KKU Engineering Journal

http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/

การประยุกต์ใช้ผังงานสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลาเฉลี่ยในการให้บริการผู้ป่วยในหน่วยฉุกเฉิน : กรณีศึกษาหน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน โรงพยาบาลศรีนครินทร์

An application of the value stream mapping and computer simulation for reducing an average service time for patients in the emergency care unit : a case study of the out-patient emergency care unit, Srinagarind Hospital

ละอองดาว ขุนงิ้ว และ ปณิธาน พีรพัฒนา*

Laongdao Khunngio and Panitarn Peerapattana*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen Univeristy, Khon Kaen, Thailand, 40002

Received September 2012

Accepted March 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการ เพื่อลดเวลาการให้บริการผู้ป่วยในหน่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา หน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉินโรงพยาบาลศรีนครินทร์ โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือลีนสร้างผังงานสายธารคุณค่า เพื่อกำหนดรูปแบบการปรับปรุงกระบวนการให้บริการและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการเปรียบเทียบเวลาในแต่ละแนวทาง จากการศึกษาผู้ป่วย 3 ประเภทหลักคือ 1) ผู้ป่วยประเภทกลับบ้านโดยไม่มีหัตถการ 2) ผู้ป่วยประเภทได้รับการเอ็กซเรย์และตรวจเลือดที่มีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน และ 3) ผู้ป่วยประเภทได้รับการตรวจเลือดและมีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน สามารถกำหนดรูปแบบการปรับปรุงการทำงานได้ 15 รูปแบบ และผลจากการจำลองสถานการณ์พบว่า รูปแบบการปรับปรุงที่ 6 สามารถลดเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยประเภทที่ 1 ได้มากที่สุด ขณะที่รูปแบบการปรับปรุงที่ 15 สามารถลดเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยประเภทที่ 2 และ 3 ได้มากที่สุด งานวิจัยนี้จึงเสนอรูปแบบการปรับปรุงที่ 15 เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้บริการ โดยสามารถลดเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยประเภทที่ 1, 2 และ 3 ลดลงคิดเป็น ร้อยละ 15.99, 21.29 และ 18.85 ตามลำดับ

คำสำคัญ : หน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน เครื่องมือลีน ผังงานสายธารคุณค่า การจำลองสถานการณ์

Abstract

The objective of this research is to propose guidelines for improving service efficiency in order to reduce the service time for patients by applying the Lean tools to create the Value Stream Mapping for determining the patterns of service process improvement, and to create a computer simulation model for comparing the service times of each improved process. From the study of the three main types of patients which are the patients returning home without intervention, the patients receiving X-rays and blood tests with diagnosis to

* Corresponding author. Tel.: +66-86715-3906

Email address: panpee@kku.ac.th

return home, and the patients receiving blood tests with diagnosis to return home; the service process improvement could be determined into fifteen scenarios and the results from computer simulation indicated that the sixth scenario of improvement could most reduce an average time for the typed-1 patients while the fifteenth scenario of improvement could most reduce the average times for the patients of types 2 and 3. This research therefore, proposed the fifteenth scenario for improving the service process, which could reduce the average service times for the patients of types 1, 2, and 3 to 15.99, 21.29, and 18.85 percent respectively.

Keywords : Out-patient emergency care unit, Lean tools, Value stream mapping, Computer simulation

บทนำ

ปัจจุบันทุกองค์กรต้องพัฒนา การดำเนินงานในหน่วยงานของตนเองอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินต่อไปได้ภายใต้สภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบัน แม้แต่หน่วยงานของภาครัฐที่รับเงินงบประมาณสนับสนุน การดำเนินงานต้องบริหารจัดการหน่วยงานอย่างมีประสิทธิภาพ

โรงพยาบาลถือเป็นหน่วยงานบริการด้านสุขภาพที่สำคัญประเภทหนึ่งจำเป็นต้องมีระบบการจัดการที่ดีและมีประสิทธิภาพเพื่อช่วยให้ขั้นตอนการทำงานง่ายขึ้นและใช้เวลาน้อยลงเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้ป่วย โดยเฉพาะหน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้การรักษาผู้ป่วยตลอด 24 ชั่วโมง และมีความสำคัญต่อชีวิตของผู้ป่วยมากที่สุด เนื่องจากเป็นด่านแรกสำหรับผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วยอย่างกะทันหันทั้งที่อยู่ในภาวะฉุกเฉินและวิกฤตรวมถึงผู้ที่ประสบอุบัติภัย ซึ่งต้องการความช่วยเหลืออย่างรีบด่วนทั้งภายในและภายนอกโรงพยาบาล

จากสถิติจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาที่หน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน โรงพยาบาลศรีนครินทร์ ในปี พ.ศ.2549-2554 มีแนวโน้มสูงขึ้นในขณะที่ผู้ให้บริการหรือบุคลากรของทางโรงพยาบาล มีจำนวนจำกัด ส่งผลให้เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในหน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉินนานและ ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ป่วยทั้งร่างกายและจิตใจ ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจรักษาในแต่ละวันไม่แน่นอนและมีขั้นตอนการรักษาหลายขั้นตอน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการเพื่อลดเวลาการให้บริการผู้ป่วย โดยประยุกต์ใช้ผังงานสายธารคุณค่า (Value stream mapping) ในการพิจารณากิจกรรมสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้บริการและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการเปรียบเทียบเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละแนวทาง ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์จะเป็นแนวทางสำหรับหน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉินโรงพยาบาลศรีนครินทร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการนำแนวคิดแบบลีน (Lean) มาประยุกต์ใช้ทั้งในอุตสาหกรรมการผลิตและการให้บริการเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในองค์กร เช่น Thetprasit [1] ได้ใช้แผนภาพสายธารคุณค่าช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิตและใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^2 เพื่อปรับปรุงการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้วและ พบว่า ระดับปัจจัยที่เหมาะสมต่ออุณหภูมิการอบ คือ 165 องศาเซลเซียส และเวลาการอบ คือ 75 นาที โดยปัจจัยดังกล่าวสามารถลดของเสียเหลือร้อยละ 6 ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการอบได้ร้อยละ 55.56 และผลจากการขจัดความสูญเปล่าสามารถลดเวลาการผลิตรวมจาก 10 วัน เหลือ 7 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 30

