การจำลองระบบแถวคอยสำหรับบริการผู้ป่วยนอก : กรณีศึกษา คลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า

Simulation of Queuing System for Outpatient Service: A Case Study of the Diabetic Clinic in Outpatient Department at Somdet Phra Phutthaloetla Hospital

วัชรีวรรณ จันทร์เจริญกิจ*, ปริญญา เสงี่ยมสุนทร
และบุปผชาติ จันทร์สว่าง
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
จีราพร ไทยถานันดร์ และธิดาพร ศุภภากร
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
Watchareewan Chuncharoenkit*, Parinya Sa-ngiamsunthorn
and Boobphachard Chansawang
Department of Mathematics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Pracha Uthit Road, Bang Mod, Thung Kru, Bangkok 10140
Jeeraporn Thaithanan and Thidaporn Supapakorn
Department of Statistics, Faculty of Science, Kasetsart University,
Ngam Wong Wan Road, Lad Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระบบแถวคอยในคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า และหาแนวทางการปรับปรุงระบบการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในคลินิกเบาหวาน ซึ่งมีจุดให้บริการ 4 จุด ได้แก่ จุดรับบัตรคิว จุดซักประวัติ ห้องตรวจโรค และจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด โดยสร้างแบบจำลองระบบแถวคอยจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาในช่วงเวลา 06:30 ถึง 12:30 น. ของวันจันทร์ พฤหัสบดี และศุกร์ ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน ถึง 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 โดยใช้โปรแกรม ARENA เวอร์ชัน 14 วิเคราะห์ผลตัววัดประสิทธิภาพ ได้แก่ เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ย เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละหน่วยบริการ และค่า

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** watchareewan.ch@gmail.com
doi: 10.14456/tstj.2018.6

อรรถประโยชน์เฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ ผลการศึกษาพบว่าระบบการให้บริการที่เพิ่มอายุรแพทย์ 1 คน ในห้องตรวจโรคและเพิ่มพยาบาลวิชาชีพในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด 1 คน โดยทั้งสองจุดบริการนี้เริ่มทำงานเร็วขึ้น จากเดิม 09:00 น. เปลี่ยนเป็น 08:30 น. เป็นระบบการให้บริการที่ดีที่สุด ซึ่งทำให้เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 38.6844 เวลารอคอยเฉลี่ยในห้องตรวจโรคและจุดรับใบสั่งยา/ใบนัดลดลงร้อยละ 44.2976 และ 52.1931 ตามลำดับ ค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของอายุรแพทย์ในห้องตรวจโรคและพยาบาลวิชาชีพในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัดลดลงร้อยละ 49.4782 และ 50.2009 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การจำลอง; เบาหวาน; เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ย; เวลารอคอยเฉลี่ย; ค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ย

Abstract

This research aims to study the queuing system for Diabetic Clinic in Outpatient Department at Somdet Phra Phutthaloetla Hospital and to find the new service system which gives better performance. The Diabetic Clinic composes of four service points: registration, history taking, examining room and prescription/making appointment. Queuing system is simulated from the real data collected from 06:30 to 12:30 during June 15 to July 8, 2016 on Monday, Thursday and Friday. ARENA Program version 14 is used for analyzing the performance indicators which are the average total time, the average waiting time in each service point and the instantaneous utilization of staff. The result shows that, the service system which add one internist at examining room, one nurse at prescription/making appointment point and change working time at both service points from 09:00 to 08:30 is the best service system. That is, the average total time is decreased by 38.6844 %, the average waiting time at the examining room and the prescription/making appointment service point are decreased by 44.2976 and 52.1931 %, respectively. Moreover, the instantaneous utilization of the internist at the examining room and the nurse at prescription/making appointment service point are decreased by 49.4782 and 50.2009 %, respectively.

