ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ | วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องของศูนย์ตรวจสุขภาพเพื่อลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย

The Discrete-Event Simulation Model of a Health Screening Center for Improving Patient's Waiting Time

นามผู้วิจัย นายธนญ วงศ์สัมมาชีพ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑา พิชิตลำเค็ญ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์วรวุฒิ หวังวัชรกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องของศูนย์ตรวจสุขภาพเพื่อลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย

The Discrete-Event Simulation Model of a Health Screening Center for Improving Patient's Waiting Time

โดย

นายธนญ วงศ์สัมมาชีพ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนญ วงศ์สัมมาชีพ 2555: การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องของศูนย์ตรวจสุขภาพเพื่อลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑา พิชิตลำเค็ญ, Ph.D. 83 หน้า

ศูนย์ตรวจสุขภาพเป็นแผนกแรกที่ผู้ป่วยเข้ามาติดต่อก่อนรับบริการจากแผนกอื่น เนื่องจากเป็นแผนกที่คัดกรองสุขภาพของผู้ป่วย ดังนั้นจึงมีผู้ป่วยเข้ารับบริการเป็นจำนวนมาก ผู้ป่วยเกิดความไม่พอใจเกี่ยวกับระยะเวลาคอยที่นาน ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการจำลองเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่องของศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยโปรแกรม Arena เพื่อสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารโรงพยาบาล โดยตัวแบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้สำหรับทดสอบสถานการณ์ต่างๆ ภายในศูนย์ตรวจสุขภาพ ข้อมูลที่ประกอบการพัฒนาตัวแบบจำลองได้จากบันทึกทางอิเล็กทรอนิกส์และการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ ตัวแบบจำลองถูกตรวจสอบโดยพิจารณาระยะเวลารวมเฉลี่ยในระบบของศูนย์ตรวจสุขภาพ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักเพื่อลดระยะเวลาคอยทั้งหมดและเป้าหมายรองเพื่อลดระยะเวลาทั้งหมดภายในศูนย์ตรวจสุขภาพ ตัวแบบจำลองทดสอบการปรับนโยบายต่างๆ ในการให้บริการผู้ป่วยเพื่อลดระยะเวลาคอย นโยบาย 1 เป็นสถานการณ์ในปัจจุบัน นโยบาย 2 ให้ผู้ป่วยทุกคนที่ตรวจอัลตร้าซาวนด์ก่อนตรวจต้องมีน้ำเต็มกระเพาะปัสสาวะเพื่อรับการตรวจช่องท้องทั้งหมด นโยบาย 3 ให้แพทย์ตรวจสุขภาพให้บริการแบบมาก่อนได้ก่อน นโยบาย 4 เปลี่ยนสัดส่วนการเข้ารับการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยที่ดีที่สุดโดยเครื่องมือ OptQuest นโยบาย 5 รวมนโยบาย 2 ถึง 4 พบว่านโยบาย 5 สามารถลดระยะเวลาคอยทั้งหมดได้ 23% จาก 133.90±3.33 นาที เหลือเพียง 102.99±1.59 นาที และลดระยะเวลาทั้งหมดในการรับบริการตรวจสุขภาพ 16% จาก 205.94±3.37 นาที เหลือเพียง 173.45±1.74 นาที และใช้วิธี Select-the-Best ของโปรแกรม Arena ในการเลือกนโยบาย 5 ซึ่งสามารถลดระยะเวลาคอยได้มากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 95% และค่าเผื่อ (Error Tolerance) 5 นาที

_____ _____ ___/ ___/ ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thanon Wongsammacheep 2012: The Discrete-Event Simulation Model of a Health Screening Center for Improving Patient's Waiting Time. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Juta Pichitlamken, Ph.D. 83 pages.

The health screening center is the first department that patients come into contact before going to other departments because the objective of this department is to screen patient's health. Many patients come into the health screening center that patients sometimes complain about long waiting times. We develop a discrete-event simulation model of the health screening center by Arena software to support the decision making process of the hospital management. It is designed such that it can readily be used for testing any scenarios inside the health screening center. Input data is collected from electronic records and interviews with staff. The simulation model is validated by considering the average total times in the system. In this work, primary objective is to reduce the total waiting time, and the secondary objective is to reduce total time in the health screening center. We use the simulation model to test our patient's adaptive policies to see if patient's waiting time can be reduced. The first policy is the as-is condition. The second policy is to have the ultrasound test only once for the whole abdomen. The third policy is to assign diagnosis physicians at Station 6 on the first-come, first-serve basis. The fourth policy is to change schedule patients' arrivals throughout the day by the OptQuest tool. The fifth policy is to simultanously implement all policies. The fifth policy can reduce total waiting time to 23% from 133.90±3.33 minutes to 102.99±1.59 minutes and can reduce total time to 16% from 205.94±3.37 minutes to 173.45±1.74 minutes. The Select-the-Best procedure in Arena software is used to select the best policy to reduce waiting time at 95% confident interval and 5 minutes for error tolerance.

_____ _____ ___/ ___/ ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณความเมตตากรุณาจาก ผศ.ดร.จุฑา พิชิตลำเค็ญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ถ่ายทอดความรู้ อบรมสั่งสอนทั้งในด้านการทำงานและการดำเนินชีวิต รวมถึงให้คำแนะนำแนวทางวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นอย่างดีเสมอมาจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณทางผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ของศูนย์ตรวจสุขภาพโรงพยาบาลกรณีศึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และให้คำแนะนำต่างๆรวมทั้งช่วยตรวจสอบตัวแบบจำลองและนำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบของศูนย์ตรวจสุขภาพ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วเรศรา วีระวัฒน์ และทางโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา (สกอ.)-สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คลัสเตอร์การวิจัยด้านระบบโลจิสติกส์เพื่อการยกระดับการให้บริการสุขภาพและอนามัยของประเทศไทย ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์และการแก้ปัญหาต่างๆ รวมถึงเงินทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา – มารดาและครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและคอยอยู่เคียงข้างผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

ธนญ วงศ์สัมมาชีพ

กันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	29
อุปกรณ์	29
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	66
ผล	66
วิจารณ์	78
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	80
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนทรัพยากรที่ให้บริการตรวจสุขภาพในศูนย์ตรวจสุขภาพแต่ละช่วงเวลา	48
2	การแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลนำเข้า	49
3	การวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพโดยเฉลี่ยต่อวันที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	62
4	สัดส่วนของระยะเวลาคอยทั้งหมดและระยะเวลาตรวจสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาทั้งหมดที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	66
5	เปรียบเทียบสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาและระยะเวลาคอยเฉลี่ยจากเครื่องมือ OptQuest กับ นโยบาย 4	69
6	เปรียบเทียบสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาและระยะเวลาคอยเฉลี่ยของนโยบาย 1 กับนโยบาย 4	69
7	สัดส่วนของระยะเวลาคอยทั้งหมดของนโยบายต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบาย 1 ที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	70
8	สัดส่วนของระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพของนโยบายต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบาย 1 จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	71
9	สัดส่วนของผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาคอยต่างๆ ของแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	72
10	สัดส่วนของผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาทั้งหมดต่างๆ ของแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	72
11	ระยะเวลาคอยทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบนโยบาย 1 กับนโยบาย 5 ที่จำนวนผู้ป่วยเข้ารับบริการเฉลี่ยต่อวันต่างๆ จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	75
12	สัดส่วนของอรรถประโยชน์ของทรัพยากรต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพตามนโยบาย 1และนโยบาย 5	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	จำนวนผู้ป่วยต่างชาติที่เข้ารับการรักษาพยาบาลในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 – 2554	2
2	ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์	18
3	แผนภาพกล่อง	27
4	แผนผังของศูนย์ตรวจสุขภาพ	30
5	แผนภาพการไหลของผู้ป่วย	34
6	ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล และจุดบริการเตรียมเอกสาร	36
7	ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการชำระค่าใช้จ่าย	37
8	ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือด	38
9	ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยา	39
10	ขั้นตอนการทำงานการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	40
11	ขั้นตอนการทำงานการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน	41
12	ขั้นตอนการทำงานการตรวจทางรังสีวิทยา	42
13	ขั้นตอนการทำงานการตรวจมะเร็งเต้านม และ ตรวจเต้านม	43
14	ขั้นตอนการทำงานการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด	44
15	ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัย	45
16	ตัวแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพ	54
17	ตัวแบบจำลองของจุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล	55
18	ตัวแบบจำลองของจุดบริการเตรียมเอกสารรับรองและเอกสารอื่นๆที่ใช้ในการตรวจสุขภาพ	55
19	ตัวแบบจำลองของจุดบริการชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพ	55
20	ตัวแบบจำลองของจุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือด	56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ตัวแบบจำลองของการตรวจเลือด	56
22	ตัวแบบจำลองของการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	56
23	ตัวแบบจำลองของการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน	57
24	ตัวแบบจำลองของการเอ็กซเรย์ปอด	57
25	ตัวแบบจำลองของการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด	57
26	ตัวแบบจำลองของการตรวจมะเร็งเต้านม ตรวจเต้านม	58
27	ตัวแบบจำลองของการตรวจตา	59
28	ตัวแบบจำลองของการตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน	59
29	ตัวแบบจำลองของการวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพ	60
30	สัดส่วนระยะเวลาคอยทั้งหมดของการตรวจสุขภาพต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพ	67
31	ระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยตั้งแต่เข้ารับบริการจนกระทั่งสามารถรับประทานอาหารในแต่ละแพ็กเกจของนโยบาย 1 และนโยบาย 5	68
32	ระยะเวลาคอยของผู้ป่วยภายใต้นโยบายต่างๆที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	70
33	ระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพภายใต้นโยบายต่างๆ จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	71
34	ช่วงระยะเวลาเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยกับระยะเวลาคอยทั้งหมดในแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	73
35	ช่วงระยะเวลาเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยกับระยะเวลาทั้งหมดในแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	74
36	แผนภูมิการเลือกนโยบายที่ดีที่สุดด้วยวิธี Select-the-Best ภายใต้ความเชื่อมั่น 95% จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ	74
37	สัดส่วนของระยะเวลาตรวจสุขภาพและระยะเวลาคอยของแพ็กเกจต่างๆ	77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องของศูนย์ตรวจสุขภาพเพื่อลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย

The Discrete-Event Simulation Model of a Health Screening Center for Improving Patient's Waiting Time