Eric et al. [2] ได้นำหลักการลีน เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงการให้บริการในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาล

แห่งหนึ่ง ผลการปรับปรุงพบว่าผู้ป่วยเข้ามารับการรักษาเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.23 เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบลดลง ความพึงพอใจของผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ค่าใช้จ่ายไม่เพิ่มขึ้นตาม

ในขณะเดียวกันได้มีการนำ การจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการให้บริการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังงานวิจัยของ Phruksaphanrat et al. [3] ได้ทำการศึกษาสายการผลิตแผ่นวงจรชนิดอ่อน ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ การสร้างแบบจำลองของสายการผลิตแผ่นวงจรชนิดอ่อนนั้นจะช่วยให้สามารถศึกษาและทำการวิเคราะห์หาจุดที่เป็นปัญหาของสายการผลิตได้อย่างถูกต้องและเมื่อนำทฤษฎีข้อจำกัดมาวิเคราะห์หาจุดที่เป็นข้อจำกัดของระบบ ที่ควรทำการแก้ไขนั้นปรากฏว่าสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ร้อยละ 150

Kudtha [4] ได้ศึกษาระบบแถวคอยของธนาคารไทยพาณิชย์สาขามหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาพบว่า ในช่วงวันปกติรูปแบบที่เหมาะสม คือ กำหนด ให้มีช่องบริการ 1 รายการเท่านั้นจำนวน 2 ช่อง, 4 ช่องสำหรับให้บริการ 1-2 รายการ และ 1 ช่อง เพื่อให้บริการตั้งแต่ 3 รายการขึ้นไป ผลคือ จำนวนผู้มาใช้บริการโดยเฉลี่ยต่อวัน สูงสุดถึง 404 คน ในช่วงวันเงินเดือนออก ผลการจำลองพบว่า รูปแบบต่างๆ ที่จำลองขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบปัจจุบันมีผลที่ไม่แตกต่างกัน

Lowya et al. [5] ได้ศึกษาระบบ การให้บริการผู้ป่วยนอกที่ห้องจ่ายยาโรงพยาบาลขอนแก่นด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ เพื่อหานโยบายในการกำหนดจำนวนผู้ให้บริการ ณ จุดต่างๆ ที่ทำให้เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบไม่นานเกินไป ซึ่งผู้วิจัยจำลอง 5 นโยบาย พบว่านโยบายที่ 5 ทำให้เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบและเวลาที่ผู้ป่วยรอคอยน้อยที่สุด คือ 17.02 และ 9.86 นาทีต่อคน ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้นำแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต ดังงานวิจัยของ Nakamanuruck [6] ได้ศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานผลิตปลานิลแช่แข็งขนาดเล็ก เพื่อให้โรงงานสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากที่สุดและยังตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ผลการจำลองพบว่า การทดลองที่ 6 เป็นการทำงานที่ได้ตามเป้าหมายและมีต้นทุนแรงงานต่อกิโลกรัมน้อยที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดแบบลีนข้างต้นนี้ พบว่าเครื่องมือของลีนที่สามารถช่วยระบุกิจกรรมสูญเปล่าของกระบวนการผลิตหรือบริการได้ คือผังงานสายธารคุณค่า และพบว่า การจำลองสถานการณ์สามารถเลียนแบบระบบการทำงานจริงลดค่าใช้จ่ายในการทดลองและสามารถทำการทดลองซ้ำๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถแสดงแนวทางต่างๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงการทำงานได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้ผังงานสายธารคุณค่าในการพิจารณากิจกรรมสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้บริการ เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการและใช้การจำลองสถานการณ์ในการเปรียบเทียบเวลา การเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละแนวทาง เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้บริการที่หน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน กรณีศึกษาโรงพยาบาลศรีนครินทร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 รวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ให้บริการเช่น แพทย์ พยาบาล ข้อมูลเวลาในการให้บริการในแต่ละขั้นตอนและข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาที่โรงพยาบาลกรณีศึกษา

2.2 วิเคราะห์หาประเภทผู้ป่วยที่จะทำการศึกษา โดยใช้แผนภาพพาเรโตและใช้ผังงานสายธารคุณค่า ระบุกิจกรรมที่สูญเปล่า จากนั้นใช้แผนผังเหตุและผลวิเคราะห์หาสาเหตุของกิจกรรมที่สูญเปล่า เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไข

2.3 จัดทำแบบจำลองสถานการณ์ตามขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันโดยใช้โปรแกรม Arena 13.0 และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยใช้การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยด้วย T – test

2.4 กำหนดรูปแบบปรับปรุงการให้บริการ จากนั้นจำลองสถานการณ์ตามรูปแบบที่นำเสนอ

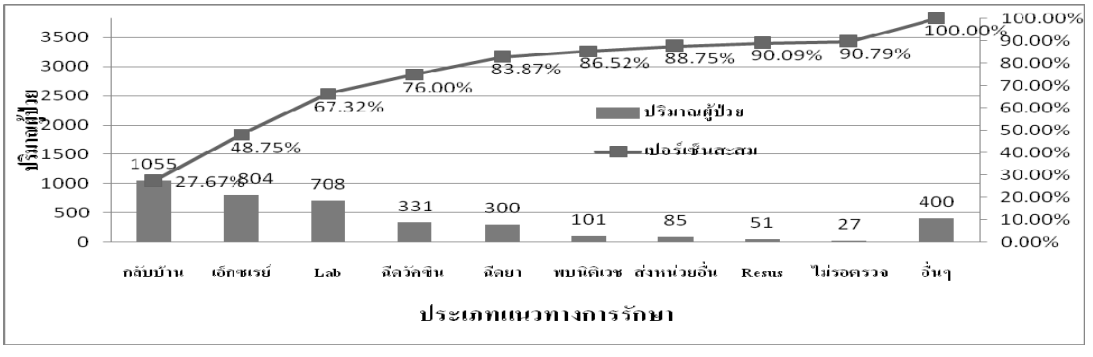
2.5 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในหน่วยฉุกเฉินก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงตามแนวทางที่นำเสนอ