Keywords: simulation; diabetes; average total time; average waiting time; average utility value

1. บทนำ

อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่สำคัญสำหรับร่างกาย คือ ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ให้สูงจนเกินไป ฮอร์โมนชนิดนี้ผลิตขึ้นที่ตับอ่อน หากในร่างกายมีฮอร์โมนชนิดนี้น้อยเกินไป จะนำไปสู่การเป็น เบาหวาน [1] ซึ่งเบาหวานเป็นกลุ่มโรคทางเมตะบอลิซึมที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง อันเป็นผลมาจากความบกพร่องของการหลั่งอินซูลิน หรือการออกฤทธิ์ของอินซูลิน หรือทั้งสองอย่าง [2]

ปัจจุบัน กระทรวงสาธารณสุขมีโครงการให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขออกตรวจสขภาพของประชาชนตามบ้านเรือน เพื่อตรวจคัดกรองผู้ป่วยที่เป็นเบาหวาน ควบคู่ไปกับการให้ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน ซึ่งในบางครั้ง ตัวผู้ป่วยเองอาจยังไม่รู้ตัวว่าตัวเองเป็น

โรคเบาหวาน ทำให้มีผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย เริ่มตระหนักถึงอันตรายของโรคเบาหวาน หากไม่เข้ารับการรักษา เมื่อผู้ป่วยเริ่มตระหนักถึงโรคเบาหวานมากขึ้น ผู้ป่วยย่อมมองหาสถานที่ที่ให้การรักษาพวกเขาได้ ซึ่งโรงพยาบาลของรัฐ ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการตัดสินใจเข้ารับบริการ

โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า เป็นโรงพยาบาลของรัฐประจำจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งถือว่าอยู่ในหน่วยบริการระดับตติยภูมิ คือ มีแพทย์ที่เรียนจบเฉพาะทางด้านต่าง ๆ รวมไปถึงแพทย์ที่เรียนจบด้านอายุรศาสตร์ (อายุรแพทย์) ทำงานอยู่ที่นี่ และมีบริการคลินิกเบาหวานทุกวันจันทร์ถึงศุกร์เวลา 9:00 ถึง 12:30 น. (ยกเว้นวันหยุดราชการ) เนื่องจากมีผู้ป่วยเบาหวานทั้งรายเก่าและรายใหม่เข้ามารับบริการที่คลินิกเบาหวาน แต่จำนวนอายุรแพทย์และจุดบริการมีจำนวนเท่าเดิม จึงเกิดปัญหาผู้ป่วยแออัดอยู่ในระบบการให้บริการนานขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหาแนวทางในการทำให้ผู้ป่วยใช้เวลาอยู่ในระบบการให้บริการน้อยลง

ปัญหาดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับทฤษฎีแถวคอย (queuing theory) ซึ่งอธิบายว่าแถวคอยจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการให้บริการน้อยกว่าอัตราการเข้ามารับบริการของลูกค้า [3] เพื่อให้เข้าใจสถานการณ์และระบบงานของทางคลินิกเบาหวานมากขึ้น การใช้แบบจำลองจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับปัญหานี้ ซึ่งแบบจำลองนี้จะต้องสร้างให้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด โดยการศึกษาระบบงานของคลินิกเบาหวานก่อนสร้าง จากนั้นจึงศึกษาและทดลองแนวทางการแก้ปัญหาจากแบบจำลอง เพราะในทางปฏิบัติ ไม่สามารถทดลองแนวทางการแก้ปัญหาที่คิดขึ้นมานี้ไปใช้กับระบบงานจริงได้ [4-6] ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรม ARENA เวอร์ชัน 14 ในการสร้างแบบจำลอง