คำนำ

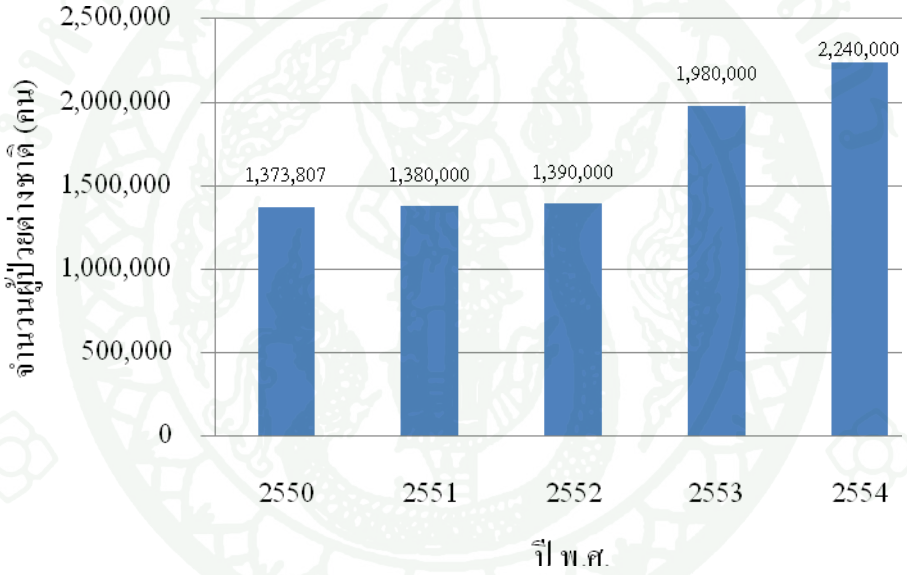
ประเทศไทยเป็นหนึ่งในศูนย์กลางทางการแพทย์ของเอเชีย ชาวต่างชาติเข้ารับการรักษาโรงพยาบาลในประเทศไทยมากขึ้น และมีอัตราการเติบโตของการเข้ารับบริการรักษาในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงสาธารณสุข, 2555) ดังภาพที่ 1 แรงผลักดันหลักทางการแพทย์ในประเทศไทย คือ ภาคเอกชน ซึ่งมีแผนดึงดูดนักท่องเที่ยวจากประเทศที่มีกำลังซื้อสูง เช่น ญี่ปุ่น สหภาพยุโรปและประเทศในเอเชียตะวันออก โดยโรงพยาบาลเหล่านี้ให้บริการรักษาด้วยเทคโนโลยีชั้นสูงและมีแผนการตลาดต่างๆ โดยเน้นความได้เปรียบของประเทศไทยในแง่ของค่ารักษาพยาบาลและความเด่นด้านการบริการ (อัญชนา, 2554) สำหรับผู้ป่วยในประเทศคาดว่าจะเข้ามาใช้บริการมากขึ้น จากการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายของโรงพยาบาลเอกชนอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับปัจจุบันผู้ป่วยหันมาให้ความสำคัญกับการดูแลรักษาสุขภาพในเชิงป้องกันในสัดส่วนที่มากขึ้น จากที่เคยเข้ามาใช้บริการเมื่อเกิดอาการเจ็บป่วยเพียงอย่างเดียว

ศูนย์ตรวจสุขภาพเป็นแผนกหนึ่งในโรงพยาบาลที่ให้บริการในการตรวจสุขภาพ เพื่อให้ผู้ป่วยทราบปัญหาทางด้านสุขภาพได้ทันท่วงที และลดความเสี่ยงจากปัญหาด้านสุขภาพไม่ให้ลุกลามจนมีผลร้ายแรงต่อสุขภาพของผู้ป่วยจนอาจถึงชีวิต หรือสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษามากมาย ผู้ป่วยจะได้รับคำปรึกษาจากแพทย์และรับการรักษาที่เหมาะสม การตรวจสุขภาพอย่างสม่ำเสมอจึงเป็นหนทางหนึ่งในการป้องกันจากโรคภัยต่างๆ

งานวิจัยนี้ศึกษาศูนย์ตรวจสุขภาพหนึ่งของโรงพยาบาลเอกชนแนวหน้าของประเทศไทย บุคลากรทางการแพทย์มีชื่อเสียงในด้านความเชี่ยวชาญและความทันสมัยในการรักษาพยาบาล ศูนย์ตรวจสุขภาพเปิดให้บริการตั้งแต่ 6.00-17.00 น. สำหรับการตรวจสุขภาพผู้ป่วยไม่สามารถรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำอย่างน้อย 9 ชั่วโมงก่อนเข้ารับการตรวจสุขภาพ ดังนั้นผู้ป่วยส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใหญ่จึงเดินทางมาตรวจสุขภาพในช่วงเวลา 7.00–10.00 น.และทำให้ผู้ป่วยหนาแน่นที่จุดบริการในช่วงเวลาแตกต่างกัน เช่น จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล และจุดบริการเตรียมเอกสารจะมีผู้ป่วยหนาแน่นตั้งแต่เวลา 7.00–10.00 น. จุดบริการชำระค่าใช้จ่าย และจุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือดมีผู้ป่วยหนาแน่นตั้งแต่เวลา 8.00–11.00 น. จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยา และจุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยมีผู้ป่วยหนาแน่นตั้งแต่ 10.00 น. ขึ้นไป การตรวจบางประเภทใช้ระยะเวลานานส่งผลให้ระยะเวลาคอยสำหรับผู้ป่วยนาน จากการสำรวจความพึงพอใจโดยโรงพยาบาลระบุว่าระยะเวลาคอยนานเป็นปัญหาที่ผู้ป่วยไม่พอใจสำหรับศูนย์ตรวจสุขภาพ



ภาพที่ 1 จำนวนผู้ป่วยต่างชาติที่เข้ารับการรักษาพยาบาลในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 – 2554

ที่มา: กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ (ปี)

ตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete-Event Simulation, DES) เป็นการจำลองการไหลของกระบวนการที่ซับซ้อนที่เกิดขึ้นแบบไม่ต่อเนื่องโดยสามารถสร้างแบบจำลองได้บนคอมพิวเตอร์ (Kelton *et al*, 2009) ตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องได้กลายเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ งานวิจัยด้านสุขภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Arena ในการสร้างตัวแบบจำลองในการศึกษาศูนย์ตรวจสุขภาพ และเลือกนโยบายต่างๆด้วยวิธี Select-the-Best ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังสามารถสร้างภาพเสมือนจริงไว้บนคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยตัดสินใจ (Decision support system: DSS) ซึ่งอยู่ในรูปแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพ โดยมีจุดประสงค์หลัก คือ การลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยในการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพ (Total waiting time) และจุดประสงค์รอง คือการลดระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพทั้งหมดของผู้ป่วย (Total time)

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือ DSS ภายใต้ข้อสมมติดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ถูกเก็บรวบรวมในช่วงระยะเวลา 06.00-17.00 น. ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม 2554
2. พนักงานที่ทำหน้าที่เดียวกันมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากัน
3. เวลาพักของพนักงานเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก จนไม่นำมาพิจารณา
4. เจ้าหน้าที่ทุกคนเริ่มงานตามเวลาที่กำหนด
5. ไม่มีความแตกต่างของสัดส่วนการเข้ารับบริการในช่วงเวลาในแต่ละวัน
6. ไม่มีความแตกต่างของสัดส่วนการเข้ารับบริการในแต่ละแพ็กเกจในแต่ละวัน
7. ผู้ป่วยทุกคนต้องรับฟังผลการวินิจฉัย ยกเว้นผู้ป่วยมาถึงจุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยหลังเวลา 16.00 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้คือ เครื่องมือ DSS ในการช่วยฝ่ายบริหารของทางศูนย์ตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลช่วยในการตัดสินใจนโยบายต่างๆ เพื่อลดระยะเวลาในการเข้ารับบริการของตรวจสุขภาพผู้ป่วย ลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย และสำหรับรองรับการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการที่ศูนย์ตรวจสุขภาพ

แหล่งทุนสนับสนุน

ทุนวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา(สกอ.)-สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คลัสเตอร์การวิจัยด้านระบบโลจิสติกส์เพื่อการยกระดับการให้บริการสุขภาพและอนามัยของประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายสร้างตัวแบบจำลองในการศึกษาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของศูนย์ตรวจสุขภาพ โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาคอยและระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยกับระบบในปัจจุบัน ผู้วิจัยจะกล่าวถึงหัวข้อในการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ ศูนย์ตรวจสุขภาพ ตัวแบบการจำลองสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Modeling) การวิเคราะห์กระบวนการนำออก (Output Analysis) การตรวจความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation of simulation models) การคัดเลือกระบบที่ดีที่สุดจาก k ระบบ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภาพกล่อง (Box and Whisker Plots)

ศูนย์ตรวจสุขภาพ

1. มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโรงพยาบาล

มาตรฐาน HA (Hospital Accreditation) คือ กระบวนการพัฒนาและรับรองคุณภาพโรงพยาบาล การรับรองดังกล่าวจะพิจารณาว่าโรงพยาบาลมีการจัดระบบงานที่ดี ให้บริการที่มีคุณภาพ และปลอดภัย รวมถึงความมุ่งมั่นในการพัฒนาให้มีคุณภาพอย่างต่อเนื่อง มีการตรวจสอบวัดผลการทำงานอย่างสม่ำเสมอในทุกด้าน ทั้งด้านการบริหาร การจัดการ และการดูแลผู้ป่วย ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันภายในแต่ละประเทศสำหรับประเทศไทยองค์กรที่รับรองในปัจจุบันคือ สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน) (สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล, 2555)

มาตรฐาน JCI (Joint Commission International) อยู่ในการกำกับดูแลของ The Joint Commission ซึ่งเป็นสถาบันของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เป็นองค์กรอิสระที่ไม่หวังผลกำไร ดำเนินงานมานานกว่า 75 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพ และความปลอดภัยในการดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วยให้กับสถานพยาบาลต่างๆ ทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง ด้วยการตรวจประเมินอย่างละเอียดถี่ ถ้วน ตลอดจนให้การรับรองมาตรฐานคุณภาพแก่สถานพยาบาลที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนด (โรงพยาบาลเวชธานี, 2555)

ทั้งนี้ไม่มีมาตรฐานสำหรับศูนย์ตรวจสุขภาพโดยเฉพาะ แต่ศูนย์ตรวจสุขภาพก็ต้องผ่านการตรวจมาตรฐานสำหรับโรงพยาบาลคุณภาพ เช่น มาตรฐาน HA หรือ มาตรฐาน JCI โดยศูนย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสุขภาพจะถูกแยกพิจารณามาตรฐานออกตามประเภทการตรวจ เช่น การตรวจทางรังสีวิทยา เครื่องมือ อุปกรณ์ รวมถึงสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในห้องตรวจจะต้องผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับชาวต่างชาติมาตรฐาน JCI นั้นถือเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาโรงพยาบาลที่จะเข้ารับการรักษา ดังนั้นถ้าโรงพยาบาลมีมาตรฐาน JCI นั่นแสดงว่า ศูนย์ตรวจสุขภาพย่อมมีมาตรฐานที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับ

2. การบริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ (โรงพยาบาลบีเอ็นเอช, 2555)

2.1 การตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงาน

2.2 รายการตรวจสุขภาพประจำปี โดยแบ่งรายการตรวจตามความเหมาะสมของบุคคลในแต่ละช่วงอายุ

2.3 รายการตรวจต่างๆ ตามแพทย์สั่ง หรือตามความต้องการของผู้เข้ารับการตรวจสุขภาพ

2.4 การจัดรายการตรวจสุขภาพประจำปีสำหรับกลุ่มลูกค้าที่เป็นบริษัท ทั้งสำหรับผู้บริหารและพนักงาน โดยรายการตรวจขึ้นอยู่กับความต้องการของทางบริษัทฯ และความจำเป็นตามปัจจัยต่างๆ เช่น อายุ เพศ หรือ ลักษณะการทำงานที่ต้องการการตรวจบางรายการโดยเฉพาะ

