การปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการแผนกตรวจสุขภาพด้วยการจำลองสถานการณ์

The Improvement of Service Efficiency in the Health Check-up Department by Using Simulation

เวธิต พจน์ทวีเกียรติ[1*] รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ[2]
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
E-mail: reaona@hotmail.com *

Waytit Pojtaveekeat [1*] Roongrat Pisuchpen [2]
[1,2] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900
E-mail: reaona@hotmail.com *

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการเข้ามารับบริการของลูกค้าเป็นเวลานานในแผนกตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลเอกชนแห่งหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปแผนกตรวจสุขภาพเป็นแผนกที่มีการเข้ามาของลูกค้าเป็นจำนวนมากอย่างสม่ำเสมอในเกือบทุกๆวัน ทำให้เกิดปัญหาเวลาที่ลูกค้าใช้ในระบบเป็นเวลานาน ดังนั้นงานวิจัยฉบับได้มีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแผนกตรวจสุขภาพขึ้น เพื่อหากระบวนการที่เหมาะสมในการจัดลำดับขั้นตอนของการตรวจสุขภาพ และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของแผนกเพื่อวิธีลดเวลาในการรอรับบริการของลูกค้าและเพิ่มความสามารถในการรองรับลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต โดยผู้วิจัยได้ใช้การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาข้างต้น โดยผู้วิจัยได้ออกแบบทางเลือกให้กับระบบในรูปแบบต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงแผนผังในแผนกตรวจสุขภาพเพื่อให้สะดวกต่อการให้บริการ การเพิ่มจุดให้บริการเพื่อลดจำนวนแถวคอยของลูกค้า การจัดลำดับการให้บริการของแผนกใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการให้มากขึ้น เป็นต้น ซึ่งผลจากการทดลองจำลองสถานการณ์ ทำให้ระยะเวลาที่ลูกค้าใช้บริการเฉลี่ยในระบบลดลงจากเดิมมากกว่า 10 %

คำหลัก การจำลองสถานการณ์, รอบเวลาการทำงาน, การปรับปรุงประสิทธิภาพ

Abstract

This research aims at developing strategies to enhance the speed of service of the health check-up department at a private hospital. The department enjoys an excessive number of customers queuing up for service everyday; and due to a slow service, the cycle time of these queues may be more than 2 hours. The backlog of queues at the health-checkup department has been reproduced *in silico* through simulation, in order to investigate possible ways of reducing the customer cycle time, and thus increasing the number of customers to be served. Each possible strategy for service improvement are also tested *in silico* to identify only the optimal strategies for enhancing service efficiency. It was found that the change in layout of the service counters, along with increasing the number of service counters were the best strategies for enhancing the efficiency of service. These strategies resulted in the reduction of the customer cycle time in the health check-up department by more than 10 %

Keywords: Simulation, Cycle time, Service efficiency

1. บทนำ

ในแผนกตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง มีลูกค้าเข้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีปัญหาที่น่าวิตก คือ การรอคอยการให้บริการในแผนกต้องรอคอยอยู่ในแผนกเป็นเวลานานมาก ซึ่งในแผนกตรวจสุขภาพมีลูกค้าเข้ามาใช้บริการในช่วง เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมโดยเฉลี่ย 72 คน/วัน แต่เนื่องจากที่แผนกตรวจสุขภาพมีขั้นตอนการตรวจหลายขั้นตอนและมีโปรแกรมการตรวจสุขภาพหลายประเภท ดังนั้นเพื่อการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาของแผนก ผู้วิจัยจึงใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือในการศึกษาระบบและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อลดเวลาในการใช้บริการของลูกค้าในแผนกตรวจสุขภาพ

1.1.2 ปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการของลูกค้าในแผนกตรวจสุขภาพด้วยการจำลองสถานการณ์

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีลูกค้าเข้ามาใช้บริการมากที่สุดในระยะเวลา 1 ปี โดยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.2.1 ศึกษาการให้บริการของแผนกตรวจสุขภาพในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ในเวลา 7.00 – 17.00 นาฬิกา