ระบบงานของคลินิกเบาหวาน แบ่งเป็น 4 จุดบริการ ได้แก่ จุดรับบัตรคิว จุดซักประวัติ ห้องตรวจโรค และจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด โดยแต่ละจุดบริการจะมีผู้ให้บริการ 1 คน รูปแบบการมาถึงของผู้รับบริการและรูปแบบการให้บริการเป็นแบบสุ่ม (random) กล่าวคือ ในแต่ละช่วงเวลาจะมีอัตราการมาถึงของผู้ป่วยไม่เท่ากัน และผู้ให้บริการจะบริการผู้รับบริการแต่ละคนไม่เท่ากัน [3,6,7] ดังนั้นระบบงานนี้จึงเป็นระบบแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete system) [5,6] โดยมีสัญลักษณ์ของแถวคอยในระบบงานนี้ คือ $(M/G/1)$: $(FCFS/\infty/60)$ [6]

การศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบแถวคอย พบว่าการสร้างและศึกษาแบบจำลองสามารถช่วยแก้ปัญหาระบบแถวคอยได้ ปอแก้ว (2556) ศึกษาระบบแถวคอยของการให้บริการของผู้ป่วย แผนกผู้ป่วยนอก คลินิกอายุร กรรม โรงพยาบาลพัทลุง โดยใช้โปรแกรม ARENA เวอร์ชัน 14 ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มเจ้าหน้าที่ในบางจุด ลดเจ้าหน้าที่ในบางจุด และจัดสรรการทำงานเจ้าหน้าที่ใหม่ ทำให้ผู้ป่วยใช้เวลาอยู่ในระบบเฉลี่ยลดลงจากเดิมร้อยละ 29 [8] สถิตย์ และสมบัติ (2553) ศึกษาระบบแถวคอยของการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจำลองแบบปัญหา และสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA ผลการศึกษาพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุด คือ เปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงานของแพทย์ ซึ่งสามารถลดระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยได้ นอกจากนี้แนวทางนี้สามารถลดค่าใช้จ่ายรวมของระบบได้ (ในช่วงเวลาที่ศึกษา 5 ชั่วโมง) [9] ยลดา และอุดม (2556) ศึกษาระบบแถวคอยของการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี โดยใช้การจำลองสถานการณ์ ผลการศึกษาพบว่าทางเลือกที่ดี