2.5 การให้บริการออกเอกสารใบสำคัญความเห็นแพทย์หรือใบรับรองแพทย์เพื่อนำไปใช้ในกรณีต่างๆ ทั้งทางด้านธุรกิจระหว่างประเทศ การศึกษา การเตรียมเข้าทำงาน การทำใบอนุญาตขับขี่ หรือการตรวจร่างกายเพื่อขอใบอนุญาติทำงาน การตรวจสุขภาพเพื่อขอวีซ่า

2.6 การตรวจสุขภาพเพื่อการโยกย้ายถิ่นฐาน

2.7 การตรวจสุขภาพเพื่อทำประกัน ทั้งสำหรับบริษัทประกันภัยในประเทศและต่างประเทศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.8 การตรวจสุขภาพเฉพาะระบบ เช่น การตรวจสุขภาพระบบทางเดินอาหาร หรือการตรวจสุขภาพหัวใจ และระบบการไหลเวียนโลหิต เป็นต้น

2.9 การให้บริการตรวจวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม

2.10 บริการฉีดวัคซีนต่างๆ เช่น วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบเอ วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบ ชนิดเอ-บี ในเข็มเดียว วัคซีนป้องกันอีสุกอีใส วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ หรือทดสอบภูมิคุ้มกันวัณโรค

3. การตรวจในการบริการตรวจสุขภาพ

3.1 การตรวจร่างกายอย่างละเอียด

3.2 การประเมินประวัติผู้ป่วย

3.3 การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระดับสากลรวมทั้งการตรวจหามะเร็ง

3.4 การตรวจทางรังสีวิทยา

3.4.1 การตรวจอัลตราซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด

3.4.2 การตรวจมะเร็งเต้านม

3.4.3 การเอ็กซเรย์ปอด

3.4.4 การตรวจวัดความหนาแน่นของมวลกระดูกและการตรวจวัดไขมันในร่างกาย

3.5 การตรวจหัวใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5.1 แพทย์ผู้เชี่ยวชาญพร้อมให้คำปรึกษา

3.5.2 การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

3.5.3 การทดสอบสมรรถภาพหัวใจขณะออกกำลังกาย

3.6 การตรวจทางนรีเวช

3.6.1 การตรวจหามะเร็งปากมดลูกด้วยวิธีพิเศษ (Thin Prep)

3.6.2 การตรวจเต้านมและมะเร็งเต้านม

3.7 จักษุวิทยา

3.7.1 การตรวจวัดสายตา

3.7.2 การตรวจต้อหิน

3.8 การตรวจสุขภาพเป็นหมู่คณะ

4. รายละเอียดการตรวจสุขภาพ (โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์, 2555)

4.1 การวัดสัญญาณชีพ และการตรวจร่างกาย

ค้นหาความผิดปกติของความดันโลหิต และความผิดปกติที่สามารถค้นพบได้เบื้องต้นจากการตรวจร่างกายของแพทย์

4.2 การตรวจเลือด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.1 การตรวจความสมบูรณ์ของเลือด (CBC) เป็นการตรวจเพื่อค้นหาความผิดปกติของส่วนประกอบทั้งหมดของเลือดได้แก่ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือด ความเข้มข้นของเลือด ซึ่งอาจบ่งบอกถึงสภาวะความผิดปกติของเลือด ภาวะโลหิตจาง หรือภาวะที่เกี่ยวกับภูมิคุ้มกันของร่างกาย

4.2.2 การตรวจระดับน้ำตาลในเลือด เป็นการตรวจสำหรับการหาภาวะโรคเบาหวาน และภาวะเสี่ยงในการเป็นเบาหวาน

4.2.3 การตรวจไขมันในเลือด เป็นการตรวจวัดระดับไขมัน โคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ เพื่อระบุความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจ

4.2.4 การตรวจโรคเก๊าท์ (กรดยูริค) เป็นการตรวจวัดเพื่อวัดระดับกรดยูริค ในเลือดเพื่อวินิจฉัยโรคเก๊าท์

4.3 การตรวจการทำงานของไต

4.3.1 BUN (Blood Urea Nitrogen) เป็นการตรวจวัดค่าของเสียของการเผาผลาญโปรตีนซึ่งจะบ่งบอกความสามารถในการขับของเสียของไต

4.3.2 Creatinine เป็นการวัดค่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการสร้างพลังงานและจะขับออกทางไต ซึ่งสามารถบ่งชี้ภาวะการทำงานของไตได้ดี

4.4 การตรวจการทำงานของตับ

4.4.1 SGOT (AST) และ SGPT (ALT) การทดสอบเหล่านี้ตรวจสอบระดับเอนไซม์ตับที่มีอยู่ในเลือดถ้าผลผิดปกติ อาจบ่งบอกภาวะโรคของตับบางอย่าง

4.4.2 Alkaline phosphatase (ALP) เป็นเอ็นไซม์ตับอีกชนิดหนึ่งที่จะบ่งบอกความผิดปกติของตับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4.3 Total Bilirubin, Albumin, Globulin เป็นการตรวจที่ใช้ร่วมกันเพื่อบ่งบอกโรคหลายอย่างของตับและโรคที่มีพื้นฐานเกี่ยวกับโรคไต

4.4.4 Gamma GT (GGT) เป็นการตรวจที่ดูความผิดปกติของตับและช่วยในการวินิจฉัยผลบวกที่เป็นเท็จ (False positives) ที่อาจเกิดกับผลตรวจอื่นๆ

4.4.5 การทำงานของต่อมไทรอยด์ TSH and Free T4 เป็นการตรวจที่ช่วยบ่งชี้ปัญหาของต่อมไทรอยด์ เช่นทำงานมากผิดปกติ หรือทำงานน้อยเกินไป

4.4.6 การตรวจไวรัสตับอักเสบบีและซี เป็นการตรวจเพื่อวินิจฉัยการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี และ ไวรัสตับอักเสบซี

4.5 สารบ่งชี้มะเร็ง

4.5.1 การตรวจมะเร็งทางเดินอาหาร (Carcinoembryonic Antigen, CEA) เป็นการตรวจเพื่อคัดกรองความเสี่ยงของมะเร็งทางเดินอาหารจากเลือด ผลที่สูงกว่าค่าปกติไม่ได้แสดงถึงการเป็นมะเร็งเสมอไป

4.5.2 การตรวจมะเร็งตับ (Alpha Fetoprotein, AFP) เป็นการตรวจเพื่อคัดกรองความเสี่ยงของมะเร็งตับจากเลือด ผลที่สูงกว่าค่าปกติไม่ได้แสดงถึงการเป็นมะเร็งเสมอไป

4.5.3 การตรวจมะเร็งต่อมลูกหมาก (Prostate Specific Antigen, PSA) เป็นการตรวจเพื่อคัดกรองความเสี่ยงของมะเร็งต่อมลูกหมากจากเลือด ผลที่สูงกว่าค่าปกติไม่ได้แสดงถึงการเป็นมะเร็งเสมอไป

4.6 การตรวจปัสสาวะ

เป็นการตรวจทั่วไปซึ่งมักจะใช้ในการวินิจฉัยโรคทางเดินปัสสาวะและไต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.7 การตรวจอุจจาระ

เป็นการตรวจหาพยาธิ และความผิดปกติในทางเดินอาหาร

4.8 การทดสอบที่เกี่ยวเนื่องกับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

4.8.1 การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็นการทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการทำงานของหัวใจในขณะพักโดยเฉพาะอย่างยิ่งการมองหาจังหวะหัวใจผิดปกติและความเสี่ยงของการเกิดหัวใจวาย

4.8.2 การตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน เป็นการทดสอบการทำงานของหัวใจขณะออกกำลังกายเพื่อหาภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

4.9 การตรวจด้วยถ่ายภาพรังสีวินิจฉัย

4.9.1 เอ็กซเรย์ปอด การถ่ายภาพเอ็กซเรย์ปอดใช้สำหรับดูความผิดปกติในช่องทรวงอก เช่น ขนาดของหัวใจ โรคต่างๆของปอดและวัณโรค

4.9.2 อัลตราซาวด์ช่องท้องทั้งหมด เป็นการตรวจภายนอกที่มีประสิทธิภาพในการตรวจหาขนาด ความผิดปกติของอวัยวะสำคัญภายในช่องท้อง และใช้ในการดูมดลูกและรังไข่ในเพศหญิงและต่อมลูกหมากในเพศชาย

4.9.3 การตรวจเต้านมด้วยเครื่องดิจิตอลแมมโมแกรมและอัลตราซาวด์ เป็นการตรวจเพื่อค้นหามะเร็งเต้านมและความผิดปกติอื่นๆของเต้านม

4.10 การตรวจภายใน

เป็นการตรวจหาความผิดปกติของเซลล์ปากมดลูกและโอกาสที่จะเป็นมะเร็งของผู้หญิง อีกทั้งเป็นการตรวจในอุ้งเชิงกรานเพื่อมองหาความผิดปกติเกี่ยวกับอวัยวะสืบพันธุ์ (แคม, ช่องคลอด, ปากมดลูกมดลูก, ท่อนำไข่, รังไข่) กระเพาะปัสสาวะและทวารหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.11 การตรวจตา (วัดสายตาและความดันลูกตา)

เป็นการตรวจสุขภาพตาทั่วไปและค้นหาภาวะต้อหิน

4.12 การตรวจอื่นๆ

4.12.1 กรุ๊ปเลือด (Bl group ABO + Rh) เพื่อตรวจกรุ๊ปเลือด

4.12.2 เอชไอวี (Anti - HIV) เพื่อคัดกรองการติดเชื้อไวรัสเอดส์

4.12.3 ซิฟิลิส (Syphilis RPR) เพื่อคัดกรองการติดเชื้อซิฟิลิส

4.12.4 หัดเยอรมัน (Rubella IgG) เพื่อคัดกรองการติดเชื้อโรคหัดเยอรมัน

5. การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการตรวจ

5.1 ข้อแนะนำสำหรับการตรวจสุขภาพทั่วไป

5.1.1 ให้งดอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิด ยกเว้นน้ำดื่ม ก่อนเข้ารับการตรวจสุขภาพอย่างน้อย 9 ชั่วโมง

5.1.2 จัดเก็บอุจจาระและปัสสาวะในวันนัดตรวจสุขภาพเท่านั้น

5.1.3 ให้นำผลการตรวจรายงานด้านการแพทย์หรือประวัติสุขภาพอื่นๆ เพื่อประกอบการวินิจฉัยของแพทย์

5.1.4 หากสงสัยว่าตั้งครรภ์ ควรแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบก่อนรับการตรวจ

5.1.5 ผู้ที่มีโรคประจำตัว กรณีที่มียาต้องรับประทานประจำวัน ควรนำมาด้วย เพื่อประกอบการตรวจสุขภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ในกรณีที่เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพหัวใจขณะออกกำลังกาย

5.2.1 ให้สวมเสื่อผ้าที่สบาย และนำรองเท้าสำหรับวิ่งหรือรองเท้ากีฬามาด้วย

5.2.2 ถ้าจำเป็นต้องรับประทานอาหารก่อนการตรวจให้เลือกเฉพาะอาหารว่าง หลีกเลี่ยงอาหารที่มีไขมันสูงหรือมีส่วนผสมคาเฟอีนหรือแอลกอฮอล์

