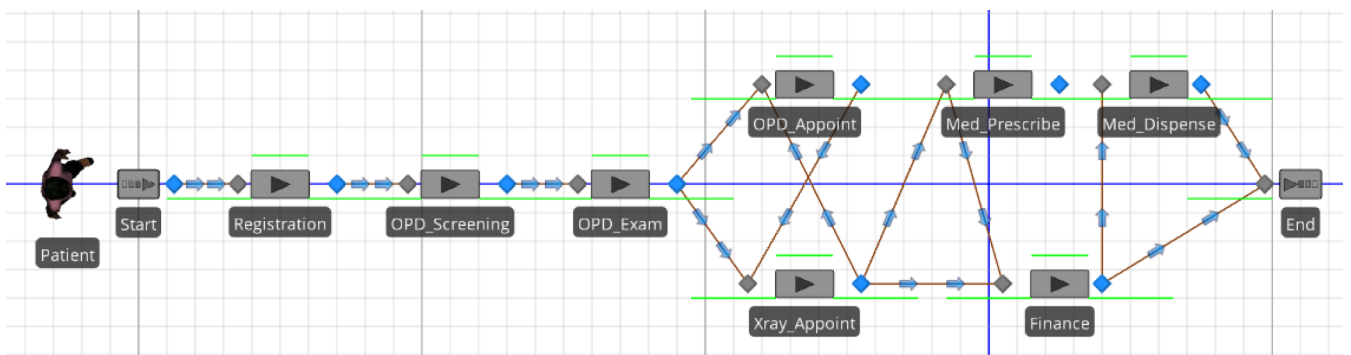


รูปที่ 4 ผังกระบวนการ (BPMN) ขั้นตอนการทำนัดผู้ป่วย USG ภายหลังการปรับเปลี่ยนโดยใช้ระบบ CPOE

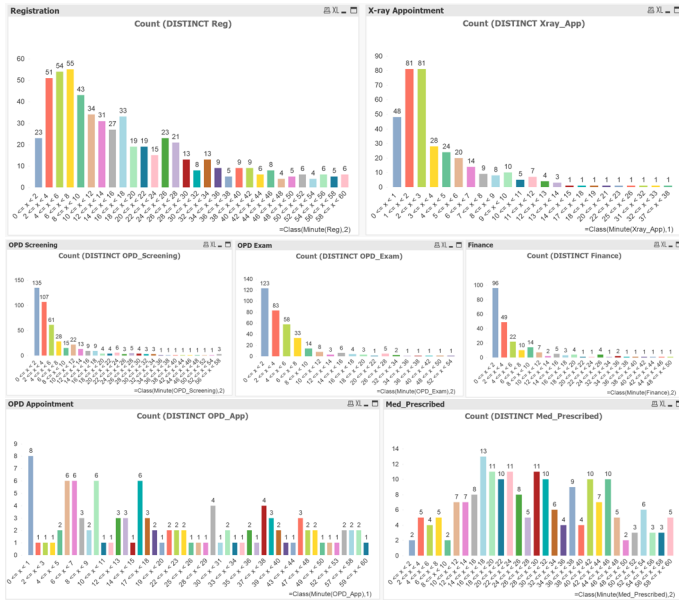
สร้างแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง (Simulation)

การศึกษานี้ใช้โปรแกรม Simio Version 18.269.42091 ในการจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการรับบริการของผู้ป่วยในกระบวนการปัจจุบัน และภายหลังการปรับปรุงกระบวนการใหม่โดยใช้ระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาแบบอิเล็กทรอนิกส์ (CPOE) โดยสร้างแบบจำลองระบบปัจจุบันเป็นดังรูปที่ 5