ที่สุด คือ การเพิ่มผู้ให้บริการในบางแผนก และปรับเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ในบางจุด [10] อณจ ชวลิต และจุฑา (2555) ศึกษาระบบแถวคอยในร้านอาหารจานด่วน เพื่อลดเวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้า โดยใช้โปรแกรม ARENA ในการจำลองสถานการณ์ และโปรแกรมเสริมในไมโครซอฟท์เอ็กเซล QTP ซึ่งให้ผลลัพธ์แตกต่างกันในด้านเวลารอคอยเฉลี่ยเพียงเล็กน้อย คือ 0.14 นาที ผลการศึกษาพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุด คือ การลดจำนวนแถวคอย จากเดิม 3 แถว เป็น 1 แถว โดยที่ยังคงมีพนักงานรับจ่ายเงิน 3 คน เหมือนเดิม ซึ่งถ้าพนักงานรับจ่ายเงินคนไหนว่าง ลูกค้าจะเข้าไปรับบริการได้ทันที นอกจากนี้ประสิทธิภาพของพนักงานรับจ่ายเงินทุกคนยังคงเหมือนเดิม [11] Sam และ Alex (2014) ได้ศึกษาระบบแถวคอยแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาล Anglo Gold Ashanti เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการให้บริการ คือ ลดระยะเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วย โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีแถวคอยการจำลองสถานการณ์ และความเร็วในการตรวจผู้ป่วยจากการสัมภาษณ์แพทย์ที่ปฏิบัติงาน ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มแพทย์ 3 คน และพยาบาล 3 คน เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยลดลงร้อยละ 32.45 และค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของการให้บริการของแพทย์ลดลงร้อยละ 37.4952 ซึ่งหมายความว่าผู้ป่วยใช้เวลารอคอยลดลงแน่นอน [12] Dhar และ Tanzina (2013) ได้ศึกษาระบบแถวคอยที่ตู้เอทีเอ็มของธนาคารแห่งหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางให้ธนาคารปรับปรุงการให้บริการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้ทฤษฎีบทของลิตเติ้ล (Little's theorem) และทฤษฎีแถวคอย ผลการศึกษาพบว่าในวันอาทิตย์มีผู้ใช้บริการมากที่สุด และมีปัญหาเรื่องแถวคอย โดยอัตราการเข้ามาของผู้ใช้บริการ คือ 1 คนต่อนาที ในขณะที่อัตราการให้บริการ คือ 1.5 คนต่อนาที ความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้บริการจะออกจากแถวคอย (ในกรณีที่มีคนรออยู่ก่อนหน้าอย่างน้อย 3 คน) คือ 15.42 % ค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของการให้บริการ คือ 0.7 ยิ่งอัตราการให้บริการสูงขึ้น ค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของการให้บริการยิ่งลดลง ซึ่งส่งผลให้ความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้บริการจะออกจากแถวคอยลดลงตามมา [13] Samuel และ Jeffrey (2007) ได้ศึกษาระบบแถวคอยแผนกผู้ป่วยนอกในสถานพยาบาลแห่งหนึ่ง เพื่อหาแนวทางที่ทำให้ผู้ป่วยใช้เวลาอยู่ในระบบน้อยที่สุดและแนวทางนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีแถวคอย ตัวแบบแถวคอย โปรแกรม QNA และข้อมูลที่นำมาศึกษาประกอบไปด้วย เวลาที่ผู้ป่วยแต่ละคนมาถึงแผนก เวลาที่ผู้ป่วยแต่ละคนรอรับบริการ เวลาที่ผู้ป่วยแต่ละคนได้รับบริการ และเวลาที่ผู้ป่วยแต่ละคนรับบริการเสร็จ ซึ่งคำว่าผู้ป่วยในงานวิจัยนี้ คือ ผู้ป่วยนัดและผู้ป่วยทั่วไป ผลการศึกษาพบว่าแนวทางที่ดีที่สุด คือ ให้ผู้ป่วยนัดมารับบริการในช่วงเวลาที่ผู้ป่วยนอกไม่แออัด โดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนแพทย์ [14] Aliyu และคณะ (2015) ศึกษาระบบการให้บริการแผนกผู้ป่วยนอกและวางแผนการจัดการระบบนัดใหม่ที่โรงพยาบาล Doha เพื่อพัฒนาระบบการให้บริการให้ดีขึ้น โดยใช้โปรแกรม ARENA เป็นตัวช่วยในการจำลองสถานการณ์และออกแบบระบบการนัดแบบใหม่ ผลการศึกษาพบว่าระบบการนัดแบบใหม่มีเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยลดลง และมีค่าอรรถประโยชน์ของแพทย์ลดลงจากเดิม [15]

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา

2.2 โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ARENA เวอร์ชัน 14

2.3 แบบฟอร์มสำหรับเก็บข้อมูลที่โรงพยาบาล

3. วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ลงสำรวจพื้นที่ที่โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า เพื่อพิจารณาปัญหาแถวคอยในคลินิกเบาหวาน

3.2 จัดทำหนังสือขออนุญาตผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า เพื่อขออนุญาตลงพื้นที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลารอคอยของผู้ป่วยในคลินิกเบาหวาน หลังจากนั้นจึงเข้าพบหัวหน้าคลินิกเบาหวานเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งศึกษาระบบการให้บริการของคลินิกเบาหวาน ซึ่งก่อนการเก็บข้อมูลต้องชี้แจงวัตถุประสงค์การเก็บข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เจ้าหน้าที่บันทึกเวลาที่ผู้ป่วยเข้ารับบริการในแต่ละหน่วยบริการ และเวลาที่ผู้ป่วยออกจากแต่ละหน่วยบริการ โดยใช้แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 06:30 ถึง 12:30 น. ของวันจันทร์ พฤหัสบดี และศุกร์ ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน ถึง 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 จากการศึกษาระบบงานของคลินิกเบาหวานพบว่าผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในคลินิกเบาหวานจะต้องเข้ารับบริการที่จุดรับบัตรคิวก่อน จากนั้นจึงเข้ารับบริการที่จุดซักประวัติ ห้องตรวจโรค และจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลทั่วไปและเวลาการให้บริการของแต่ละจุดบริการแสดงดังตารางที่ 1