5.2.3 ถ้าอยู่ระหว่างการรักษาพยาบาลหรือรับประทานยาอยู่ให้แจ้งพยาบาลก่อนรับการตรวจ

5.2.4 ถ้ามีอาการเจ็บหน้าอกหรือหายใจติดขัดให้แจ้งพยาบาลก่อนรับการตรวจ

5.3 ข้อแนะนำสำหรับการตรวจช่องท้องทั้งหมดด้วยระบบคลื่นเสียงความถี่สูง

เพื่อให้ผลการตรวจที่ดีขึ้น ควรดื่มน้ำเปล่าและงดการปัสสาวะก่อนเข้ารับการตรวจ

ตัวแบบการจำลองสถานการณ์

คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองปัญหาว่าเป็นกระบวนการออกตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real system) แล้วดำเนินการทดลองใช้ตัวแบบจำลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ (ศิริจันทร์, 2544)

กระบวนการของจำลองแบบปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วนคือ การสร้างตัวแบบจำลองส่วนหนึ่งและการนำเอาตัวแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้น กลไกของวิธีการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับตัวแบบจำลองและการใช้ตัวแบบจำลอง ตัวแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานี้อาจเป็นระบบ หรือเป็นแนวความคิดลักษณะหนึ่งลักษณะใดโดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริงเพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ข้อดีของการจำลองสถานการณ์

1.1 การทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ

1.2 การทดลองกับระบบงานจริงอาจยากในการวัดผลของสมรรถนะของคน

1.3 การทดลองกับระบบงานจริงอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง

1.4 การทดลองกับระบบงานจริงนั้นยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆของการทดลองให้คงที่

1.5 การทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้ข้อมูล

1.6 การทดลองกับระบบงานจริงเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ

2. ข้อเสียของการจำลองสถานการณ์

2.1 การพัฒนาตัวแบบจำลองที่ดีนั้น อาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้พัฒนาตัวแบบจำลอง

2.2 ตัวแบบจำลองที่ได้บางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริงตัวแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าตัวแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย

2.3 ข้อมูลที่ได้จากการใช้ตัวแบบจำลองอาจไม่มีความแม่นยำเพียงพอ และไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้แม้จะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียข้อนี้หายไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองปัญหานั้น โดยปกติเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่าผู้สร้างตัวแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปและพยายามที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง ทำให้ตัวแบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้

3. ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

การจำลองปัญหาในปัจจุบันมักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนจึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยคำนวณหาผลลัพธ์ต่างๆที่ต้องการ สำหรับการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาขั้นตอนต่างๆ ต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ

3.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem formulation and system definition) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่างๆและวิธีการวัดผลของระบบงาน

3.2 การสร้างตัวแบบจำลอง (Model formulation) จากลักษณะของระบบงานที่ต้องศึกษา เขียนตัวแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

3.3 การจัดเตรียมข้อมูล (Data preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆที่จำเป็นสำหรับตัวแบบจำลองและจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับตัวแบบจำลองได้

3.4 การแปรรูปตัวแบบจำลอง (Model translation) แปลงตัวแบบจำลองไปอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.5 การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้ตัวแบบจำลองมั่นใจว่าตัวแบบจำลองที่ได้นั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6 การออกแบบการทดลอง (Strategic planning) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้ตัวแบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

3.7 การวางแผนใช้งานตัวแบบจำลอง (Tactical planning) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานตัวแบบจำลองในการทดลองอย่างไรจึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ (ด้วยระดับความเชื่อมั่นของผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสม) ความแตกต่างระหว่างขั้นตอนนี้กับขั้นตอนการออกแบบการทดลองมีอยู่ว่า การออกแบบการทดลองเป็นแต่เพียงการบอกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการบอกว่าจะต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้ง จึงจะได้จำนวนข้อมูลที่เหมาะสม กล่าวคือได้ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ยอมรับได้ในราคาที่เหมาะสม

3.8 การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากตัวแบบจำลอง

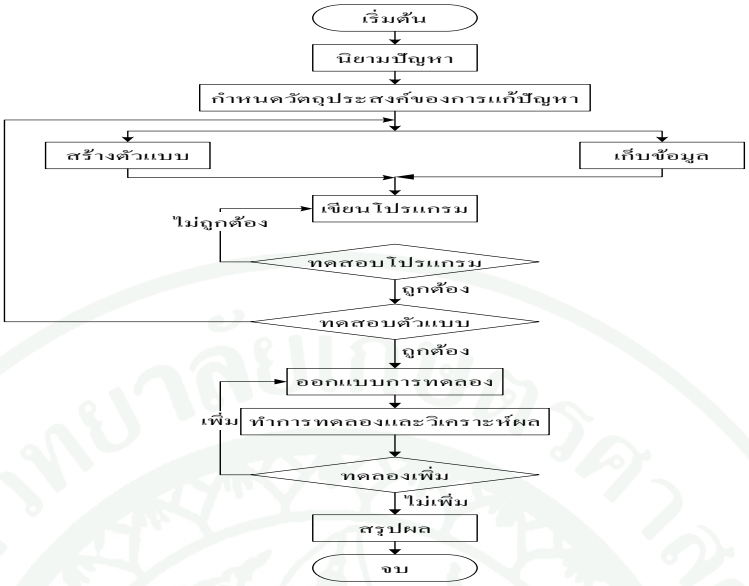
3.9 การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลอง ตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ไขได้ผลอย่างไร

3.10 การนำไปใช้ (Implementation) จากผลการทดลอง เลือกวิธีการที่แก้ปัญหาได้ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง

3.11 การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (Documentation) เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำตัวแบบจำลอง โครงสร้างตัวแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการงาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่นำตัวแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดัดแปลงตัวแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ

ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์เหล่านี้แสดงด้วยแผนภูมิการไหลดังภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือหนึ่งที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังสามารถสร้างภาพเสมือนจริงไว้บนคอมพิวเตอร์ได้

โปรแกรม Arena เป็นโปรแกรมที่ใช้จำลองสถานการณ์ต่างๆ และสร้างโมเดลแบบลำดับชั้น (Hierarchical) ซึ่งสามารถเลือกใช้โมดูล (Modules) พื้นฐานได้ง่าย และโปรแกรม Arena ยังสามารถนำเข้าข้อมูลจากโปรแกรมอื่นๆได้ (Kelton *et al*, 2009) นอกจากนี้แล้ว โปรแกรม Arena เป็นโปรแกรมจำลองสถานการณ์พื้นฐานที่อธิบายกระบวนการต่างๆ ด้วยวัตถุที่ผู้สร้างสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบ (Entity) ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ (Rossetti, 2010)

โปรแกรม Arena นอกจากจะสามารถวิเคราะห์ผลทางสถิติจากการจำลองสถานการณ์ ยังสามารถใช้ในกรณีที่ต้องการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) โดยโปรแกรม Arena มีเครื่องมือมาตรฐานที่ชื่อว่า OptQuest ช่วยหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมภายใต้วัตถุประสงค์ที่ต้องการ และข้อจำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของสมการเงื่อนไข ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการหาคำตอบภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ โดยการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น การหาสัดส่วนการเข้าถึงของผู้ป่วย ภายใต้จุดประสงค์ในการลดระยะเวลาคอยให้น้อยที่สุด

1. การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Modeling)

การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องกำหนดตัวแบบสำหรับข้อมูลรับเข้าในตัวแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ เช่น ถ้าศึกษาระบบการตรวจสุขภาพของศูนย์ตรวจสุขภาพ พบว่าข้อมูลรับเข้ามา ได้แก่ ช่วงเวลาห่างของการเข้ามาถึงของผู้ป่วย ข้อมูลระยะเวลาการให้บริการตรวจสุขภาพ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่คงที่ และเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของการแจกแจงความน่าจะเป็น การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญกับตัวแบบจำลองเป็นอย่างมาก เพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบจำลองจะไม่ถูกต้องตามไปด้วย (รุ่งรัตน์, 2551)

1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

1.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) การศึกษาระบบต่างๆ โดยอาศัยตัวแบบจำลองพิจารณาดูว่าข้อมูลใดบ้างมีส่วนสำคัญในการเปลี่ยนสถานภาพของระบบเกี่ยวข้อง ต้องนำเก็บมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ต้องอาจใช้เวลา ค่าใช้จ่าย โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลยิ่งมากตัวแบบจำลองจะยิ่งแม่นยำยิ่งขึ้น

1.1.2 การจัดรูปแบบการแจกแจงให้ข้อมูลเข้า (Identifying the distribution) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบการแจกแจงในการทางสถิติแบบใดๆ นั่นเอง

1.1.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการแจกแจง เช่น ถ้าข้อมูลที่เก็บมาได้มีการแจกแจงแบบปกติจะมีการประมาณค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของข้อมูล

1.1.4 การทดสอบเทียบความกลมกลืน (Goodness - of - fit test) การทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นเรื่องของการทดสอบเทียบความกลมกลืน และแบบทดสอบที่ใช้กัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั่วไป คือ แบบทดสอบไคกำลังสอง (Chi - square test) แบบทดสอบคอลโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov - Smirnov test) การทดสอบทั้งสองแบบนี้เป็นวิธีการทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric test) คือ วิธีการไม่ขึ้นกับรูปแบบการแจกแจง (Distribution - free methods) เป็นวิธีที่ไม่มีข้อกำหนดว่าจะต้องทราบว่าข้อมูล หรือค่าสังเกตที่นำมาวิเคราะห์มาจากการแจกแจงรูปแบบใด หรือไม่ขึ้นกับการแจกแจงของประชากรของตัวอย่างข้อมูลเหล่านั้น บางกรณีอาจเพียงแค่สมมติว่า มาจากการแจกแจงประเภทต่อเนื่องเท่านั้น หรือประเภทไม่ต่อเนื่องเท่านั้น

1.2 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการประมวลผล (Output Analysis)

เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือในการสร้างทางเลือกให้กับระบบ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบดั้งเดิมกับผลลัพธ์ของระบบทางเลือกว่า คำตอบใดดีกว่ากัน โดยที่ไม่ต้องสร้างตัวแบบจำลองใหม่ ทำให้ง่ายในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดกับตัวแบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการรันโปรแกรม Arena และการวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างในแต่ละแผนดำเนินงาน (Scenario) โดยใช้วิธี Select-the-Best

การตรวจความถูกต้องของตัวแบบจำลอง (Validation of simulation models)

หากจะใช้การจำลองเป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาระบบงานจริง ตัวแบบจะต้องทำงานได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงกับระบบงานจริงที่ปฏิบัติอยู่ แต่การจะให้ตัวแบบทำงานได้ถูกต้องจะมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการทำให้ตัวแบบทำงานได้ไม่ผิดพลาด (วิชัย, 2543) ดังนี้

1. ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง

1.1 การสร้างตัวแบบ (Model building) จะต้องมีการสังเกตการทำงานของระบบงานจริง ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆของระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาพฤติกรรมของระบบ (System behavior) ให้เข้าใจ โดยอาจจะสอบถามจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติ ช่างเทคนิค วิศวกรผู้เชี่ยวชาญ ผู้จัดการ

1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification) ในการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมมีข้อควรกระทำดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.1 ตรวจสอบตัวแบบคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรมเมอร์คนอื่นๆหลายคน

1.2.2 เขียนโฟล์ชาร์ตของโปรแกรม พยายามศึกษาถึงตรรกะต่างๆของระบบงานจริงที่ต้องเป็น

1.2.3 พิจารณาผลลัพธ์ (Output) อย่างมีเหตุมีผลภายใต้การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์