กำหนดระยะเวลาการดำเนินการของแต่ละขั้นตอน (Server Processing Time) ในแบบจำลอง โดยหาระยะเวลาโดยเฉลี่ยทางสถิติ (Mean, Median, Mode) จากข้อมูลจริงโดยใช้โปรแกรม R version 4.3.1 และใช้โปรแกรม Qlikview Version 11.20 SR12 มาวิเคราะห์รูปแบบการกระจายข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่วิเคราะห์ได้เป็นแบบ Poisson และ Exponential ส่วนขั้นตอนที่ข้อมูลของระยะเวลาดำเนินการไม่มีรูปแบบการกระจายที่ชัดเจน จะกำหนดมีการสุ่มระยะเวลาการดำเนินการ



รูปที่ 5 แบบจำลองขั้นตอนการมาทำนัดผู้ป่วย USG ในปัจจุบัน



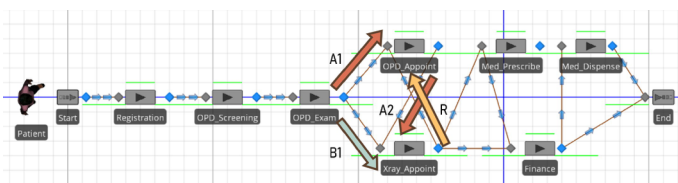
รูปที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบการกระจายของข้อมูลระยะเวลาการดำเนินการ (Server Processing Time) ของแต่ละขั้นตอนเป็นแบบ Poisson, Exponential และ Random โดยใช้โปรแกรม Qlikview

ให้เป็นแบบ Triangular ดังตัวอย่างในรูปที่ 6 และกำหนดจำนวนหน่วยของจุดบริการเริ่มต้น (Initial Capacity) ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการตั้งค่า PARAMETERS ในแต่ละขั้นตอน (SERVER)

No.	Current Track Process	Server	Average time (mins)	Server Processing Time (mins)	Initial Capacity
1	ตรวจสอบวาระเบียน	Registration	22.13	Random.Poisson(22.13)	5
2	จุดคัดกรองผู้ป่วยนอก	OPD_Screening	6.38	Random.Exponential(6.38)	3
3	เข้านัดตรวจพบแพทย์	OPD_Exam	4.28	Random.Exponential(4.28)	5
4	จุดทำนัดหมายห้องตรวจ	OPD_Appoint	21.12	Random.Triangular(2,20,60)	3
5	จุดทำนัดหมายรังสีวิทยา	Xray_Appoint	3.52	Random.Poisson(3.52)	1
6	ยื่นใบสั่งยา	Med_Prescribe	42.43	Random.Triangular(2,40,60)	2
7	จ่ายเงินห้องการเงิน	Finance	5.41	Random.Exponential(5.41)	2
8	รับยาที่ห้องยา	Med_Disense	2	2	2

กำหนดระยะเวลาเดินทางมาทำนัด USG ที่แผนกรังสีวิทยาของผู้ป่วยในแต่ละเส้นทางในแบบจำลอง (Time Path) โดยหาระยะเวลาโดยเฉลี่ยทางสถิติและรูปแบบการกระจายข้อมูลแบบที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 2