2.6 สรุปผลงานวิจัย เพื่อนำเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการที่โรงพยาบาลกรณีศึกษา

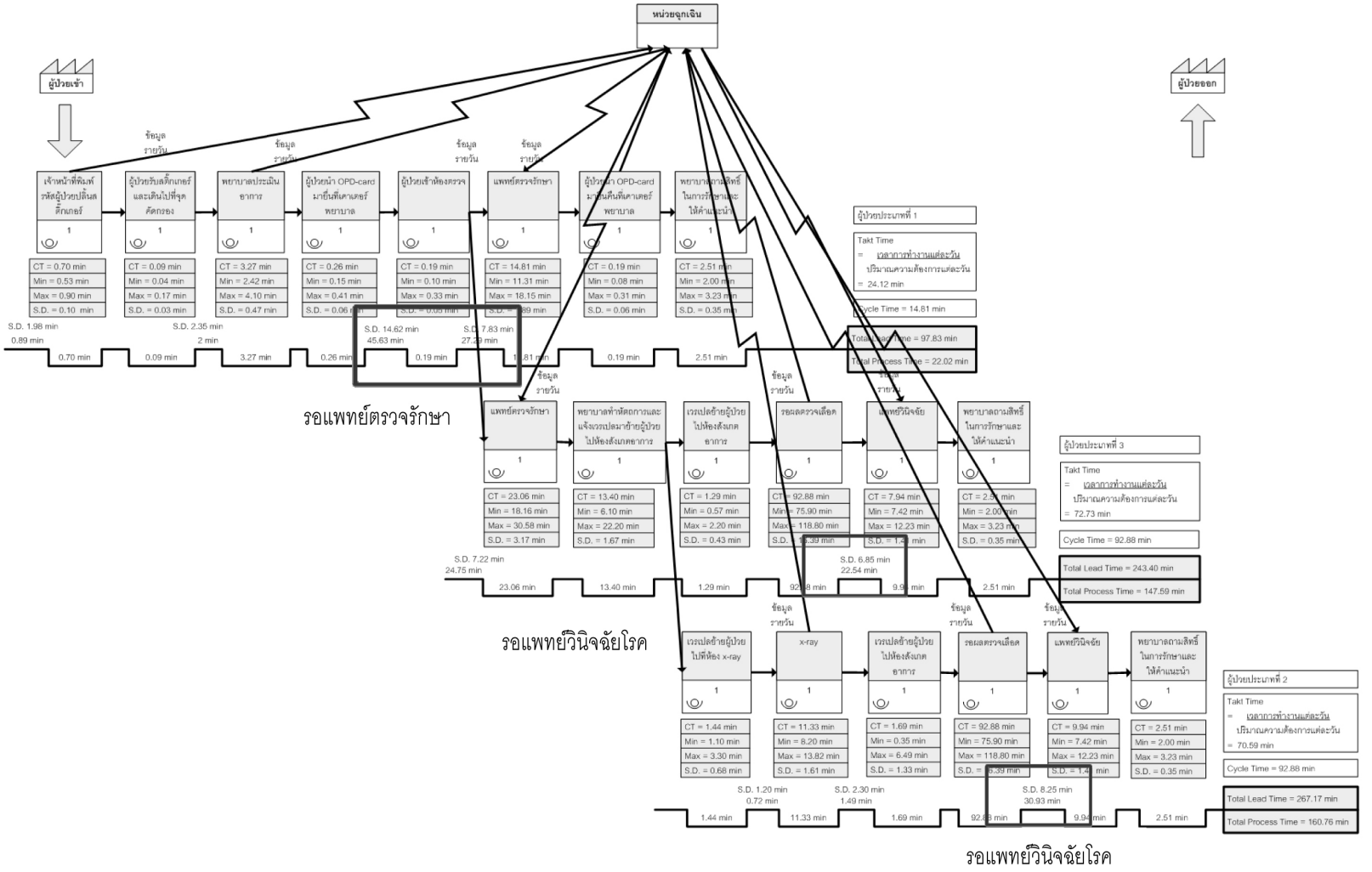
3. กำหนดปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษา สัดส่วนของแพทย์ต่อจำนวนผู้ป่วยในเวรเช้าเวรบ่ายและเวรดึก เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ในเวรเช้ามีสัดส่วนของแพทย์ต่อจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1:36 คน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษากระบวนการให้บริการเฉพาะในเวรเช้าและจากการศึกษาจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารักษา โดยมีการคัดกรองผู้ป่วยออกเป็น 4 ระดับ พบว่า จำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยในระดับรีบเร่งและไม่รีบเร่งรวม คิดเป็นร้อยละ 96.71 ของผู้ป่วยทั้งหมดในเวรเช้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาผู้ป่วยในระดับรีบเร่งและไม่รีบเร่งจากประเภทของผู้ป่วยในระดับรีบเร่งและไม่รีบเร่ง ผู้วิจัยยังได้แบ่งประเภทของผู้ป่วยเพิ่มเติมตามแนวทางในการรักษาที่หลากหลายขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค ดังรูปที่ 1 เพื่อใช้สำหรับทำการศึกษาต่อไป