1.2.4 ให้พิมพ์พารามิเตอร์นำเข้า (Input parameter) ด้วยเมื่อเสร็จการจำลองเพื่อกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นหากพารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลง

1.2.5 พิมพ์โปรแกรมที่ใช้ออกมาและกำหนดชื่อและความหมายของตัวแปรที่กำหนดในโปรแกรมด้วย

1.3 พิจารณาว่าตัวแบบทำงานได้เหมือนระบบงานจริงหรือไม่ โดยการใช้เทคนิควิธีการทางสถิติเข้ามาตรวจสอบโดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ การคัดเลือกระบบที่ดีกว่าหรือดีที่สุดในกลุ่มระบบที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้น การเปรียบเทียบกันด้วยค่าวัดผลที่เป็นค่าประมาณแบบจุด เช่น ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง หรือค่าสัดส่วนตัวอย่าง บางครั้งอาจให้ข้อมูลไม่เพียงพอหรืออาจทำให้เกิดการตัดสินใจผิดพลาด โดยเฉพาะถ้าค่าประมาณแบบจุดนั้นมีความแปรปรวนสูง จึงควรใช้วิธีการเชิงสถิติที่เหมาะสม วิธีการเปรียบเทียบทางสถิติ สำหรับกรณีเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบไว้ 2 กรณี (Banks *et al*., 2009)

1.3.1 การเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ในกรณีที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน (Variances)

กำหนดให้

θ_1 แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มประชากรที่ 1

θ_2 แทน ค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มประชากรที่ 2

$X_{1,j}$ แทน ค่าของประชากรลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$X_{2,j}$ แทน ค่าของประชากรลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน จำนวนตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน จำนวนตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

t แทน ค่าที่ได้จากตารางการแจกแจงแบบ t (t-Distribution)

α แทน ระดับนัยสำคัญ (Type-I Error Probability)

สูตรคำนวณหาค่าเฉลี่ยของประชากรในกลุ่มตัวอย่าง

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} X_{ij} \quad ; i=1,2 \tag{1}$$

สูตรคำนวณหาค่าเฉลี่ยความแปรปรวนประชากรในกลุ่มตัวอย่าง

$$S_i^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \quad ; i=1,2 \tag{2}$$

กรณีที่ค่าความแปรปรวนของประชากรในกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน ช่วงความเชื่อมั่นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างเป็น ดังนี้

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 \pm t_{\frac{\alpha}{2},\nu}\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \tag{3}$$

$$\text{โดยที่ ค่าองศาอิสระ } (\nu) = \left[\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(S_1^2/n_1\right)^2}{n_1+1} + \frac{\left(S_2^2/n_2\right)^2}{n_2+1}} - 2 \right] \tag{4}$$

1.3.2 การเปรียบเทียบเมื่อกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดให้

D_j แทน ความแตกต่างระหว่างค่าของประชาการลำดับที่ j

$\overline{D}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง

S_D^2 แทน ความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนของประชากรในกลุ่มตัวอย่างโดยที่ $n = n_1 = n_2$

สูตรคำนวณหาความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง

$$D_j = X_{1,j} - X_{2,j} \quad ; \ j = 1,2,\ldots, n \tag{5}$$

สูตรคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง

$$\overline{D} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} D_j \tag{6}$$

สูตรคำนวณหาความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง

$$S_D^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n} (D_j - \overline{D})^2 \tag{7}$$

การเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มกำหนดให้ $\theta = \theta_1 - \theta_2$ ที่ระดับนัยสำคัญ $(1-\alpha)\%$ จะได้ช่วงความเชื่อมั่นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

$$\overline{D} \pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \frac{S_D}{\sqrt{n}} \tag{8}$$

ให้ $[l,u]$ แทนคำตอบของช่วงความเชื่อมั่นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง โดยที่ l แทนขีดจำกัดล่างของช่วงความเชื่อมั่นและ u แทนขีดจำกัดบนของช่วงความเชื่อมั่น สามารถสรุปคำตอบที่ระดับนัยสำคัญ $(1-\alpha)\%$ ได้ ดังนี้

- ถ้า $u < 0$ แล้ว $\theta = \theta_1 - \theta_2 < 0$ ดังนั้น $\theta_1 < \theta_2$
- ถ้า $l > 0$ แล้ว $\theta = \theta_1 - \theta_2 > 0$ ดังนั้น $\theta_1 > \theta_2$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ถ้า $[l,u]$ อยู่ระหว่าง 0 ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างใดมากกว่า เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

ในกรณีที่ไม่สามารถหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มได้ สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มจำนวนประชากรในกลุ่มตัวอย่างหรือเพิ่มจำนวนรอบทำซ้ำ (Replications) ในตัวแบบจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Arena ตามสูตรการคำนวณ ดังนี้

กำหนดให้

R	แทน	จำนวนรอบทำซ้ำ
S_D^2	แทน	ความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง
ε	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Tolerance)
n_0	แทน	จำนวนของประชากรเริ่มต้นในกลุ่มตัวอย่าง

1. กรณีทราบค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง และยอมให้มีค่าความผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm\varepsilon$

$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n_0-1} S_D}{\varepsilon} \right)^2 \tag{9}$$

2. กรณีไม่ทราบค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างประชากร 2 กลุ่มตัวอย่าง และยอมให้มีค่าความผิดพลาดได้ไม่เกิน $\pm\varepsilon$

$$R \geq \left(\frac{t^2_{\frac{\alpha}{2},2(n_0-1)} (S_1^2 + S_2^2)}{\varepsilon^2} \right) \tag{10}$$

1.4 การคัดเลือกระบบที่ดีที่สุดจาก k ระบบ

การเปรียบเทียบสถานการณ์ที่มีกว่า 2 สถานการณ์ วิธี Select-the-Best เป็นวิธีที่ใช้เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด วิธีนี้สามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ $(1-\alpha)\%$ และภายใต้ความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผิดพลาดที่ยอมรับ ในโปรแกรม Arena จะใช้ระดับนัยสำคัญที่ 95% ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้และจำนวนรอบทำซ้ำที่มากพอสามารถแยกสถานการณ์ที่ดีที่สุดออกมาได้ (Banks *et al*., 2009)

ขั้นตอนการเปรียบเทียบด้วยวิธี Select-the-Best มีดังนี้

กำหนดให้

Y_{ri} แทน ค่าเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ i จากรอบทำซ้ำที่ r

Y_{rj} แทน ค่าเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ j จากรอบทำซ้ำที่ r

$\overline{Y}_i$ แทน ค่าเฉลี่ยจากจำนวนรอบทำซ้ำ R_0 รอบของสถานการณ์ที่ i

$\overline{Y}_j$ แทน ค่าเฉลี่ยจากจำนวนรอบทำซ้ำ R_0 รอบของสถานการณ์ที่ j

k แทน จำนวนสถานการณ์ที่ต้องการเปรียบเทียบ

หาค่า t รวมจากสถานการณ์ที่ i และ j

$$t = t_{1-(1-\alpha)^{\frac{1}{k-1}}, R_0-1} \tag{11}$$

หาค่าเฉลี่ยของสถานการณ์ที่ i และ j

$$\overline{Y}_i = \frac{1}{R_0}\sum_{r=1}^{R_0} Y_{ri} \tag{12}$$

$$\overline{Y}_j = \frac{1}{R_0}\sum_{r=1}^{R_0} Y_{rj} \tag{13}$$

หาค่าความแปรปรวนของสถานการณ์ที่ i และ j

$$S_i^2 = \frac{1}{R_0 - 1}\sum_{r=1}^{R_0} (Y_{ri} - \overline{Y}_i)^2 \tag{14}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$S_j^2 = \frac{1}{R_0 - 1}\sum_{r=1}^{R_0}(Y_{rj} - \overline{Y}_j)^2 \tag{15}$$

หาค่าตัวกำหนดทางเลือกของสถานการณ์ที่ i และ j

$$W_{ij} = t\sqrt{\frac{S_i^2 + S_j^2}{R_0}}, \qquad \forall\ i \neq j \tag{16}$$

เปรียบเทียบสถานการณ์ที่ i และ j

กรณีกำหนดให้ค่าที่มากที่สุดเป็นค่าที่ดีที่สุด

$$\overline{Y}_i \geq \overline{Y}_j - \max\left\{0,\ W_{ij} - \varepsilon\right\}, \qquad \forall\ j \neq i \tag{17}$$

กรณีกำหนดให้ค่าที่น้อยที่สุดเป็นค่าที่ดีที่สุด

$$\overline{Y}_i \leq \overline{Y}_j + \max\left\{0,\ W_{ij} - \varepsilon\right\}, \qquad \forall\ j \neq i \tag{18}$$

การเปรียบเทียบด้วยวิธี Select-the-Best ใช้วิธีเปรียบเทียบสถานการณ์กันเป็นคู่ ซึ่งในกรณีของการกำหนดให้ค่ามากเป็นค่าที่ดีที่สุด หากค่า $\overline{Y}_i \leq \overline{Y}_j - \max\left\{0,\ W_{ij} - \varepsilon\right\}$ แล้วจะตัดสถานการณ์ที่ i ออกและเก็บสถานการณ์ที่ j ไว้เปรียบเทียบกับสถานการณ์อื่นๆ จนกว่าจะได้สถานการณ์ทางเลือกที่ดีที่สุด ในกรณีที่มีค่าที่ดีสุดมากกว่า 1 ค่าให้ทำการเพิ่มจำนวนรอบทำซ้ำและปรับค่าความผิดพลาดให้เหมาะสมแล้วเปรียบเทียบใหม่จนกว่าจะได้ค่าที่ดีที่สุด

แผนภาพกล่อง (Box and Whisker Plots)

(Montgomery *et al*., 2003) เป็นแผนภาพที่สามารถอธิบายถึงตำแหน่งของระบบหรือกระบวนการ โดยใช้ค่าสถิติที่อธิบายค่ากลางของข้อมูล คือ มัธยฐานหรือค่าควอร์ไทล์ที่ 2 อธิบายถึงการกระจายของข้อมูลในระบบหรือกระบวนการด้วยค่าพิสัยควอร์ไทล์ (IQR = Q_3-Q_1) ซึ่งแทน

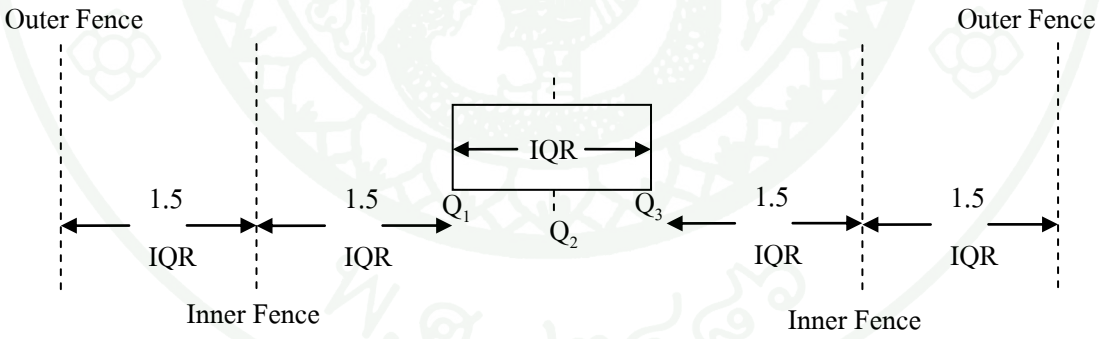
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยความยาวของตัวกล่อง นอกจากนี้ยังช่วยตรวจจับข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) ซึ่งจะพิจารณาจากข้อมูลที่ตกนอกขอบรั้วชั้นใน (Inner Fence) ซึ่งคำนวณจาก Q_1-1.5IQR และ Q_1+1.5IQR