3.3 นำข้อมูลมาคำนวณหาระยะห่างการเข้ามารับบริการของผู้ป่วย ระยะเวลาที่ผู้ป่วยแต่ละคนรับบริการในการรับบัตรคิว ซักประวัติ ตรวจโรค รับใบนัด พร้อมรับใบสั่งยา

3.4 นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3.3 มาวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูล ก่อนที่จะนำข้อมูลนี้ไปสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งวิธีที่ใช้ทดสอบสมมุติฐานการแจกแจงของความน่าจะเป็น คือ วิธีการทดสอบไคกำลังสอง (Chi-square test)

สมมุติฐานการทดสอบ

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

ถ้าค่าพี (p-value) ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าระดับนัยสำคัญ จะไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H_0 ได้ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าค่าพีที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H_0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ [16] ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 รูปแบบการแจกแจงของระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้ป่วยและการให้บริการ เวลาเฉลี่ยของการเข้ารับบริการและการให้บริการแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและเวลาการให้บริการของแต่ละจุดบริการในคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า

จุดบริการ	ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	เวลาปฏิบัติงาน
จุดรับบัตรคิว	พนักงานช่วยเหลือคนไข้	1	06:30-08:30 น.
จุดซักประวัติ	พยาบาลวิชาชีพ	1	06:40-10:30 น.
ห้องตรวจโรค	อายุรแพทย์	1	09:00-12:30 น.
จุดรับใบสั่งยา / ใบนัด	พยาบาลวิชาชีพ	1	09:00-12:30 น.

ตารางที่ 2 รูปแบบการแจกแจงของระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้ป่วยและการให้บริการเวลาเฉลี่ยของการเข้ารับบริการและการให้บริการของคลินิกเบาหวาน

การเข้ารับบริการและการให้บริการ	การแจกแจง	เวลาเฉลี่ย (นาที)
การเข้ารับบริการ		
- ระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้ป่วย	$EXPO(1.61)$	1.61
การให้บริการ		
- จุดรับบัตรคิว	$GAMMA(0.311, 2.43)$	0.76
- จุดซักประวัติ	$0.5 + GAMMA(0.66, 2.51)$	2.15
- ห้องตรวจโรค	$0.5 + GAMMA(0.52, 2.27)$	1.68
- จุดรับใบสั่งยา / ใบนัด	$2 + GAMMA(0.627, 1.56)$	2.97

โดย λ แทนค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างการมาถึงของผู้ป่วยคนที่ $n-1$ กับ n ซึ่ง $n = 2,...,k$; k คือ จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบใน 1 วัน มีหน่วยเป็น (นาที)$^{-1}$; α แทนระยะเวลาตั้งแต่เปิดจุดบริการจนกระทั่งผู้ป่วยคนแรกเข้ามารับบริการ มีหน่วยเป็น นาที; β แทนส่วนกลับของค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างการเข้ามาในจุดบริการของผู้ป่วยคนที่ $n-1$ กับ n ซึ่ง $n = 2,...,k$; $EXPO(\lambda)$ แทนการแจกแจงแบบเลขชี้กำลัง (exponential distribution) ; $GAMMA(\alpha, \beta)$ แทนการแจกแจงแบบแกมมา (gamma distribution)