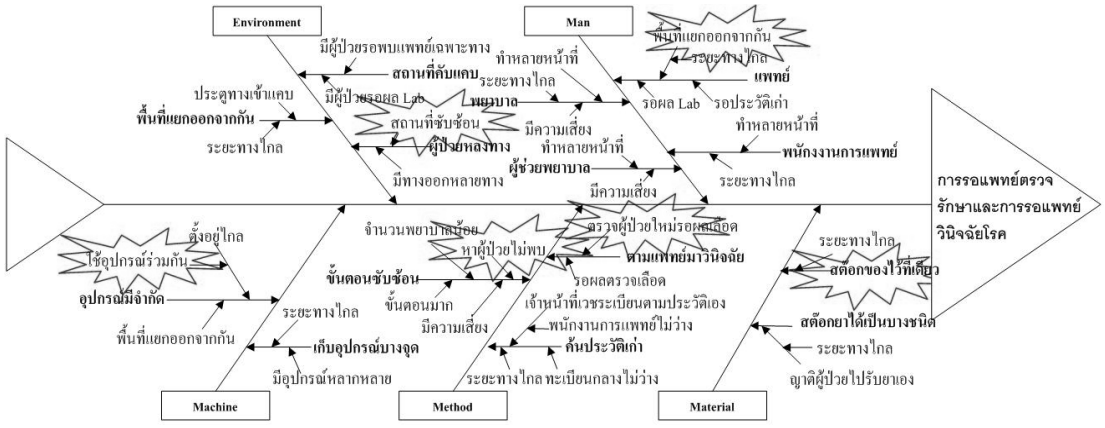
จากแผนภาพพาเรโตรูปที่ 1 พบว่า จำนวนผู้ป่วย 3 ประเภทหลัก คือ 1) ผู้ป่วยประเภทกลับบ้านโดยไม่มีหัตถการ 2) ผู้ป่วยประเภทได้รับการเอ็กซเรย์และตรวจเลือดที่มีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน และ 3) ผู้ป่วยประเภทได้รับการตรวจเลือดและมีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน ซึ่งมีจำนวนผู้ป่วยรวมคิดเป็นร้อยละ 67.32 ของผู้ป่วยทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทำการศึกษาผู้ป่วย 3 ประเภทหลักนี้ โดยศึกษาเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วย 3 ประเภทใช้ในหน่วยฉุกเฉินเริ่มจากขั้นตอนการเข้ารับการรักษาจนถึงแพทย์วินิจฉัยเสร็จ คือ ให้กลับบ้าน หรือให้นอนพักรักษาต่อ หรือส่งไปรักษาต่อที่โรงพยาบาลอื่น สำหรับเวลาที่ผู้ป่วยเหล่านี้อยู่ในระบบจะไม่นับรวมเวลาในขั้นตอน การรอเข้าพักรักษาต่อหรือรอการส่งไปรักษาต่อที่โรงพยาบาลอื่นและขั้นตอนการรับยา เนื่องจากอยู่นอกเหนือการควบคุมของหน่วยฉุกเฉิน จากปัญหาที่พบในปัจจุบันของกรณีศึกษา คือ เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบนาน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงใช้ผังงานสายธารคุณค่าเพื่อระบุความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้บริการ และจากการศึกษากระบวนการให้บริการในปัจจุบันสามารถสร้างผังงานสายธารคุณค่า [1, 6, 7] ได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพพาเรโตแสดงจำนวนผู้ป่วย



รูปที่ 2 แสดงผังงานสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน



รูปที่ 3 แผนผังแสดงเหตุและผลของ

จากผังงานสายธารคุณค่ารูปที่ 2 พบว่ากระบวนการที่สูญเปล่าคือการรอแพทย์ตรวจรักษาและการรอแพทย์วินิจฉัยโรค ซึ่งมีเวลารอเฉลี่ย 72.92 และ 26.73 นาทีต่อคน ตามลำดับ

ดังนั้นการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาการรอแพทย์ตรวจรักษาและการรอแพทย์วินิจฉัยโรคโดยการระดมสมองจากผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแผนผังเหตุและผล เพื่อแสดงถึงสาเหตุต่างๆ ดังรูปที่ 3 และนำสาเหตุนั้นไปดำเนินการหาวิธีแก้ไข ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาและดัชนีชี้วัด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแนวทางในการแก้ไขปัญหาและดัชนีชี้วัด

ปัจจัยหลัก	สาเหตุ	แนวทางในการแก้ไข	ตัวชี้วัด
Man	- พื้นที่แยกจากกัน	- ทำที่กั้นเพื่อเป็นห้องตรวจที่จุดสังเกตอาการ	- ระยะทางการเดินลดลง - เวลาเฉลี่ยลดลง
Machine	- เก็บอุปกรณ์ไว้จุดเดียว	- แยกเก็บอุปกรณ์ระหว่างจุดห้องตรวจและจุดห้องสังเกตอาการ	- ระยะทางการเดินลดลง - เวลาเฉลี่ยลดลง
Material	- สต๊อกของไว้ที่เดียว	- แยกสต๊อกระหว่างจุดห้องตรวจและจุดห้องสังเกตอาการ	- ระยะทางการเดินลดลง - เวลาเฉลี่ยลดลง
Method	- หาผู้ป่วยไม่พบ - ตรวจผู้ป่วยใหม่ก่อนวินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิม	- ลงโปรแกรม AE IS ที่คอมพิวเตอร์ในห้องตรวจและเพิ่มเลขห้องตรวจ - เมื่อผลตรวจเลือดออกให้แพทย์วินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิมก่อนเริ่มตรวจผู้ป่วยใหม่	- เวลาเฉลี่ยลดลง
Environment	- สถานที่ซับซ้อน	- ติดป้ายอธิบายหรือป้ายสัญลักษณ์	- เวลาเฉลี่ยลดลง

จากสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหา การรอแพทย์ตรวจรักษาและการรอแพทย์วินิจฉัยโรค ดังตารางที่ 1 ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ 4 แนวทาง ดังนี้