ตำแหน่งของค่ามัธยฐานหรือค่าควอร์ไทล์ที่ 2 ช่วยอธิบายลักษณะการกระจายหรือลักษณะการแจกแจงของข้อมูลได้เช่นเดียวกับฮีสโตแกรมว่า

การแจกแจงที่สมมาตร (Q_2-Q_1 = Q_3-Q_2)
การแจกแจงที่เบ้ขวา ถ้า Q_2-Q_1 < Q_3-Q_2 หรือค่าควอร์ไทล์ที่ 2 ค่อนไปทางควอร์ไทล์ที่ 1
การแจกแจงที่เบ้ซ้าย ถ้า Q_3-Q_2 < Q_2-Q_1 หรือค่าควอร์ไทล์ที่ 2 ค่อนไปทางควอร์ไทล์ที่ 3

ในกรณีที่มีข้อมูลตกนอกขอบรั้วชั้นนอก (Outer Fence) คำนวณจาก Q_1-3IQR และ Q_1+3IQR ข้อมูลที่ผิดปกตินั้นจัดอยู่ในประเภทข้อมูลผิดปกติมากต้องตัดทิ้งก่อนการประมวลผลต่อ ในส่วนที่ตกอยู่ระหว่างขอบรั้วชั้นในและชั้นนอก ซึ่งเรียกว่า ข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) นั้นควรตัดทิ้งก่อนการประมวลผล แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาอาจจะใช้ดุลยพินิจของผู้รวบรวมได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภาพกล่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Weng and Houshmand (1999) พัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์ของคลินิกผู้ป่วยนอกบนโปรแกรม Arena เพื่อหาทางเลือกในการจัดสรรจำนวนเจ้าหน้าที่ต่างๆให้เหมาะสมโดยกำหนดเป็นนโยบายต่างๆ ในการลดระยะเวลารับบริการของผู้ป่วย และการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (Throughput) โดยมีการวัดประสิทธิภาพในด้านการเงินช่วยในการตัดสินใจด้วย

Wijewickrama and Takakuwa (2005) พัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์ของผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรมบนโปรแกรม Arena และศึกษารูปแบบการนัดหมายกับการลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยและการลดระยะเวลาว่างของแพทย์เท่าที่เป็นไปได้ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองที่ห้องตรวจซึ่งเป็นคอขวดของกระบวนการ และมีรูปแบบการนัดหมายที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยและแพทย์ ปัจจัยที่ศึกษา คือ ผู้ป่วยที่นัดหมายแต่ไม่มารับบริการ (No show) ความแปรปรวนของระยะเวลาตรวจ และความแปรปรวนของผู้ป่วยที่ไม่ได้นัดหมาย พบว่าไม่มีรูปแบบการนัดหมายใดที่เหมาะสมกับทั้งสามปัจจัย

Ahmed and Alkhamis (2009) จำลองกระบวนการแผนกฉุกเฉิน โดยศึกษาจำนวนแพทย์ จำนวนเจ้าหน้าที่เทคนิคห้องปฏิบัติการ และจำนวนพยาบาลที่เหมาะสมที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น และลดระยะเวลารับบริการของผู้ป่วยโดยใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจ ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นและระยะเวลาคอยลดลง

Chern *et al.* (2007) ศึกษาปัญหาของศูนย์ตรวจสุขภาพโดยใช้วิธีการฮิวริสติก (Heuristic algorithm) เพื่อหาลำดับกระบวนการของผู้ป่วยแต่ละกลุ่มที่เหมาะสมในการลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยและแพทย์ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ เช่น จำนวนพนักงาน ระยะเวลาที่ใช้ ขั้นตอนการรับบริการ

Werker *et al.* (2009) จำลองกระบวนการให้บริการรังสีบำบัด (Radiotherapy) โดยการสร้างตัวแบบจำลองเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องด้วยโปรแกรม Arena ได้เสนอนโยบายต่างๆ เพื่อลดระยะเวลาการวางแผนการให้บริการรังสีบำบัด และระยะคอยทั้งหมดของผู้ป่วยลงได้ พบว่านโยบายการลดระยะเวลาการศึกษาเกี่ยวกับเนื้องอกลง มีผลทำให้ระยะเวลาในการวางแผนและระยะเวลาคอยของผู้ป่วยลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล Intel® Pentium® processor 2.2 GHz RAM 2 GB
2. โปรแกรมสำเร็จรูป Arena ของบริษัท Rockwell Automation
3. โปรแกรม OptQuest (โปรแกรมเสริมของ โปรแกรม Arena)

วิธีการ

1. ศึกษาขั้นตอนการให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. กำหนดการแจกแจงของตัวแปรนำเข้า
4. พัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling)
5. ตรวจสอบความเสมือนจริงของตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Verification)
6. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Validation)
7. เปรียบเทียบทางเลือกในแต่ละนโยบายในการพัฒนาระบบให้บริการศูนย์ตรวจสุขภาพ

1. ศึกษาขั้นตอนการให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ

1.1 แผนผังของศูนย์ตรวจสุขภาพ

ศูนย์ตรวจสุขภาพที่ผู้วิจัยศึกษาประกอบด้วย 6 จุดบริการ (Station) ดังภาพที่ 4

Station 1 จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล

Station 2 จุดบริการเตรียมเอกสารรับรองและเอกสารอื่นๆที่ใช้ในการตรวจสุขภาพ

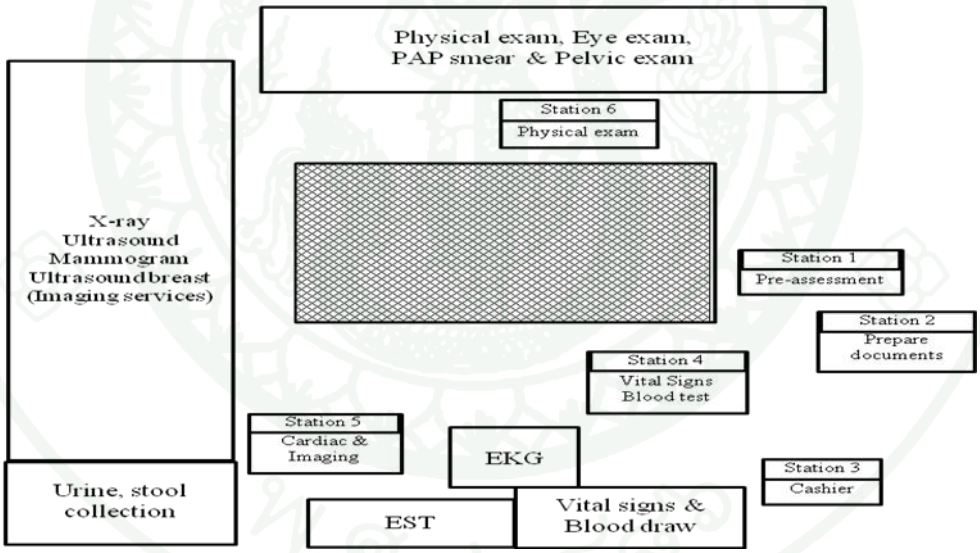
Station 3 จุดบริการชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Station 4 จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือดซึ่งต้องงดอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิด ยกเว้นอย่างน้อยเป็นเวลา 9 ชั่วโมง

Station 5 จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยา การตรวจเกี่ยวกับการเต้นของหัวใจ (Cardiac assessment) ประกอบด้วย การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน และการตรวจทางรังสีวิทยา (Imaging services) ประกอบด้วย เอ็กซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ซึ่งต้องงดอาหารและต้องดื่มน้ำจนเต็มกระเพาะปัสสาวะ ตรวจมะเร็งเต้านม ตรวจเต้านม

Station 6 จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัย ประกอบด้วยการตรวจร่างกายทั่วไป ตรวจตา ตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน การวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพ



ภาพที่ 4 แผนผังของศูนย์ตรวจสุขภาพ

1.2 โปรแกรมการตรวจสุขภาพสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 7 แบบ คือ

1.2.1 แบบ Regular ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ (Vital signs) ตรวจเลือด (Blood draw) เอกซเรย์ปอด (Chest x-ray) และตรวจร่างกายทั่วไป (Physical examination)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 แบบ Executive male ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram, EKG) เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด (Whole abdomen ultrasound) และตรวจร่างกายทั่วไป

1.2.3 แบบ Executive female ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน (PAP smear and pelvic exam) และตรวจร่างกายทั่วไป

1.2.4 แบบ Comprehensive male without EST ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ตรวจตา (Eye exam) และตรวจร่างกายทั่วไป

1.2.5 แบบ Comprehensive male ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน (Exercise stress test, EST) เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ตรวจตา และตรวจร่างกายทั่วไป

1.2.6 แบบ Comprehensive female aged less than 40 ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ตรวจตา ตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน และตรวจร่างกายทั่วไป

1.2.7 แบบ Comprehensive female aged more than 40 ประกอบด้วย ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจเลือด ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เอกซเรย์ปอด ตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ตรวจตา ตรวจมะเร็งปากมดลูก ตรวจภายใน ตรวจร่างกายทั่วไป ตรวจมะเร็งเต้านม (Mammogram) และตรวจเต้านม (Breast ultrasound)

1.3 บุคลากรที่ให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ

1.3.1 Registered nurse (RN) คือ พยาบาลวิชาชีพผู้ทำหน้าที่สอบถามข้อมูล แนะนำข้อมูลการตรวจสุขภาพและให้คำแนะนำในการรับการรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.2 Practical nurse (PN) คือ ผู้ช่วยพยาบาลที่ให้บริการตรวจสุขภาพผู้ป่วยภายใต้ความดูแลของแพทย์และพยาบาลวิชาชีพ เช่น บริการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจภายใต้ความดูแลของแพทย์

1.3.3 Nurse aid (NA) คือ เจ้าหน้าที่ภายใต้ความดูแลของผู้ช่วยพยาบาลและพยาบาลวิชาชีพคอยให้บริการดูแลผู้ป่วยทางด้านร่างกายและสภาพจิตใจอย่างใกล้ชิด จัดเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือและเครื่องใช้ในการบริการและปฐมพยาบาลทุกชนิดในห้องที่ต้องใช้กับผู้ป่วย ตรวจสัญญาณชีพ ช่วยชำระร่างกายให้กับผู้ป่วย ป้อนอาหารและดูแลให้ผู้ป่วยได้รับอาหารตามรายการอาหารที่แพทย์สั่ง ให้ความสะดวกกับญาติผู้ป่วย และรายงานการปฏิบัติงานฯ