1.2.2 วิเคราะห์เฉพาะลูกค้าประเภทตรวจสุขภาพที่ทำสัญญากับบริษัทลูกค้า (Contract), ตรวจสุขภาพเพื่อขอวีซ่าเดินทางไปต่างประเทศ (Visa), และลูกค้าที่เข้ามาใช้โปรแกรมตรวจสุขภาพของทางโรงพยาบาล (Walk in)

1.2.3 พิจารณาเฉพาะโปรแกรมตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลประเภท Classic และ The Royal

1.2.4 เก็บข้อมูลการจับเวลาการทำงานของเจ้าหน้าที่ให้บริการลูกค้าในแต่ละขั้นตอนและสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่ทำงานโดยตรง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำลองสถานการณ์ในอดีตมักใช้กับการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแต่ปัจจุบันได้ถูกนำใช้อย่างแพร่หลายในทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและการบริการ ดังนั้นจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำการจำลองสถานการณ์มาใช้ในการให้บริการในโรงพยาบาล เช่น

Stuart Brenner [1] ได้ทำวิจัยเพื่อหาจุดที่เป็นปัญหาคอขวดในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา และต้องการหาจำนวนแพทย์, พยาบาล และอุปกรณ์ในการตรวจผู้ป่วยที่เหมาะสม โดยใช้ What if analyses เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ

Toshikazu Abe [2] ได้ทำวิจัยโปรแกรมจำลองระบบการชำระเงินบนพื้นฐานขั้นตอนการวินิจฉัยโดยรวม (DPC / PPS) เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่โรงพยาบาลในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น โดยแบบจำลองประเมินความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเฉลี่ยที่คนไข้เข้าพักรักษา อัตราเตียงที่ถูกใช้และรายได้ของโรงพยาบาล

Jinn – Yi Yeh [3] ได้ทำวิจัยเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการห้องฉุกเฉินและเพิ่มระดับความพอใจของผู้ป่วยในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง โดยใช้การจำลองสถานการณ์และใช้หลักการทาง Genetic algorithm ที่เหมาะสมกับการทำงานของพยาบาลโดยไม่มีการว่าจ้างเจ้าหน้าที่เพิ่ม

Ahmed and Alkhamis [4] ได้ทำการศึกษาการจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในคูเวต โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กำหนดจำนวนแพทย์เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมและเพื่อลดเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วย

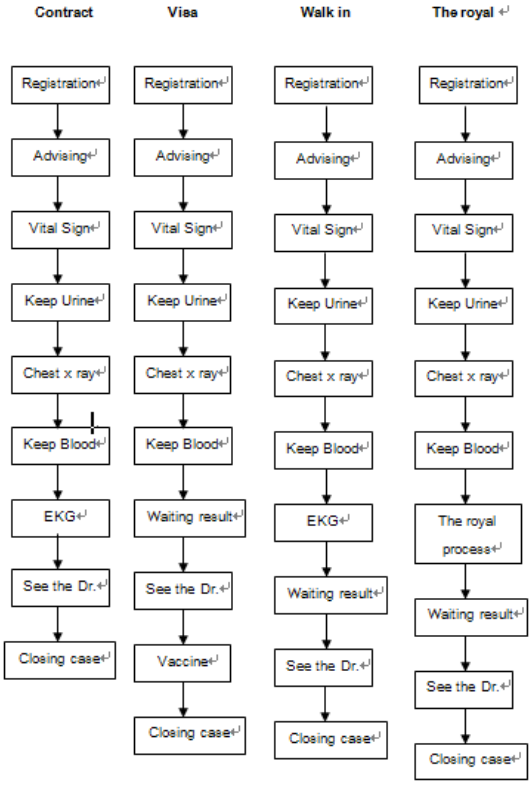
Zhen Zeng [5] ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการปรับปรุงคุณภาพการดูแลผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง โดยใช้การวิเคราะห์ความไว วิเคราะห์หาจำนวนแพทย์ พยาบาล และอุปกรณ์ทดสอบและตั้งนโยบายให้คำแนะนำการทีมพยาบาล (สำหรับพยาบาล 2 คน) สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการให้การบริการในแผนกฉุกเฉินได้อย่างมีนัยสำคัญ