(1) ทำที่กั้นเพื่อเป็นห้องตรวจที่จุดสังเกตอาการเพื่อลดเวลาเฉลี่ยในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ลงประมาณ 2 นาที (ลดระยะทางลง 17.50 เมตร)

(2) แยกเก็บอุปกรณ์และสต๊อกของระหว่างจุดห้องตรวจและจุดห้องสังเกตอาการ เพื่อลดเวลาเฉลี่ยในการทำหัตถการของพยาบาลลง ประมาณ 3 นาที (ลดระยะทางลง 37.24 เมตร)

(3) ลงโปรแกรม Accident and emergency information system (AE IS) กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในห้องตรวจและเพิ่มสถานะหมายเลขห้องตรวจหน้าชื่อผู้ป่วย เพื่อลดเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนการตรวจรักษาของแพทย์ลงประมาณ 3 นาที (ลดขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอน)

(4) เมื่อผลตรวจเลือดและเอ็กซเรย์ออกให้แพทย์รีบวินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิมที่รอผลตรวจดังกล่าวทันที ก่อนเริ่มตรวจรักษาผู้ป่วยใหม่ เพื่อเป็นการจำหน่ายผู้ป่วยออกจากระบบให้เร็วที่สุด

4. การจำลองสถานการณ์ระบบการให้บริการผู้ป่วย

4.1 การทดสอบความเพียงพอของข้อมูล

(1) จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการทำงานที่กรณีศึกษาเฉพาะเวรเช้าที่ทำงานตั้งแต่เวลา 7:30 น. ถึง 15:30 น. ของวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 และแบ่งช่วงเวลาการรวบรวมจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาในแต่ละวันจำนวน 8 ช่วงเวลา คือ 7:30-8:30, 8:30-9:30, 9:30-10:30, 10:30-11:30, 11:30-12:30, 12:30-13:30, 13:30-14:30, 14:30-15:30 ซึ่งข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่บันทึกมีจำนวน 25 วัน โดยการทดสอบความเพียงพอของข้อมูลใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยมีการตรวจสอบ 3 วิธีคือ 1)การทดสอบการกระจายแบบปกติของข้อมูล 2)การทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล 3) ค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณของค่าสังเกต จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบมาทำการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของ 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยของวันและช่วงเวลาที่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษา ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	SS	MS	F	P-value
Day	4	71	18	2.3	0.061
Time	7	204	29	3.8	0.001
Day * Time	28	242	8.7	1.1	0.322
Error	160	1236	7.7		

จากผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยวันไม่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติ (P-value > 0.05) ปัจจัยช่วงเวลามีผลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติ (P-value < 0.05) และพิจารณาความสัมพันธ์อิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัยวันและช่วงเวลาไม่มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value > 0.05) ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาไปทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงข้อมูลต่อไปได้

(2) การทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงข้อมูล (Goodness of fit test) เพื่อใช้ในการสร้างรูปแบบการจำลองการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในรูปแบบปัจจุบันต่อไป

- การทดสอบความเหมาะสมของ การแจกแจงข้อมูลจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่เข้ามารับการรักษาในแต่ละช่วงเวลาโดยวิธี Goodness of fit test โดยนำข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่ผ่านการทดสอบ ความเพียงพอของข้อมูลมาทดสอบ ผลการทดสอบ พบว่า ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่เข้ามารับการรักษาทุกช่วงเวลามีการแจกแจงแบบ Poisson ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยที่เข้ามารับการรักษา

ลำดับ	ช่วงเวลา	ค่าเฉลี่ย (คน)	S.D. (คน)	การแจกแจง	P –value
1	7.30-8.30	5.04	1.925	Poisson	0.067
2	8.30-9.30	6.56	2.256	Poisson	0.306
3	9.30-10.30	6.80	2.432	Poisson	0.084
4	10.30-11.30	8.00	2.986	Poisson	0.147
5	11.30-12.30	6.92	2.431	Poisson	0.344
6	12.30-13.30	8.40	2.566	Poisson	0.148
7	13.30-14.30	8.68	2.765	Poisson	0.058
8	14.30-15.30	8.60	2.828	Poisson	0.386

- การทดสอบความเหมาะสมของการแจกแจงข้อมูลเวลาในการให้บริการโดยวิธี Goodness of fit test ผลการทดสอบ พบว่า ข้อมูลเวลาในการให้บริการทุกกระบวนการมีการแจกแจงแบบ Normal ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

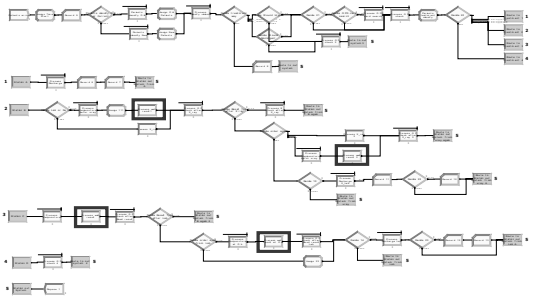
ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลเวลาในการให้บริการ

ลำดับ	กระบวนการ	ค่าเฉลี่ย (นาที)	S.D. (นาที)	การแจกแจง	P-value
1	ทำบัตรผู้ป่วยเก่า	0.701	0.095	Normal	0.810
2	ทำบัตรผู้ป่วยใหม่	6.269	0.549	Normal	0.151
3	ตามประวัติการรักษาเดิม	14.816	2.053	Normal	0.245
4	พยาบาลคัดกรอง(N),(U)	3.268	0.466	Normal	0.511
5	พยาบาลคัดกรอง(E),(R)	5.852	0.826	Normal	0.093
6	แพทย์(GP)ตรวจรักษา (N)	14.811	1.892	Normal	0.293
7	แพทย์(GP)ตรวจรักษา (U)	23.055	3.173	Normal	0.236
8	พยาบาลทำหัตถการ (เจาะเลือด)	13.401	1.668	Normal	0.069
9	การเอ็กซเรย์	11.328	1.614	Normal	0.208
10	แพทย์(GP)วินิจฉัย	9.942	1.409	Normal	0.345
11	รอคอยผล Lab	92.88	16.389	Normal	0.062
12	แพทย์เฉพาะทางตรวจรักษา	67.513	9.527	Normal	0.194
13	แพทย์เฉพาะทางวินิจฉัย	21.022	2.356	Normal	0.057
14	พยาบาล Discharge	2.513	0.353	Normal	0.130