1.3.4 Customer services officer (CS) คือ บุคลากรอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ป่วย

1.3.5 Clinic associate (CA) คือ บุคลากรประสานงานสำหรับการให้บริการตรวจสุขภาพ

1.3.6 Radiologist คือ รังสีแพทย์ หรือแพทย์ที่เชี่ยวชาญโดยเฉพาะทางเรื่องการวินิจฉัยภาพรังสี

1.3.7 Imaging officer (IO) คือ บุคลากรประสานงานสำหรับการตรวจทางรังสีวิทยา

1.3.8 Technician คือ บุคลากรให้บริการตรวจทางรังสีวิทยา ให้บริการทางเทคนิคในงานของรังสีวินิจฉัย รังสีรักษาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ในการตรวจวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ร่วมตรวจสอบคุณภาพของภาพรังสีและช่วยปฏิบัติงานในการตรวจพิเศษเพื่อช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหรือการฉายรังสีเพื่อการรักษาด้วยเครื่องมือทางรังสีเทคนิคอื่นๆ รับผิดชอบในการถ่ายภาพส่วนต่าง ๆ ของร่างกายผู้ป่วยด้วยรังสีประเภทต่าง ๆ ตามคำสั่งแพทย์ ใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพ เช่น เครื่องเอกซเรย์ เครื่องฉายรังสี เครื่องนับวัดรังสี ซึ่งต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ สาขารังสีเทคนิคหรือฟิสิกส์

1.3.9 Physician คือ แพทย์ให้บริการตรวจสุขภาพ และวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพแก่ผู้ป่วย มีความรู้ทางด้านแพทย์ศาสตร์ สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน และสาขาอายุรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.10 Eye physician คือ แพทย์ให้บริการตรวจสุขภาพตาแก่ผู้ป่วย มีความรู้ทางด้านแพทย์ศาสตร์ สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน และสาขาจักษุวิทยา

1.3.11 PAP smear & Pelvic physician คือ แพทย์ให้บริการตรวจภายในแก่ผู้ป่วยสุภาพสตรี มีความรู้ทางด้านแพทย์ศาสตร์ สาขาเวชศาสตร์ป้องกัน และสาขานรีเวชวิทยา

1.4 ระบบสารสนเทศในศูนย์ตรวจสุขภาพ

ศูนย์ตรวจสุขภาพใช้ไมโครซอฟท์อมัลก้า (Microsoft Amalga) ซึ่งเป็นซอฟแวร์ระบบสารสนเทศเต็มรูปแบบ ระบบฐานข้อมูลนี้พัฒนาให้มีจัดเก็บและบันทึกข้อมูลในทุกๆ เช่น รายงานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการดูแลผู้ป่วย รวมถึงข้อมูลการลงทะเบียน ระบบการรักษา การจัดการผู้ป่วยและเตียง ห้องปฏิบัติการ การบริหารจัดการและระบบการบริหารทรัพยากรบุคคล ทำให้แผนกต่างๆ ของโรงพยาบาลสามารถทำงานร่วมกันได้ (ไมโครซอฟท์, 2554)

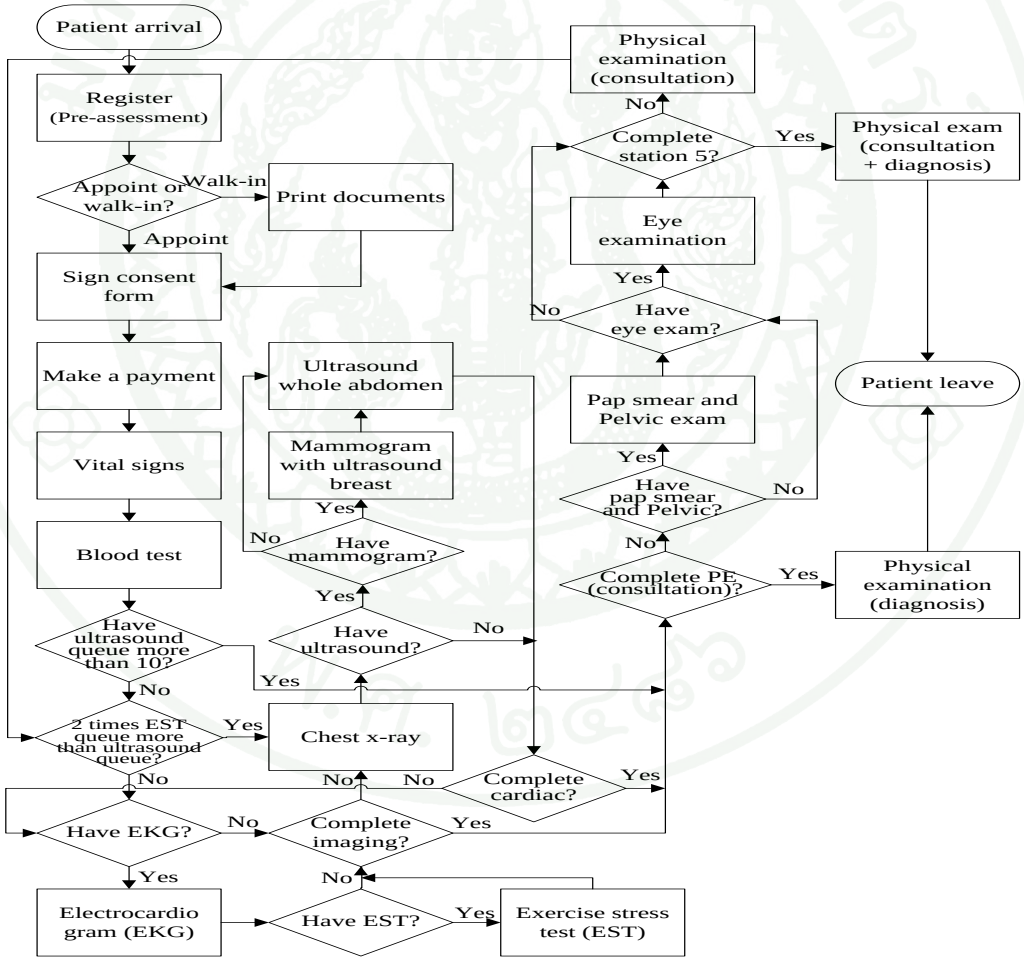
1.5 แผนภูมิการไหลของผู้ป่วยในการเข้ารับบริการตรวจร่างกาย

ศูนย์ตรวจสุขภาพในงานวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้บริการเฉพาะการตรวจสุขภาพเพียงอย่างเดียว จึงไม่มีการให้บริการรักษาหรือจ่ายยา ซึ่งผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจสุขภาพประกอบด้วยแบบนัดหมาย (Appointment) 63% และแบบไม่ได้นัดหมาย (Walk-in) 37% ถ้าผู้ป่วยมีการนัดหมายก่อนเข้ารับบริการตรวจสุขภาพ ทางศูนย์ตรวจสุขภาพมีการเตรียมเอกสารทั้งหมดที่ใช้ประกอบการตรวจสุขภาพ ทำให้ลดระยะเวลาในการเข้ารับบริการและเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วย ผู้ป่วยเริ่มต้นจากการสอบถามข้อมูลทั่วไปโดยพยาบาล เช่น โรคประจำตัว อาหารที่รับประทานล่าม และแพ็กเกจ หลังจากเสร็จสิ้นการสอบถามข้อมูล ผู้ป่วยจะรอเซ็นต์เอกสารรับรองต่างๆ ก่อนนำเอกสารที่ใช้ในการตรวจสุขภาพไปชำระค่าใช้จ่ายก่อนเริ่มต้นการตรวจสุขภาพ

หลังเสร็จสิ้นการชำระค่าใช้จ่าย ผู้ป่วยเริ่มต้นรับการตรวจสุขภาพ โดยเริ่มจากการตรวจสัญญาณชีพ เจาะเลือด เมื่อผู้ป่วยตรวจเสร็จที่จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือด ผู้ป่วยมีเส้นทางการรับบริการสองเส้นทาง เส้นทางแรกเข้ารับการตรวจที่จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยาก่อนไปสู่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัย ในขณะเส้นทางสองไปจุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยก่อนแล้วจึงไปตรวจที่จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางรังสีวิทยา แต่ผู้ป่วยจำเป็นต้องกลับไปจุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยอีกครั้งเพื่อรับการวินิจฉัยจากแพทย์ ผู้ป่วยจะเข้ารับการตรวจเส้นทางสองเมื่อจำนวนผู้ป่วยที่รอการตรวจอัลตร้าซาวนด์มีจำนวนมากกว่า 10 คน เนื่องจากจุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยาประกอบด้วยการประเมินการเต้นของหัวใจและการตรวจทางรังสีวิทยา ถ้าสองเท่าของจำนวนผู้ป่วยที่รอการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานมากกว่าจำนวนผู้ป่วยที่รอการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ผู้ป่วยจะรับการตรวจตรวจทางรังสีวิทยาก่อน ผู้ป่วยทุกคนต้องรับการวินิจฉัยจากแพทย์เพื่อรับคำแนะนำในการดูแลสุขภาพ ถ้าพบสิ่งผิดปกติแพทย์จะแนะนำให้ผู้ป่วยไปรับการรักษา โดยมีพยาบาลคอยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาและนัดหมายแผนกอื่นๆ ดังภาพที่ 5 การไหลของผู้ป่วยที่ศูนย์ตรวจสุขภาพ



ภาพที่ 5 แผนภาพการไหลของผู้ป่วย

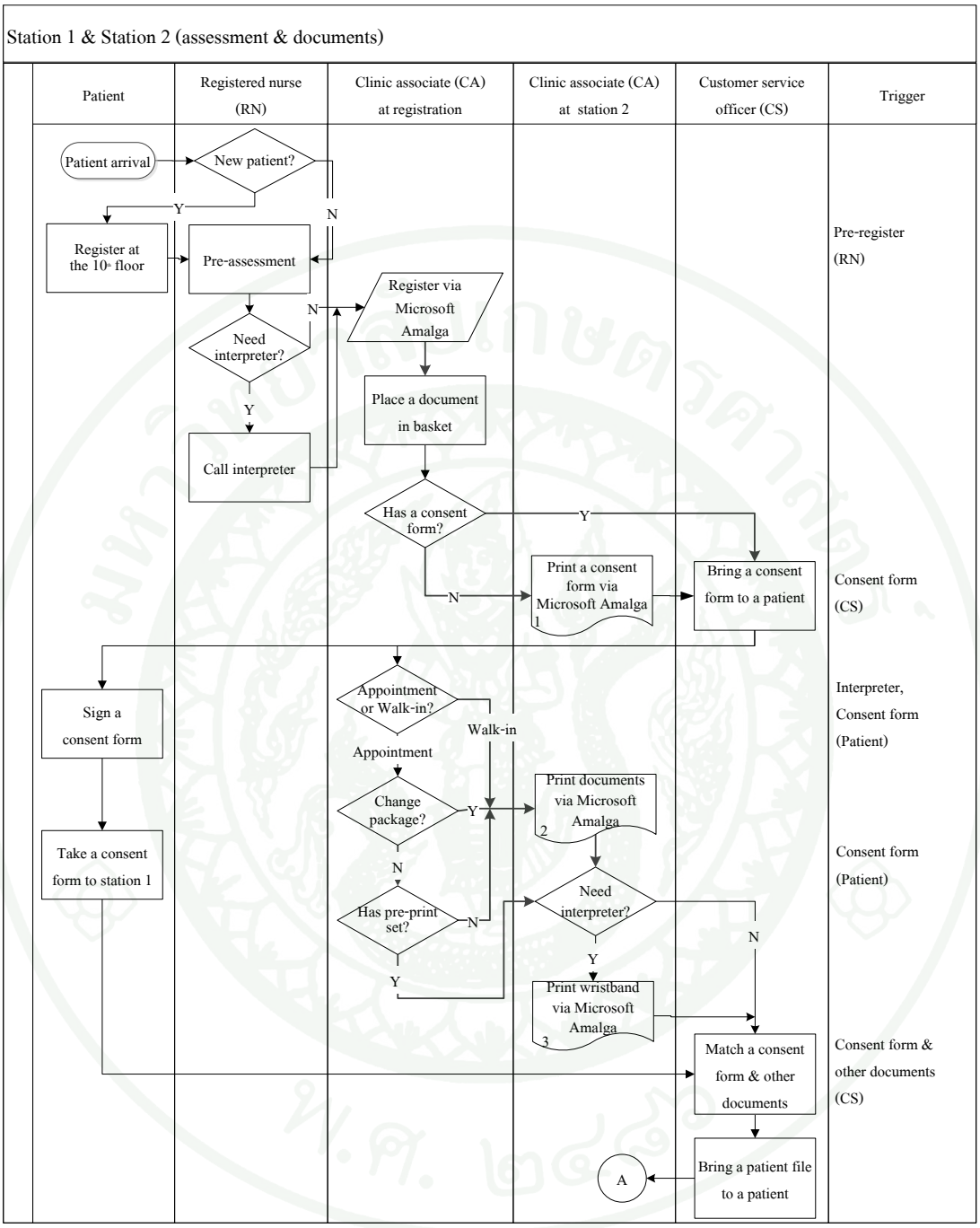
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6 แผนภูมิของการไหลในแต่ละจุดบริการ