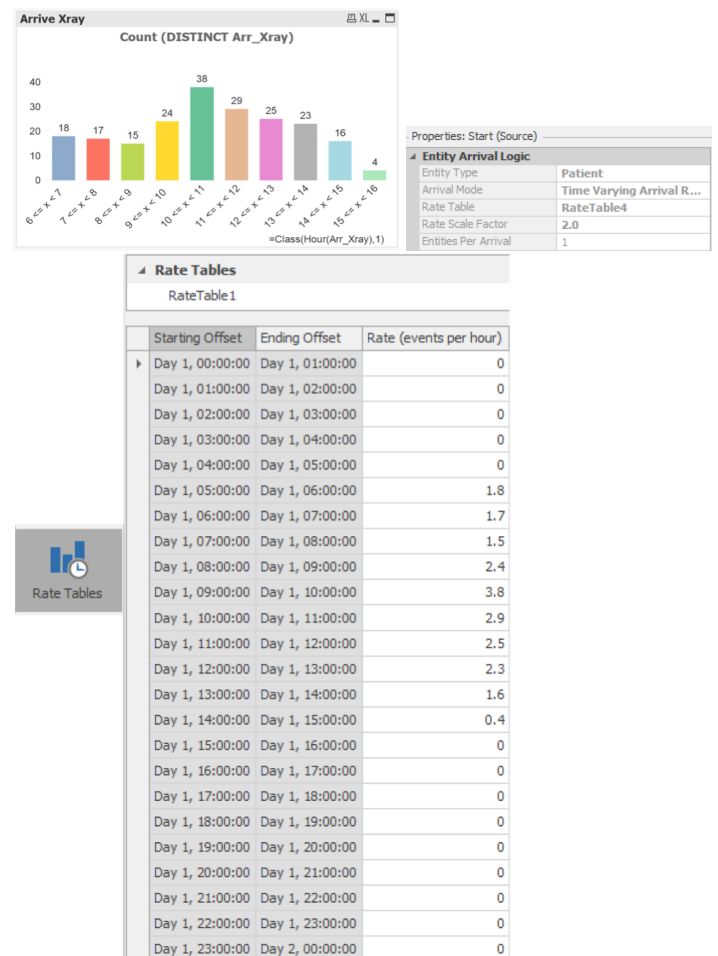
รูปที่ 7 เส้นทางการเดินทางมาทำนัด USG ในแบบจำลองระบบปัจจุบัน

ตารางที่ 2 แสดงการตั้งค่า Parameters ในแต่ละเส้นทาง (Time Path)

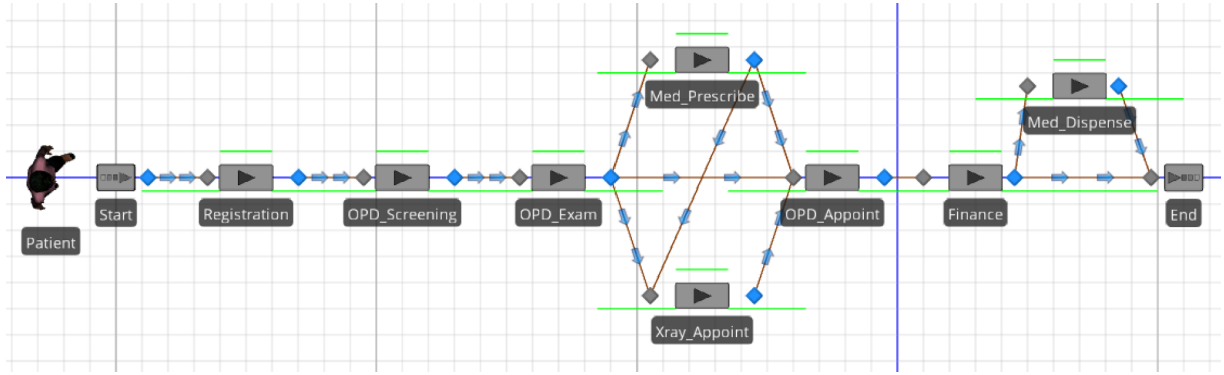
Path	From	To	Average time (mins)	Time Path (mins)	Route Selection Weight
A1	OPD_Exam	OPD_Appoint	24.12	Random.Triangular(2,24,60)	0.5
A2	OPD_Appoint	Xray_Appoint	19.01	Random.Poisson(19.01)	1
B	OPD_Exam	Xray_Appoint	47.11	Random.Triangular(2,40,60)	0.5
R	Xray_Appoint	OPD_Appoint	65.19	Random.Triangular(2,60,120)	0.1

กำหนดอัตราผู้ป่วยที่จะเข้ามาใช้บริการ (Arrival Rate) ในแต่ละช่วงเวลาตามตารางเวลา (Rate Table) โดยอ้างอิงจากการวิเคราะห์ข้อมูลจริงดังรูปที่ 8 ประมาณการให้ผู้ป่วยที่มาใช้บริการเฉลี่ย 40 คนต่อวัน