Lene Berge Holm [6] ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาการจัดสรรเตียงผู้ป่วยในห้องพักของแผนกฉุกเฉินเพื่อลดความแออัดในแผนกฉุกเฉิน โดยใช้ทฤษฎีการจัดสรรทรัพยากร (allocation algorithm) ลงในแบบจำลองเมทริกซ์เพื่อจัดสรรเตียงผู้ป่วยในห้องพักที่ดีที่สุด

3. วิธีการ

3.1 ศึกษาข้อมูล

ศึกษาข้อมูลขั้นตอนการให้บริการในแผนกตรวจสุขภาพ



รูปที่ 1 Flow ขั้นตอนการทำงานของลูกค้าแต่ละประเภท

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนและทรัพยากรในการให้บริการของแผนก

ขั้นตอน	ทรัพยากรที่ให้บริการ	จำนวนทรัพยากร(คน)
1.Registration	เจ้าหน้าที่เวชระเบียน	3
2.Advising	พยาบาล	6
3.Vital sign	ผู้ช่วยนางพยาบาล	1
5.Transport	เจ้าหน้าที่ Transport	1
6.Chest x rays	เจ้าหน้าที่ x ray	1
7.Keep blood	เจ้าหน้าที่เจาะเลือด	1
8.EKG	เจ้าหน้าที่ EKG	1
11. See the doctor	Doctor	6
12. Vaccine	พยาบาล	6
13. Closing case	พยาบาล	6

3.2 วิเคราะห์พารามิเตอร์

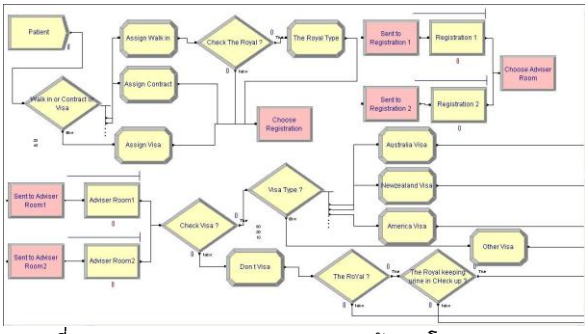
หาค่าเฉลี่ยการเข้ามาของลูกค้าในแต่ละชั่วโมงและเวลาที่ใช้ในการทำงานในแต่ละขั้นตอนซึ่งได้มาจากการจับเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนมาอย่างล่ะ 30 ตัวอย่างและได้จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ในขั้นตอนนั้นๆ นำมาวิเคราะห์การแจกแจงที่เหมาะสมในโปรแกรม Input Analyzer มีดังนี้

ตารางที่ 2 เวลานำเข้า (นาที)

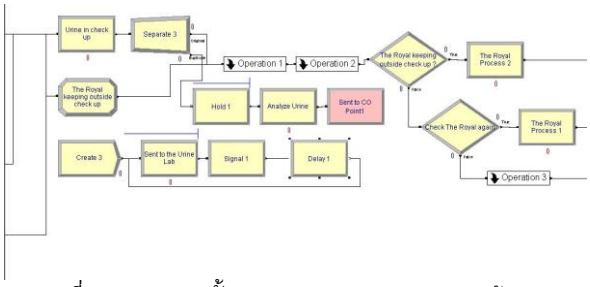
ขั้นตอน	การแจกแจง (นาที/คน)
1.Registration	3+2.81*BETA(0, 0)
2.Advising	TRIA(5,17.4,22)
3.Vital sign	5+2.85*BETA(0.94,0.699)
4.Keep urine	NORM(7.37,1.67)
5.Transport	1+2.85*BETA(0.972,1.18)
6.Chest x rays	5 + LOGN(1.17,1.66)
7.Keep blood	3.03+5.85*BETA(2.15,1.81)
8.EKG	3+3.89*BETA(0.864,0.694)
9.The royal process	UNIF(180,210)
10.Waiting results	TRIA(45,60,90)
11. See the doctor	8+15*BETA(1.74,1.73)
12. Vaccine	30+WEIB(7.46,1.34)
13. Closing case	1+2.71*BETA(0.998,0.914)