3.5 คำนวณหาจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผลให้เพียงพอ เพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบในการประมวลผล (number of replications) มีสูตรการประมาณ คือ $R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2}$ [15] โดย R คือ จำนวนรอบที่เหมาะสมในการจำลองสถานการณ์; R_0 คือ จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ครั้งแรก; h คือ ค่าความผิดพลาด (half width) ที่ยอมรับได้; h_0 คือ ค่าความผิดพลาดที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ R_0 รอบ

งานวิจัยนี้กำหนดให้มีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของเวลารอคอยเฉลี่ยมีค่าไม่เกิน ±1.7 นาที และกำหนดให้มีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่ไม่เกิน 2.00 % ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งจากการคำนวณจะได้จำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสม คือ 100 รอบ วิธีคำนวณ คือ $R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2} \equiv (12)\frac{(4.94)^2}{(1.7)^2}$

$\approx 101.33 \approx 100$

3.6 สร้างแบบจำลองและจำลองสถานการณ์

สร้างแบบจำลองระบบเดิม แล้วจำลองสถานการณ์อย่างเป็นอิสระกัน 100 ครั้ง หลังจากนั้นจึงสร้างระบบใหม่ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงการให้บริการ ดังนี้

ระบบใหม่ระบบที่ 1 เปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงาน โดยอายุรแพทย์จากทำงานเวลา 09:00 ถึง

12:30 น. เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น. และพยาบาลวิชาชีพที่ให้บริการในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด จากทำงานเวลา 09:00 ถึง 12:30 น. เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น.

ระบบใหม่ระบบที่ 2 เพิ่มอายุรแพทย์ 1 คน และพยาบาลวิชาชีพที่ให้บริการในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด 1 คน

ระบบใหม่ระบบที่ 3 เพิ่มอายุรแพทย์ 1 คน พร้อมทั้งเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงานจากทำงานเวลา 09:00 ถึง 12:30 น. เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น. และเพิ่มพยาบาลวิชาชีพที่ให้บริการในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด 1 คน พร้อมทั้งเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงานจากทำงานเวลา 09:00 ถึง 12:30 น. เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น.

หลังจากสร้างแบบจำลองระบบใหม่ทั้ง 3 ระบบ แล้ว จึงจำลองสถานการณ์อย่างเป็นอิสระกัน 100 ครั้ง ในแต่ละแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาใหม่ จากนั้นจึงพิจารณาตัววัดประสิทธิภาพของทุกแบบจำลองดังนี้

3.6.1 เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ

3.6.2 เวลารอคอยเฉลี่ยในแต่ละหน่วยให้บริการของระบบ

3.6.3 การเปรียบเทียบค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ในระบบ

4. ผลการจำลอง

การจำลองระบบการให้บริการของคลินิกเบาหวาน จำนวน 100 ครั้ง พิจารณาตัววัดประสิทธิภาพของการให้บริการ คือ เวลาในการให้บริการโดยเฉลี่ยในแต่ละจุดบริการเวลาโดยเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ และค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ ผลลัพธ์จากการจำลองระบบ แสดงดังตารางที่ 3

ผลการจำลองสรุปว่าแนวทางการปรับปรุงของคลินิกเบาหวานควรใช้ระบบใหม่ระบบที่ 3 คือ เพิ่มอายุรแพทย์ 1 คน พร้อมทั้งเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3 ผลการจำลองระบบการให้บริการของคลินิกเบาหวานระบบเดิมและระบบใหม่

ตัววัดประสิทธิภาพ	ระบบเดิม	ระบบใหม่ ระบบที่ 1	ระบบใหม่ ระบบที่ 2	ระบบใหม่ ระบบที่ 3
เวลารอคอยเฉลี่ย (นาที)				
- จุดรับบัตรคิว	0.4339	0.4347	0.4339	0.4337
- จุดซักประวัติ	23.7087	23.6687	23.7079	23.6655
- ห้องตรวจโรค	122.9000	93.6671	98.1370	68.4583
- จุดรับใบสั่งยา/ใบนัด	39.3625	38.6500	19.1095	18.8180
ค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ (%)				
- จุดรับบัตรคิว	12.5400	12.5400	12.5400	12.5500
- จุดซักประวัติ	36.0300	35.8600	36.0400	35.8800
- ห้องตรวจโรค	27.7900	27.9900	13.9700	14.0400
- จุดรับใบสั่งยา/ใบนัด	49.7800	49.7400	24.8100	24.7900
เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ย(นาที)	193.9800	163.9900	148.9600	118.9400