หลังจากนั้นสร้างแบบจำลองระบบที่ปรับปรุงใหม่ โดยลดขั้นตอนและเส้นทางเดินทางของผู้ป่วยที่มาที่แผนกรังสีวิทยา เปลี่ยนเป็นการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยารวมถึงการส่งใบสั่งยาให้เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (CPOE) แทน และกำหนดระยะเวลาการดำเนินการของแต่ละขั้นตอน (Xray Appoint และ Med



รูปที่ 8 อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate) ตามตารางเวลา (Rate Table)



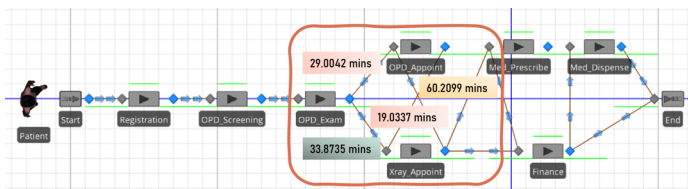
รูปที่ 9 แบบจำลองขั้นตอนการมาทำนัดผู้ป่วย USG ที่ปรับปรุงใหม่โดยใช้ระบบ CPOE

Prescribe) อ้างอิงจากการทำงานจริงในการกรอกข้อมูลโดยเฉลี่ยให้เป็น 3 นาที จะได้แบบจำลองสถานการณ์ขั้นตอนการทำนัด USG ที่ปรับปรุงใหม่เป็นดังรูปที่ 9

ทำการทดลองจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบันและระบบที่ปรับปรุงใหม่เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยกำหนด Warm-up Period เป็น 0 จำนวนรอบที่รัน (Default Replications) เป็น 10 และไม่ได้กำหนด Seeds เพื่อหาและเปรียบเทียบระยะเวลาการรับบริการเฉลี่ยของแต่ละระบบก่อนและหลังการปรับปรุง

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจำลองสถานการณ์ของระบบปัจจุบันพบว่า ขั้นตอนเดินทางมาทำนัด USG ที่แผนกรังสีวิทยาของผู้ป่วยในแต่ละเส้นทางในปัจจุบันใช้เวลาดังรูปที่ 10 ซึ่งรวมแล้วใช้เวลา TATs สูงสุดถึง 108.2478 นาที เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ยกับระบบที่ปรับปรุงใหม่ พบว่า ใช้เวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากระบบปัจจุบันที่ใช้เวลาโดยรวมเฉลี่ย 128.68 นาที เหลือเพียง 82.9934 นาที คิดเป็นลดลงถึง 35.5% โดยระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนโดยเฉลี่ย (Time in system) ได้จากการทดลองจำลองสถานการณ์ในแบบจำลองระบบปัจจุบัน และระบบที่ปรับปรุงใหม่โดยใช้ CPOE แสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 10 ระยะเวลาของเส้นทางการเดินทางมาทำนัด USG ในจากการทดลองจำลอง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนโดยเฉลี่ย (TIME IN SYSTEM) ที่จากการทดลองจำลองสถานการณ์ ก่อนและหลังปรับปรุงระบบ

No.	Server	Time in system			
		Current Model (Paper-based)		New Model (CPOE)	
		Average (mins)	Half-width of 95%CI	Average (mins)	Half-width of 95%CI
1	Registration	54.5310	0.8732	56.0957	1.0152
2	OPD_Screening	8.2505	0.0843	8.2397	0.0865
3	OPD_Exam	5.2374	0.0622	5.1749	0.0539
4	OPD_Appoint	52.5317	0.9723	107.3914	2.1458
5	Xray_Appoint	5.0637	0.0824	3.3923	0.0247
6	Med_Prescribe	90.7299	2.7262	3.2711	0.0190
7	Finance	6.00	0.0821	6.4374	0.0957
8	Med_Dispose	2.0978	0.0036	2.0820	0.0056
Total (Average)		128.68	0.9064	82.9934	0.8909
Total (Maximum)		483.51	37.7768	232.8620	12.0021