หมายเหตุ (N) คือ ผู้ป่วยระดับไม่รีบเร่ง (U) คือ ผู้ป่วยระดับรีบเร่ง (R) คือ ผู้ป่วยระดับวิกฤตและ (E) คือ ผู้ป่วยระดับฉุกเฉิน

4.2 แบบจำลองรูปแบบปัจจุบัน

จากการศึกษากระบวนการให้บริการในปัจจุบันของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท สามารถสร้างแบบจำลองรูปแบบปัจจุบัน โดยใช้โปรแกรม Arena 13.0 [4, 8] ดังรูปที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจสอบแบบจำลองดังนี้



รูปที่ 4 แบบจำลองรูปแบบการให้บริการในปัจจุบัน

(1) การตรวจสอบความถูกต้อง

- การหาจำนวนรอบในการประมวลผล

โปรแกรมสามารถคำนวณได้ 30 ซ้ำ

- การตรวจสอบ (Verification)

เนื่องจากในการเก็บข้อมูลการทำงานปัจจุบันสามารถเก็บข้อมูลได้ 25 วัน ดังนั้น จึงทดสอบโดยให้โปรแกรม Arena ทำการทดสอบที่ 25 วัน (36000 นาที) เช่นกัน เพื่อนำไปทดสอบทางสถิติ โดยการใส่ข้อมูลการเข้ามาของผู้ป่วยและเวลา การให้บริการผู้ป่วยในแต่ละกระบวนการที่ได้วิเคราะห์ความเหมาะสมของการแจกแจง (Goodness of fit test) เพื่อทำการทดสอบว่า ค่าที่จำลองตรงกับค่าจริงที่ได้จากการเก็บข้อมูลหรือไม่ โดยประมวลผลโปรแกรมจำนวน 30 ซ้ำ แล้วทำการทดสอบค่าทางสถิติ ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการตรวจสอบ (Verification) ของแบบจำลองปัจจุบันเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

เปรียบเทียบ	ข้อมูล	
	จริง	แบบจำลองรูปแบบปัจจุบัน
ความยาวในการทดสอบ(วัน)	25	25
จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารักษา(คน)	1475	1479
ผู้ป่วยประเภทที่ 1 (นาที)	97.83	97.20
ผู้ป่วยประเภทที่ 2 (นาที)	250.50*	248.70
ผู้ป่วยประเภทที่ 3 (นาที)	243.40	247.50

* หมายถึง ระยะเวลาจากเส้นทางวิกฤติ คือ เส้นทางที่ใช้เวลานานที่สุด

- การตรวจสอบความเป็นจริง (Validation) แบบจำลองปัจจุบันเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

จากตารางที่ 5 นำข้อมูลที่จำลองได้ มาทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยด้วย T – test โดยทดสอบเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบระหว่าง ข้อมูลจริงและข้อมูลจากแบบจำลองรูปแบบปัจจุบันว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลของการทดสอบ T – test แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์การแจกแจงข้อมูลเวลาในการให้บริการ

ประเภท	Test Value	One-Sample Test			
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
(1)	Test Value = 97.2	0.166	39	0.869	0.625
(2)	Test Value = 248.7	0.123	39	0.903	1.8
(3)	Test Value = 247.5	-0.365	39	0.717	-4.1

จากตารางที่ 6 พบว่าค่า P-value ของผู้ป่วยทุกประเภทมีค่ามากกว่า 0.05 จึงยอมรับ สมมติฐานหลัก นั่นคือ เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ใน หน่วยฉุกเฉินระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูล จากแบบจำลองรูปแบบปัจจุบันไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถนำแบบจำลองไปพัฒนาต่อได้

5. กำหนดรูปแบบการปรับปรุงและจำลองสถานการณ์ตามรูปแบบที่เสนอ

จากการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาไว้ 4 แนวทาง ในข้อที่ 3 สามารถนำมากำหนดรูปแบบ การปรับปรุงที่ผสมผสานการทำงานได้ 15 รูปแบบ (Scenarios) ดังนี้

1. รูปแบบที่ 1 (Scenario 1) คือ แนวทางที่ 1 ลดเวลาเฉลี่ยในการวินิจฉัยโรคของแพทย์ลง 2 นาที

2. รูปแบบที่ 2 (Scenario 2) คือ แนวทางที่ 2 ลดเวลาเฉลี่ยในการทำหัตถการของพยาบาลลง 3 นาที

3. รูปแบบที่ 3 (Scenario 3) คือ แนวทางที่ 3 ลดเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนการตรวจรักษาของแพทย์ลง 3 นาที

4. รูปแบบที่ 4 (Scenario 4) คือ แนวทางที่ 4 เมื่อผลตรวจเลือดและเอ็กซเรย์ออกให้แพทย์รีบวินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิมที่รอผลตรวจดังกล่าวทันที ก่อนเริ่มตรวจรักษาผู้ป่วยใหม่

5. รูปแบบที่ 5 (Scenario 5) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 2

6. รูปแบบที่ 6 (Scenario 6) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 3

7. รูปแบบที่ 7 (Scenario 7) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 4