จากทำงานเวลา 09:00 ถึง 12:30 น.เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น. และเพิ่มพยาบาลวิชาชีพที่ให้บริการในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด 1 คน พร้อมทั้งเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิบัติงานจากทำงานเวลา 09:00 ถึง 12:30 น. เปลี่ยนเป็นทำงานเวลา 08:30 ถึง 12:30 น. ทำให้เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ยน้อยกว่าทั้งระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และ ระบบใหม่ระบบที่ 2 สำหรับค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยในระบบใหม่ระบบที่ 3 ทั้งของเจ้าหน้าที่ในห้องตรวจโรค และจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับระบบเดิม ระบบใหม่ระบบที่ 1 และระบบใหม่ระบบที่ 2

5. สรุปและวิจารณ์ผลการจำลอง

งานวิจัยนี้เป็นการจำลองระบบแถวคอยคลินิกเบาหวาน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า เพื่อศึกษาระบบการให้บริการเดิม ซึ่งมีจุดให้บริการ 4 จุด ได้แก่ จุดรับบัตรคิว จุดซักประวัติห้องตรวจโรค จุดรับใบสั่งยา/ใบนัด และหาแนวทางการปรับปรุงการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้โปรแกรม ARENA เวอร์ชัน 14 จากการศึกษาพบว่าแนวทางระบบใหม่ระบบที่ 3 เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด สำหรับในระบบเดิม เวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 193.9800 นาที (3.233 ชั่วโมง) หลังการปรับปรุงระบบ พบว่าเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบโดยเฉลี่ยเท่ากับ 118.9400 นาที (1.9823 ชั่วโมง) ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 38.6844 สำหรับเวลารอคอยเฉลี่ยที่ห้องตรวจโรค และจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด ในระบบเดิมเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วย 122.9000 นาที (2.0483 ชั่วโมง) และ 39.3625 นาที (0.6560 ชั่วโมง) ตามลำดับ หลังการปรับปรุงระบบพบว่าเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยเท่ากับ 68.4583 นาที (1.1410 ชั่วโมง) และ 18.8180 นาที (0.3136 ชั่วโมง) ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 44.2976 และ 52.1931 ตามลำดับ สำหรับค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ที่ห้องตรวจโรค ซึ่งมีอายุรแพทย์เป็นเจ้าหน้าที่ในนี้ ก่อนการปรับปรุงระบบ อายุรแพทย์มีค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ย 27.7900 % และหลังการปรับปรุงระบบ พบว่าแนวทางระบบใหม่ 3 อายุรแพทย์มีค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ย 14.0400 % ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 49.4782 ทำนองเดียวกันกับจุดรับใบสั่งยา/ใบนัด ซึ่งมีพยาบาลวิชาชีพเป็นเจ้าหน้าที่ในนี้ พบว่าก่อนการปรับปรุงระบบพยาบาลวิชาชีพในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัดมีค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ย 49.7800 % และหลังการปรับปรุงระบบแนวทางระบบใหม่ระบบที่ 3 พยาบาลวิชาชีพในจุดรับใบสั่งยา/ใบนัดมีค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ย 24.7900 % ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 50.2009 การที่อายุรแพทย์และพยาบาลวิชาชีพในจุดบริการรับใบสั่งยา/ใบนัดมีค่าอรรถประโยชน์เฉลี่ยลดลง เป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันได้ว่าเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วยทั้ง 2 จุดบริการนี้ต้องลดลงแน่นอน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้บริหารของโรงพยาบาล หัวหน้าและเจ้าหน้าที่ในคลินิกเบาหวาน รวมถึงผู้ป่วยในคลินิกเบาหวาน แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธเลิศหล้า ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