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ในรายละเอียดเพิ่มเติมพบว่า ขั้นตอนอื่นๆส่วนใหญ่ใช้เวลาใกล้เคียงกันทั้งสองระบบ ยกเว้นขั้นตอนที่จุดทำนัดหน้าห้องตรวจผู้ป่วยนอก (OPD Appoint) ซึ่งใช้เวลาเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าในระบบที่ปรับปรุงใหม่ จาก 52.5317 นาที เป็น 107.3914 นาที ซึ่งเป็นสิ่งที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าแล้ว เนื่องจากขั้นตอนก่อนหน้าใช้เวลาลดลงอย่างมาก จึงทำการทดลองจำลองสถานการณ์เพิ่มเติมโดยการเพิ่มจำนวนหน่วยของจุดบริการนี้ จากเริ่มต้นเป็น 3 หน่วย เป็น 5 หน่วย และ 8 หน่วย เปรียบเทียบกันได้ข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนโดยเฉลี่ย (TIME IN SYSTEM) ที่จากการทดลองจำลองสถานการณ์ ก่อนและหลังปรับปรุงระบบ

Experiment (Avg, mins)	Scenario 1 (Capacity = 3)	Scenario 2 (Capacity = 5)	Scenario 3 (Capacity = 8)
Model Time in system	82.0870	70.6	69.7438
Half-width of 95%CI	0.8909	0.3009	0.1777
OPD App Service Time	102.2950	79.5454	79.1396
Half-width of 95%CI	2.1458	1.4870	1.4834

จากการทดลองเพิ่มเติมพบว่า หากทำการเพิ่มจำนวนหน่วยของจุดนัดหมายห้องตรวจ (OPD Appoint) จากเริ่มต้น 3 หน่วย เป็น 5 หน่วย จะใช้เวลาในขั้นตอนนี้ลดลงจาก 102.2950 นาที เป็น 79.5454 นาที และระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ยลดลงจาก 82.0870 นาที เป็น 70.6 นาที คิดเป็นลดลงมากขึ้นอีก 14% แต่ถ้าเพิ่มเป็น 8 หน่วย ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้จะลดลงเหลือ 79.1396 นาที และ ระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ยจะลดลงเป็น 69.7438 นาที ซึ่งไม่แตกต่างกับตอนที่เพิ่มหน่วยบริการ 5 หน่วยมากนัก ดังนั้นถ้าสรุปได้ว่าเราเพิ่มจำนวนหน่วยบริการเป็น 5 หน่วย ในระบบที่ปรับปรุงใหม่ จะสามารถระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ยได้ถึงประมาณเกือบ 50% จากระบบปัจจุบัน ซึ่งน่าจะเป็นจุดที่คุ้มค่ามากที่สุด