8. รูปแบบที่ 8 (Scenario 8) คือ แนวทางที่ 2 ร่วมกับ แนวทางที่ 3

9. รูปแบบที่ 9 (Scenario 9) คือ แนวทางที่ 2 ร่วมกับ แนวทางที่ 4

10. รูปแบบที่ 10 (Scenario 10) คือ แนวทางที่ 3 ร่วมกับ แนวทางที่ 4

11. รูปแบบที่ 11 (Scenario 11) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 2 และ แนวทางที่ 3

12. รูปแบบที่ 12 (Scenario 12) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 2 และ แนวทางที่ 4

13. รูปแบบที่ 13 (Scenario 13) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับ แนวทางที่ 3 และ แนวทางที่ 4

14. รูปแบบที่ 14 (Scenario 14) คือ แนวทางที่ 2 ร่วมกับ แนวทางที่ 3 และ แนวทางที่ 4

15. รูปแบบที่ 15 (Scenario 15) คือ แนวทางที่ 1 ร่วมกับแนวทางที่ 2 ร่วมกับ แนวทางที่ 3 และแนวทางที่ 4

โดยทำการเปรียบเทียบผ่านเครื่องมือ การวิเคราะห์กระบวนการ (process analyzer) ของโปรแกรม Arena ซึ่งผลการจำลองแสดงดังรูปที่ 5

		Scenario Properties		Controls		Responses		
	S	Name	Reps	Num Reps	Rep Length	TIS_A	TIS_X_Lab	TIS_Lab
1		Scenario 1	30	30	36000.0000	96.109	242.963	243.051
2		Scenario 2	30	30	36000.0000	98.657	247.761	245.962
3		Scenario 3	30	30	36000.0000	81.673	225.186	227.544
4		Scenario 4	30	30	36000.0000	102.180	221.678	220.805
5		Scenario 5	30	30	36000.0000	97.601	244.093	239.243
6		Scenario 6	30	30	36000.0000	78.915	220.540	221.066
7		Scenario 7	30	30	36000.0000	99.084	215.980	216.815
8		Scenario 8	30	30	36000.0000	81.854	222.956	224.610
9		Scenario 9	30	30	36000.0000	101.980	217.129	221.693
10		Scenario 10	30	30	36000.0000	84.995	203.717	205.437
11		Scenario 11	30	30	36000.0000	79.868	220.597	220.874
12		Scenario 12	30	30	36000.0000	99.555	213.968	211.520
13		Scenario 13	30	30	36000.0000	83.565	201.106	201.597
14		Scenario 14	30	30	36000.0000	85.803	203.089	202.960
15		Scenario 15	30	30	36000.0000	82.183	197.163	197.524

หมายเหตุ TIS_A คือ ผู้ป่วยประเภทที่ 1 TIS_X_Lab คือ ผู้ป่วยประเภทที่ 2 และTIS_Lab คือ ผู้ป่วยประเภทที่ 3

รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองตามรูปแบบต่างๆ

6. เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างรูปแบบที่ปรับปรุงและรูปแบบการทำงานในปัจจุบัน

เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบระหว่างข้อมูลจริงและแบบจำลองตามรูปแบบต่างๆ โดยการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยด้วย T – test ซึ่งผลการทดสอบสมมติฐาน เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบของรูปแบบการปรับปรุงใช้เวลาน้อยกว่ารูปแบบการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งทำการทดสอบกับผู้ป่วยทั้งสามประเภท พบว่ารูปแบบการปรับปรุงที่ 6, 10, 11, 13, 14 และ 15 ใช้เวลาน้อยกว่ารูปแบบการทำงานในปัจจุบันของผู้ป่วยทุกประเภทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-Value < 0.05) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบร้อยละของเวลาเฉลี่ยที่ลดลงระหว่างข้อมูลจริงกับแบบจำลองรูปแบบการปรับปรุงเฉพาะรูปแบบที่ดีกว่ารูปแบบปัจจุบัน คือ รูปแบบที่ 6, 10, 11, 13, 14 และ 15 แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละของเวลาการให้บริการเฉลี่ยที่ลดลงของผู้ป่วยทั้ง 3 ประเภท

ประเภทผู้ป่วย	ลำดับรูปแบบ (Scenario)	เวลาเฉลี่ย (นาที) ข้อมูลจริง	แบบจำลอง	เวลาเฉลี่ยลดลง (นาที)	คิดเป็นร้อยละ
1	6	97.83	78.92	18.91	19.33
	10	97.83	85.00	12.83	13.12
	11	97.83	79.87	17.96	18.36
	13	97.83	83.57	14.26	14.58
	14	97.83	85.80	12.02	12.29
	15	97.83	82.18	15.64	15.99
2	6	250.50	220.54	29.96	11.96
	10	250.50	203.72	46.78	18.68
	11	250.50	220.60	29.90	11.94
	13	250.50	201.11	49.39	19.72
	14	250.50	203.09	47.41	18.93
	15	250.50	197.16	53.34	21.29
3	6	243.40	221.07	22.33	9.18
	10	243.40	205.44	37.96	15.60
	11	243.40	220.87	22.53	9.26
	13	243.40	201.60	41.80	17.18
	14	243.40	202.96	40.44	16.62
	15	243.40	197.52	45.88	18.85