3.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์

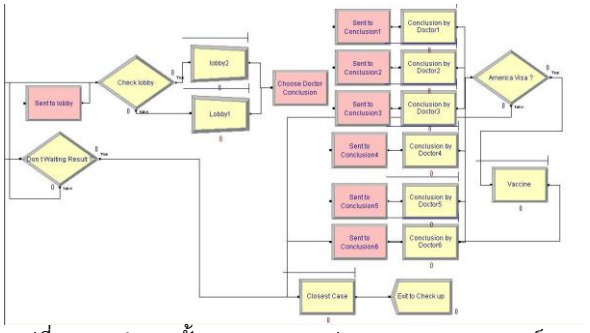
สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena แสดงดังรูปที่ 2, 3 และ 4 ดังนี้



รูปที่ 2 แบบจำลองส่วนแยกประเภทลูกค้าและโปรแกรมตรวจสุขภาพต่างๆ



รูปที่ 3 แบบจำลองขั้นตอนการตรวจสุขภาพของลูกค้าและโปรแกรมตรวจสุขภาพต่างๆ



รูปที่ 4 แบบจำลองขั้นตอนการรอสรุปผลการตรวจจากแพทย์ของลูกค้าและโปรแกรมตรวจสุขภาพต่างๆ

แบบจำลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1เริ่มตั้งแต่ลูกค้าเข้ามาในแผนกตรวจสุขภาพ ลูกค้าจะเข้ากรอกประวัติลงทะเบียนที่ Registration ก่อนจะมีการแยกประเภทลูกค้าที่เข้ามาที่จุดนี้แล้วจะส่งไปยังห้อง Adivising เพื่อที่พยาบาลจะเป็นผู้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสุขภาพของลูกค้าแต่ละประเภท ซึ่งถ้าหากเป็นแผนกตรวจสุขภาพประเภท The royal จะมีการส่งลูกค้าไปตรวจที่นอกแผนกแล้วกลับมารอฟังผลที่แผนกตรวจสุขภาพส่วนที่ 2 ลูกค้าจะเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสุขภาพโดยลูกค้าทุกประเภทต้องผ่านการตรวจ Vital Sign, Keep urine, Chest s rays, Keep blood และ EKG แต่ถ้าเป็นลูกค้าโปรแกรม The royal สามารถจะไป Keep urine ที่นอกแผนกตรวจสุขภาพได้ตามสะดวกและจะไปตรวจ EKG ที่นอกแผนกตรวจสุขภาพ ส่วนผู้ป่วยประเภท Visa จะไม่มีการตรวจ EKG และในส่วนที่ 3 จะเป็นส่วนที่ผู้ป่วยที่ผ่านการตรวจครบทุกขั้นตอนของทุกประเภทจะมารอฟังผลจากแพทย์ซึ่งหากเป็นลูกค้าประเภท Contract ลูกค้าจะสามารถกลับได้ทันทีที่ตรวจร่างกายครบทุกขั้นตอนแล้วผลการตรวจจะถูกส่งตามทีหลัง และหากเป็นลูกค้าที่มาตรวจร่างกายเพื่อขอ Visa ไปประเทศอเมริกา ลูกค้าจะต้องผ่านกระบวนการฉีดวัคซีนก่อน แล้วสุดท้ายลูกค้าทุกคนจะต้องไปตรวจเช็คเอกสารและการตรวจที่จุด Closing case ก่อนถึงจะสามารถกลับบ้านได้

3.4 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองสถานการณ์มีความแม่นยำเพียงพอเพื่อใช้ในการสร้างนโยบายเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนกตรวจสุขภาพ โดยการนำเวลาเฉลี่ยลูกค้าเข้ามาใช้บริการมาทดสอบแบบ T-Test : Two-Sample Ausseming Unequal Variances ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการทดทอสอบความถูกต้องของข้อมูล

	Variable 1	Variable 2
Mean	143.60	141.34
Variance	1771.82	59.55
Observations	1540.00	30.00
Hypothesized Mean Difference	0.00	-
df	72.00	-
t Stat	1.28	-
P(T<=t) one-tail	0.10	-
t Critical one-tail	1.67	-
P(T<=t) two-tail	0.21	-
t Critical two-tail	1.99	-