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ดำเนินการสร้างและทดสอบแบบจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการมาทำนัด USG โดยระบบการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยาด้วยแบบฟอร์มกระดาษในปัจจุบัน กับระบบที่ปรับปรุงใหม่โดยใช้ระบบส่งคำสั่งอิเล็กทรอนิกส์ (CPOE) ในการส่งคำขอส่งตรวจทางรังสีวิทยา และการส่งใบสั่งยา จากการทดลองในแบบจำลองสถานการณ์พบว่า การเปลี่ยนมาใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถลดระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ยของผู้ป่วยได้ถึง 35.5% โดยเวลาเฉลี่ยลดลงจาก 128.68 นาที เหลือเพียง 82.9934 นาที และเมื่อทำการทดลองวิเคราะห์จุดคอขวด (bottleneck) ตรงจุดนัดหมายห้องตรวจผู้ป่วยนอก (OPD Appoint) พบว่า การเพิ่มจำนวนหน่วยบริการที่จุดนัดหมายห้องตรวจผู้ป่วยนอก จาก 3 หน่วย เป็น 5 หน่วย จะช่วยลดระยะเวลาการรับบริการโดยรวมเฉลี่ย (TATs) ได้ถึงประมาณ 50% เมื่อเทียบกับระบบเดิม ซึ่งน่าจะเป็นจุดที่คุ้มค่ามากที่สุด ผลลัพธ์เหล่านี้ตอกย้ำถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการนำ CPOE มาใช้ในงานรังสีวิทยา ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล การทำงานที่ล่าช้า ระบบและระยะเวลาการมาทำนัดตรวจทางรังสีวิทยาแบบเดิมที่ยุ่งยากและใช้เวลานาน โดยการพัฒนาระบบนี้จะนำไปสู่การพัฒนา ระบบสารสนเทศรังสีวิทยาแบบไร้กระดาษ (Paperless RIS) อย่างยั่งยืน ซึ่งขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาโปรแกรม HIS ซึ่งไม่ได้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเนื่องจากโปรแกรมที่โรงพยาบาลใช้มีส่วนเสริมด้านนี้อยู่แล้ว เพียงแต่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง และนำเสนอกับคณะผู้บริหาร แต่ในขณะเดียวกัน ก็ต้องพิจารณาถึงผลกระทบและปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับแผนกต่างๆ และขั้นตอนในส่วนอื่นหลังทำการปรับปรุงระบบ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรและบุคลากรทำงานที่มีอยู่จำกัด เพื่อป้องกันและเตรียมหาทางแก้ไขปัญหานั้นๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา

จากการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานของบุคลากรและผู้รับบริการที่คุ้นชินกับการทำงานโดยใช้กระดาษแบบดั้งเดิมมายาวนาน โดยอาจจะมีการอบรมและประชาสัมพันธ์ในช่วงเริ่มต้น เพื่อที่จะได้พัฒนาคุณภาพการบริการของโรงพยาบาล นพรัตนราชธานีให้ก้าวหน้าไปในทุกส่วนอย่างพร้อมเพรียงกันต่อไป

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank the assistance provided by artificial intelligence technology, for editorial support in summarizing the findings and improving the manuscript's clarity and presentation. The final content, scientific findings, and conclusions remain the sole responsibility of the authors.

REFERENCES

- [1] A. Georgiou, M. Prgomet, A. Markewycz, E. Adams, and J. I. Westbrook, "The impact of computerized provider order entry systems on medical-imaging services: a systematic review," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 18, no. 3, pp. 335–340, Mar. 2011, doi: <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2010-000043>.
- [2] European Society of Radiology, "'Role of Radiology in a Multidisciplinary Approach to Patient care': Summary of the ESR International Forum 2022," *Insights into Imaging*, vol. 14, no. 1, Feb. 2023, doi: <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01377-x>.
- [3] A. SALAM, and S.-U.-D. SAIF, "RADIOLOGY REQUEST FORM", *The Professional Medical Journal*, vol. 20, no. 02, pp. 308–312, Feb. 2013, doi: <https://doi.org/10.29309/tpmj/2013.20.02.635>.
- [4] Wolters Kluwer, "Nursing Documentation: How to Avoid the Most Common Medical Documentation Errors," www.wolterskluwer.com, Feb. 23, 2018, Available: <https://www.wolterskluwer.com/en/expert-insights/nursing-documentation-how-to-avoid-the-most-common-medical-documentation-errors>
- [5] D. McIntyre and C. K. Chow, "Waiting Time as an Indicator for Health Services under Strain: a Narrative Review," *INQUIRY: the Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, vol. 57, no. 1, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.1177/0046958020910305>.