จากตารางที่ 7 พบว่า รูปแบบการปรับปรุงที่ 6 คือ ทำที่กั้นเพื่อเป็นห้องตรวจที่จุดสังเกตอาการ และลงโปรแกรม Accident and emergency information system (AE IS) กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในห้องตรวจ และเพิ่มสถานะหมายเลข ห้องตรวจหน้าชื่อผู้ป่วย สามารถลดเวลาเฉลี่ยผู้ป่วยประเภทที่ 1 คือ ผู้ป่วยประเภทกลับบ้านโดยไม่มีหัตถการ ได้มากที่สุด ลดลงคิดเป็นร้อยละ 19.33 และรูปแบบการปรับปรุงที่ 15 คือ ทำที่กั้นเพื่อเป็น ห้องตรวจที่จุดสังเกตอาการ แยกเก็บอุปกรณ์และสต๊อกของระหว่างจุดห้องตรวจและจุดห้องสังเกตอาการ ลงโปรแกรม Accident and emergency information system กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในห้องตรวจและเพิ่มสถานะหมายเลข ห้องตรวจหน้าชื่อผู้ป่วย และเมื่อผลตรวจเลือดและเอ็กซเรย์ออกให้แพทย์รีบวินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิมที่รอ ผลตรวจดังกล่าวทันที ก่อนเริ่มตรวจรักษาผู้ป่วยใหม่ สามารถลดเวลาเฉลี่ยผู้ป่วยประเภทที่ 2 คือ ผู้ป่วยประเภทได้รับการเอ็กซเรย์และตรวจเลือดที่มีผล การวินิจฉัยให้กลับบ้าน และผู้ป่วยประเภทที่ 3 คือ ผู้ป่วยประเภทได้รับการตรวจเลือดและมีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน ได้มากที่สุด คือ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 21.29 และ 18.85 ตามลำดับ เนื่องจากรูปแบบการปรับปรุงที่ 15 เป็นรูปแบบการปรับปรุงเพื่อให้ความสำคัญกับผู้ป่วยที่มีระดับความรุนแรงของโรคมากกว่าก่อนผู้ป่วยที่มีระดับความรุนแรงของโรคน้อยกว่า ดังนั้น รูปแบบการปรับปรุงที่ 15 จึงสามารถลดเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยได้มากที่สุดในผู้ป่วยประเภทที่ 2 และ 3 แต่ไม่สามารถลดเวลาเฉลี่ยได้มากที่สุดในผู้ป่วยประเภทที่ 1 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอรูปแบบการปรับปรุงที่ 15 เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการของโรงพยาบาลกรณีศึกษา

7. สรุปผล

จากผลการศึกษาโดยใช้เครื่องมือของลีน คือผังงานสายธารคุณค่าสามารถระบุกิจกรรมที่สูญเปล่าในกระบวนการให้บริการได้ คือ การรอแพทย์ ตรวจรักษา และการรอแพทย์วินิจฉัยโรคและใช้แผนภาพเหตุและผลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและ หาวิธีการแก้ไขปัญหาได้ 4 แนวทาง ซึ่งสามารถนำวิธีการแก้ไขปัญหาทั้ง 4 แนวทางมากำหนดรูปแบบการปรับปรุงการทำงานได้ 15 รูปแบบ และใช้การจำลองสถานการณ์ทดสอบรูปแบบการปรับปรุง ซึ่งผลการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงและแบบจำลองตามรูปแบบต่างๆ พบว่า รูปแบบการปรับปรุงที่ 15 คือ ทำที่กั้นเพื่อเป็นห้องตรวจที่จุดสังเกตอาการ แยกเก็บอุปกรณ์และ สต๊อกของระหว่างจุดห้องตรวจและจุดห้องสังเกตอาการ ลงโปรแกรม Accident and emergency information system กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในห้องตรวจและเพิ่มสถานะหมายเลขห้องตรวจหน้าชื่อผู้ป่วย และเมื่อผลตรวจเลือดและเอ็กซเรย์ออกให้แพทย์รีบวินิจฉัยโรคผู้ป่วยเดิมที่รอผลตรวจดังกล่าวทันที ก่อนเริ่มตรวจรักษาผู้ป่วยใหม่ สามารถลดเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยได้มากที่สุดถึงสองประเภท และสอดคล้องกับนโยบายการให้บริการของโรงพยาบาลกรณีศึกษา ดังนั้น จึงเลือกรูปแบบการปรับปรุงที่ 15 ซึ่งสามารถลด เวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยประเภทกลับบ้านโดยไม่มีหัตถการจาก 97.83 นาที ลดเหลือ 82.18 นาที คิดเป็นร้อยละ 15.99 ผู้ป่วยประเภทได้รับการเอ็กซเรย์และตรวจเลือดที่มีผลการวินิจฉัย ให้กลับบ้านจาก 250.50 นาที ลดเหลือ 197.16 นาที คิดเป็นร้อยละ 21.29 และผู้ป่วยประเภทได้รับการตรวจเลือดและมีผลการวินิจฉัยให้กลับบ้าน จาก 243.40 นาที ลดเหลือ 197.52 นาที คิดเป็น ร้อยละ 18.85

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ตรวจการพยาบาลและเจ้าหน้าที่ของหน่วยผู้ป่วยนอกอุบัติเหตุฉุกเฉิน โรงพยาบาลศรีนครินทร์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Thetprasit I. An application of lean concepts to improve production in ceiling circular lamp glass device manufacturing [Men thesis]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2010. (In Thai).

[2] Eric W, Singh S, Dickson S, Christopher C, Andrew S. Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. The Journal of Emergency Medicine, 2009; 37(2): 177-82.

[3] Phruksaphanrat B, Nunkaew W, Thanaraksakul W. Simulation based on theory of constraints for improvement flex print circuit assembly line. KKU Eng J. 2007; 37(4): 459-64. (In Thai).

[4] Kudtha R. The simulation of customer service queuing system in siam commercial bank khon kaen university branch [Mbe IS]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2006. (In Thai).

[5] Lowya N, Chaisiwamongkol W, Tongprasit Y. A study of outpatient service system at dispensary unit of khon kaen hospital by simulation method. KKU Res J. 2003; 3(2): 56-65. (In Thai).

[6] Nakamanuruck I. The value stream mapping and simulation application for productivity Improvement case study : Frozen nile tilapia factory [Men thesis]. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok; 2009. (In Thai).

[7] Wongmaneerung P, Permpoontanya S, Lueasupsuk P, Imeem N. Lean in action. Technology promotion association (Thailand-Japan); 2009. (In Thai).

[8] Pisutpen R. Manual modeling using Arena (revised edition). Se-education; 2010.