7. รายการอ้างอิง

[1] วัฒนา วัฒนาภา, สุพัตราโล่ห์สิริวัฒน์ และสุพร พิมพ์ เจียสกุล (บรรณาธิการ), 2550, สรีรวิทยา 1, พิมพ์ครั้งที่ 5, ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, 324 น.

[2] วราภณ วงศ์ถาวราวัฒน์ และวิทยา ศรีดามา, 2543, การวินิจฉัยและการแบ่งประเภท

โรคเบาหวาน, น. 1, ใน วิทยา ศรีดามา (บรรณาธิการ), การดูแลรักษาผู้ป่วยเบาหวาน, โครงการตำราจุฬาอายุรศาสตร์ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

[3] กัลยา วานิชยบัญชา, 2537, การวิจัยขั้นดำเนินงาน : การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางธุรกิจ, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 340 น.

[4] ประจวบ กล่อมจิตร และกัญจนา ทองสนิท, 2554, การจำลองสถานการณ์เบื้องต้น (Introduction to Simulation), พิมพ์ครั้งที่ 1, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ, 165 น.

[5] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2544, การจำลองแบบปัญหา (Simulation), สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 249 น.

[6] มานพ วราภักดิ์, 2550,การจำลอง (Simulation), สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 576 น.

[7] สุทธิมา ชำนาญเวช, 2552, การวิจัยดำเนินงาน (Operations research), ภาควิชาพาณิชยศาสตร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 221 น.

[8] ปอแก้ว เรืองเพ็ง, 2556, การจำลองระบบแถวคอยแผนกผู้ป่วยนอก : กรณีศึกษา คลินิกอายุรกรรม โรงพยาบาลพัทลุง, Veridian J. 6(3): 834-845.

[9] สถิตย์ เทศาราช และสมบัติ สินธุเชาวน์, 2553, การจำลองแบบปัญหาของระบบแถวคอยเพื่อลดระยะเวลารอคอยของผู้มารับบริการ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี, แหล่งที่มา : http://app.eng.ubu.ac.th/~app/resproject/upload/p1/23.papaer_l_sombat.pdf, 20 เมษายน 2560.

[10] ยลดา โฉมยา และอุดม จันทร์จรัสสุข, 2556, การปรับปรุงประสิทธิภาพแถวคอยโดยใช้การจำลองสถานการณ์ : กรณีศึกษา ระบบการให้บริการผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลลำลูกกา, วิศวสารลาดกระบัง 30(1): 43-48.

[11] อณจ ชัยมณี, ชวลิต มณีศรี และจุฑา พิชิตลำเค็ญ, 2555, การวิเคราะห์แบบจำลองระบบการให้บริการอาหารจานด่วน, น. 66-72, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555, เพชรบุรี.

[12] Sam, A. and Alex, A., 2014, Queuing theory and the management of waiting-time in hospitals: The case of Anglo Gold Ashanti Hospital in Ghana, Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci. 4(2): 34-44.

[13] Dhar, S.K. and Tanzina, R., 2013, Case study for bank ATM queuing model, IOSR J. Math. 7(1): 1-5.

[14] Samuel, F.F. and Jeffrey, W.H., 2007, A Survey of queuing theory applications in healthcare, ISR Tech. Rep. 24: 1-22.

[15] Aliya, I.A., Tukur, A.S. and Abdullahi, Y. 2015, Modeling and simulation analysis of health care appointment system using ARENA, Int. J. Sci. Appl. Inform. Technol. 4(1): 1-7.

[16] รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, 2553, คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena (ฉบับปรับปรุง), ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 612 น.