จากตารางที่ 3 ค่า P-Value มีค่ามากกว่า 0.05 ทำให้ผลจากการจำลองสถานการณ์มีความถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญ

3.4 การกำหนดนโยบาย

เมื่อได้ทำการตรวจสอบแบบจำลองว่ามีความน่าเชื่อถือแล้ว จึงกำหนดนโยบายเพื่อปรังปรุงแผนก

ผลจากการจำลองสถานการณ์โดยกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำที่ 30 รอบเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในแต่ละนโยบาย มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 % โดยใช้ความเชื่อมั่น 95 % (95 % confidence interval) ซึ่งมี 6 นโยบายที่ทำให้เวลาที่ลูกค้าใช้บริการโดยเฉลี่ยลดลงมากกว่า 10 % ดังนี้

นโยบายที่ 1 : ลดเวลาที่ไปตรวจนอกแผนกลง 1 ชั่วโมง เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign และเพิ่มเจ้าหน้าที่ Keep blood เพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

นโยบายที่ 2 : ลดเวลาการส่งผลเลือดและปัสสาวะจากทุกๆ 15 นาทีเป็น 5 นาที เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign และเพิ่มเจ้าหน้าที่ Keep blood เพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

นโยบายที่ 3 : ลดเวลาที่ไปตรวจนอกแผนกลง 1 ชั่วโมง เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign เจ้าหน้าที่ Keep blood เจ้าหน้าที่และเครื่อง EKGเพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

นโยบายที่ 4 : ลดเวลาที่ไปตรวจนอกแผนกลง 1 ชั่วโมง ลดเวลาการส่งผลเลือดและปัสสาวะจากทุกๆ 15 นาทีเป็น 5 นาที เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign และเพิ่มเจ้าหน้าที่ Keep blood เพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

นโยบายที่ 5 : ลดเวลาการส่งผลเลือดและปัสสาวะจากทุกๆ 15 นาทีเป็น 5 นาที เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign เจ้าหน้าที่ Keep blood เจ้าหน้าที่และเครื่อง EKGเพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

นโยบายที่ 6 : ลดเวลาที่ไปตรวจนอกแผนกลง 1 ชั่วโมง ลดเวลาการส่งผลเลือดและปัสสาวะจากทุกๆ 15 นาทีเป็น 5 นาที เพิ่มเจ้าหน้าที่ Vital sign เจ้าหน้าที่ Keep blood เจ้าหน้าที่และเครื่อง EKGเพิ่มอีกอย่างละ 1 คน

ทั้ง 6 นโยบายมีการให้บริการลูกค้าในแต่ละประเภท ดัง ตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 เวลาลูกค้าแต่ละประเภทใช้บริการในแต่ละนโยบาย (นาที)

นโยบาย	Contract	Visa	Walk in	The Royal
ไม่ปรับปรุง	138.38 ±3.38	139.31 ±1.4	135.98 ±1.54	215.79 ±14.52
1	118.87 ±2.24	141.69 ±1.70	136.36 ±1.82	178.32 ±8.27
2	118.86 ±2.67	136.39 ±1.56	130.46 ±1.27	195.53 ± 9.74
3	117.74 ±2.86	140.39 ±1.26	137.17 ±1.87	177.36 ±7.96
4	117.80 ±2.60	137.21 ±1.52	131.60 ±1.40	174.38 ±8.26
5	115.92 ±2.77	135.46 ±1.26	132.57 ±2.29	189.43 ±11.48
6	116.78 ±3.06	136.62 ±1.62	132.00 ±1.82	170.64 ±9.23

ตารางที่ 5 เวลาลูกค้าใช้บริการทุกประเภทเฉลี่ยในแต่ละนโยบาย (นาที)

นโยบาย	เวลาลูกค้าใช้บริการทุกประเภทเฉลี่ย (นาที)
ไม่ปรับปรุง	141.34±2.88
1	126.13±1.90
2	125.70±2.03
3	125.17±2.43
4	124.25±2.10
5	123.25±2.39
6	123.25±2.55

4. ผลสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 ผลสรุป

จากการวิเคราะห์แต่ละนโยบายมีเพียง 6 นโยบายที่เวลาลูกค้าใช้บริการทุกประเภทเฉลี่ยลดลงมากกว่า 10 % ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์นโยบายที่ลูกค้าใช้บริการทุกประเภทเฉลี่ยลดลงมากกว่า 10 %

นโยบาย	เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง (%)
1	ลดลง 10.76 %
2	ลดลง 11.07 %
3	ลดลง 11.44 %
4	ลดลง 12.09 %
5	ลดลง 12.80 %
6	ลดลง 12.80 %

ซึ่งนโยบายทั้ง 6 ที่นำมาวิเคราะห์ก็ทำให้เวลาลูกค้าแต่ละประเภทใช้บริการก็ทำให้เวลาลดลงและเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน ดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 เวลาเฉลี่ยของลูกค้าในแต่ละนโยบายที่ลดลง (นาที)

นโยบาย	ลูกค้า Contract	ลูกค้า Visa	ลูกค้า Walk in	ลูกค้า The Royal
1	ลดลง 19.52	เพิ่มขึ้น 2.37	เพิ่มขึ้น 0.38	ลดลง 37.47
2	ลดลง 19.53	ลดลง 2.93	ลดลง 5.52	ลดลง 20.27
3	ลดลง 20.64	เพิ่มขึ้น 1.08	เพิ่มขึ้น 1.19	ลดลง 38.43
4	ลดลง 20,58	ลดลง 2.11	ลดลง 4.38	ลดลง 41.41
5	ลดลง 22.43	ลดลง 3.85	ลดลง 3.41	ลดลง 26.36
6	ลดลง 21.60	ลดลง 2.69	ลดลง 3.98	ลดลง 45.15

ตารางที่ 8 เวลาเฉลี่ยของลูกค้าทุกประเภทในแต่ละนโยบายที่ลดลง (นาที)

นโยบาย	เฉลี่ยทุกประเภท
1	ลดลง 15.21
2	ลดลง 15.64
3	ลดลง 16.18
4	ลดลง 17.09
5	ลดลง 18.10
6	ลดลง 18.10

จากการกำหนดนโยบายพบว่านโยบายที่ 5 และ 6 จะสามารถลดเวลาเฉลี่ยของลูกค้าได้มากที่สุด แต่ทางนโยบายที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่านโยบายที่ 5 ซึ่งจะมีผลแค่เวลาของลูกค้าประเภท The Royal ลดลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริหารว่ามีความต้องการจะลดเวลาการให้บริการของลูกค้าประเภทไหน

เอกสารอ้างอิง

[1] Stuart Brenner, Zhen Zeng, Yang Liu, Junwen Wang, Jingshan Li, Patricia K. Howard. 2009. Modeling and Analysis of the Emergency Department at University of Kentucky Chandler Hospital Using Simulations. Journal of Emergency Nursing, 36: 303-310

[2] Toshikazu Abe, Shin-ichi Toyabe, Pengyu Cao, Sachiko Kurashima, Kouhei Akazawa 2005. Development of a simulation program for estimating hospital incomes under the prospective payment system. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 80: 271-276

[3] Jinn-Yi Yeh, Wen-Shan. 2007. Using simulation technique and genetic algorithm to improve the quality care of a hospital emergency department. Expert Systems with Applications, 32: 1073-1083

[4] Mohamed A. Ahmed, Talal M. Alkhamis. 2009. Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait. European Journal of Operational Research, 198: 936-942

[5] Zhen Zeng, Xiaoji Ma, Yao Hu, Jingshan Li, Deborah Bryant. 2011. A Simulation Study to Improve Quality of Care in the Emergency Department of a Community Hospital. Journal of Emergency Nursing, In Press, Corrected Proof

[6] Lene Berge Holm, Hilde Lurås, Fredrik A. Dahl. 2012. Improving hospital bed utilization through simulation and optimization:With application to a 40% increase in patient volume in a Norwegian general hospital. International Journal of Medical Informatics, In Press, Corrected Proof