- [6] [7] AHRA, "Evaluating Turnaround Time for Medical Imaging Studies: Why Defining Key Performance Indicators Matters," LINK, Jul. 09, 2025, Available: <https://link.ahra.org/2025/07/09/evaluating-turn-around-time-for-medical-imaging-studies-why-defining-key-performance-indicators-matters/>
- [7] C. Bleustein, D. B. Rothschild, A. Valen, E. Valatis, L. Schweitzer, and R. Jones, "Wait times, patient satisfaction scores, and the perception of care," *The American Journal of Managed Care*, vol. 20, no. 5, pp. 393–400, May 2014, Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25181568/>
- [8] B. Dixon and A. Zafar, "Inpatient Computerized Provider Order Entry (CPOE) | AHRQ Digital Health care Research: Informing Improvement in Care Quality, Safety, and Efficiency," digital.ahrq.gov, Jan. 2009, Available: <https://digital.ahrq.gov/ahrq-funded-projects/emerging-lessons/computerized-provider-order-entry-inpatient/inpatient-computerized-provider-order-entry-cpoe>
- [9] A. M. Steele and M. DeBrow, "Efficiency Gains with Computerized Provider Order Entry," PubMed, 2008, Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK43766/>
- [10] T. K. Alkasab, J. R. Alkasab, and H. H. Abujudeh, "Effects of a Computerized Provider Order Entry System on Clinical Histories Provided in Emergency Department Radiology Requisitions," *Journal of the American College of Radiology*, vol. 6, no. 3, pp. 194–200, Mar. 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2008.11.013>.
- [11] A. Georgiou, M. Prgomet, A. Markewycz, E. Adams, and J. I. Westbrook, "The impact of computerized provider order entry systems on medical-imaging services: a systematic review," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 18, no. 3, pp. 335–340, Mar. 2011, doi: <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2010-000043>.
- [12] P. Troude et al., "Improvement of radiology requisition," *Diagnostic and Interventional Imaging*, vol. 95, no. 1, pp. 69–75, Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2013.07.002>.
- [13] E. Vecellio and A. Georgiou, "Integrating the Radiology Information System with Computerised Provider Order Entry: The Impact on Repeat Medical Imaging Investigations," *Studies in health technology and informatics*, vol. 227, pp. 126–31, 2016, Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27440300/>
- [14] E. G. Poon, D. Blumenthal, T. Jaggi, M. M. Honour, D. W. Bates, and R. Kaushal, "Overcoming the Barriers to the Implementing Computerized Physician Order Entry Systems in US Hospitals: Perspectives from Senior Management," *AMIA Annual Symposium Proceedings*, vol. 2003, p. 975, 2024, Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1480209/>
- [15] J. Hunpradit, "ประสิทธิภาพของกระบวนการสั่งใช้ยาผ่านระบบคอมพิวเตอร์ (Computerized Physician Order Entry) ในระบบบริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมุทรสาคร," *Hua Hin Medical Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 30–41, 2024, Accessed: Sep. 26, 2025. [Online]. Available: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/hhsk/article/view/268195>
- [16] S. Tharakulphan, "Reducing the patient waiting time for radiological examination appointments at Khon Kaen Hospital using the radiological information program system and the process redesign concept", *J Thai Med Inform Assoc*, vol. 10, no. 1, pp. 59–64, Jun. 2024.
- [17] D. Ng, G. Vail, S. Thomas, and N. Schmidt, "Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department," *CJEM*, vol. 12, no. 01, pp. 50–57, Jan. 2010, doi: <https://doi.org/10.1017/s1481803500012021>.
- [18] L. M. Breen, R. Trepp, and N. Gavin, "Lean Process Improvement in the Emergency Department," *Emergency Medicine Clinics of North America*, vol. 38, no. 3, pp. 633–646, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.emc.2020.05.001>.
- [19] S. Chanpanitkitchot, "Process redesign and simulation model for reducing waiting time at Gynecologic Outpatient Department Rajavithi Hospital", *J Thai Med Inform Assoc*, vol. 10, no. 2, pp. 19–28, Nov. 2024.
- [20] N. Chanaprakhon, "Simulation model to reduce waiting times of hypertensive patients at Wang Nam Khiao Hospital", *J Thai Med Inform Assoc*, vol. 10, no. 2, pp. 8–18, Nov. 2024