ผู้ป่วยเข้ารับบริการศูนย์ตรวจสุขภาพโดยเริ่มต้นลงทะเบียนตรวจสุขภาพที่จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล ซึ่งมีพยาบาลและบุคลากรประสานงานคอยให้บริการสอบถามข้อมูลต่างๆแก่ผู้ป่วยรวมทั้งเตรียมเอกสารและให้ผู้ป่วยเซ็นต์เอกสารรับรองที่ใช้ในการตรวจสุขภาพที่จุดบริการเตรียมเอกสารดังภาพที่ 6 ผู้ป่วยต้องชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพก่อนการตรวจหลังจากผู้ป่วยได้รับเอกสารแล้วดังภาพที่ 7

ผู้ป่วยเริ่มต้นการตรวจสุขภาพที่จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือดโดยมีพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลให้บริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือดเพื่อส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องแล็บดังภาพที่ 8 ผู้ป่วยสามารถเลือกรับบริการตรวจตามความเหมาะสมโดยที่ผู้ช่วยพยาบาลคอยให้บริการที่จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยาดังภาพที่ 9 การตรวจการเต้นของหัวใจมีแพทย์ พยาบาล และผู้ช่วยพยาบาลคอยให้บริการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 ตามลำดับ การตรวจทางรังสีวิทยาเริ่มต้นโดยบุคลากรทางรังสีวิทยาให้บริการเอ็กซเรย์ปอดดังภาพที่ 12 ผู้ป่วยสามารถรับบริการตรวจมะเร็งเต้านม ตรวจเต้านมและตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดโดยมีแพทย์และบุคลากรทางรังสีวิทยาคอยให้บริการดังภาพที่ 13 และภาพที่ 14 ตามลำดับ จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยมีแพทย์และผู้ช่วยพยาบาลคอยให้บริการตรวจร่างกายทั่วไป ตรวจตา ตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน การวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพ ซึ่งผู้ป่วยทุกคนต้องได้รับการตรวจร่างกายทั่วไปและการวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพดังภาพที่ 15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



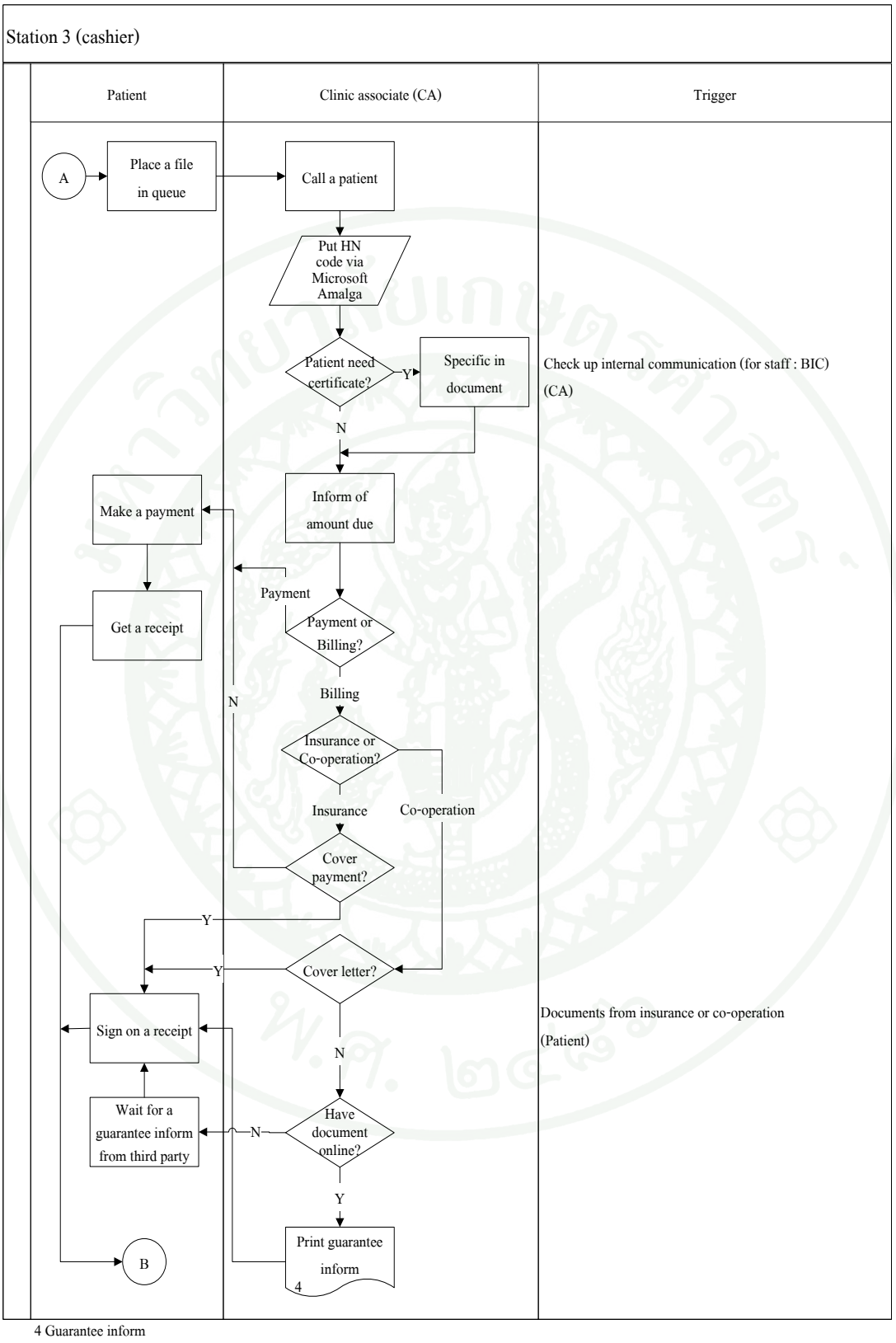
1 Request for medical record, Patient's information update (old patient), Health history, General consent to treatment and release of information (new patient)

2 Health screening information details, Check up internal communication, Comprehensive check up information, Order requisition form, Partial order requisition form, Physical examination, OPD clinical record, Eye screening examination report, Pathology requisition form cytopathology GYN, Pap test (thin prep pap test) report, OPD nursing record

3 Wristband

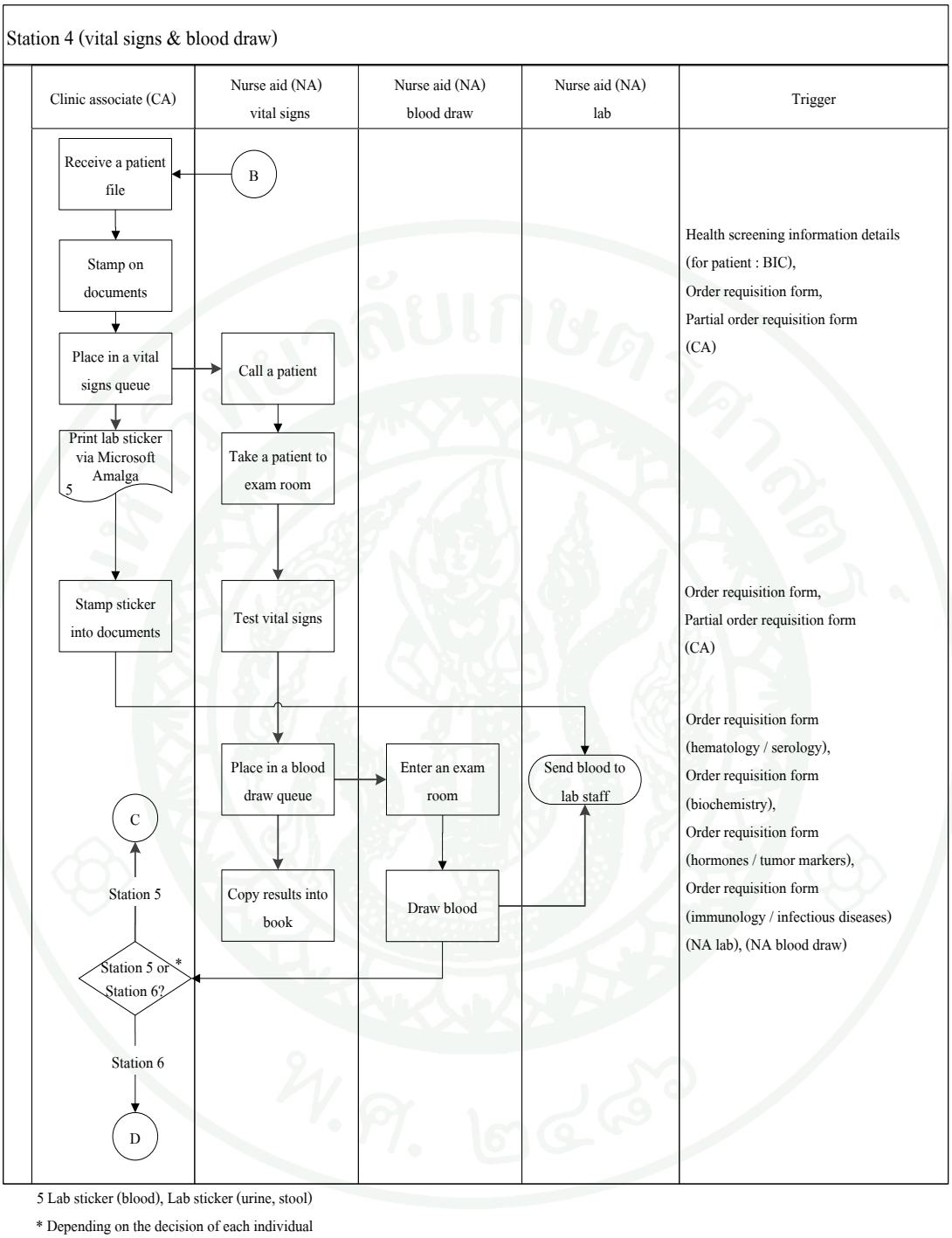
ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล และจุดบริการเตรียมเอกสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



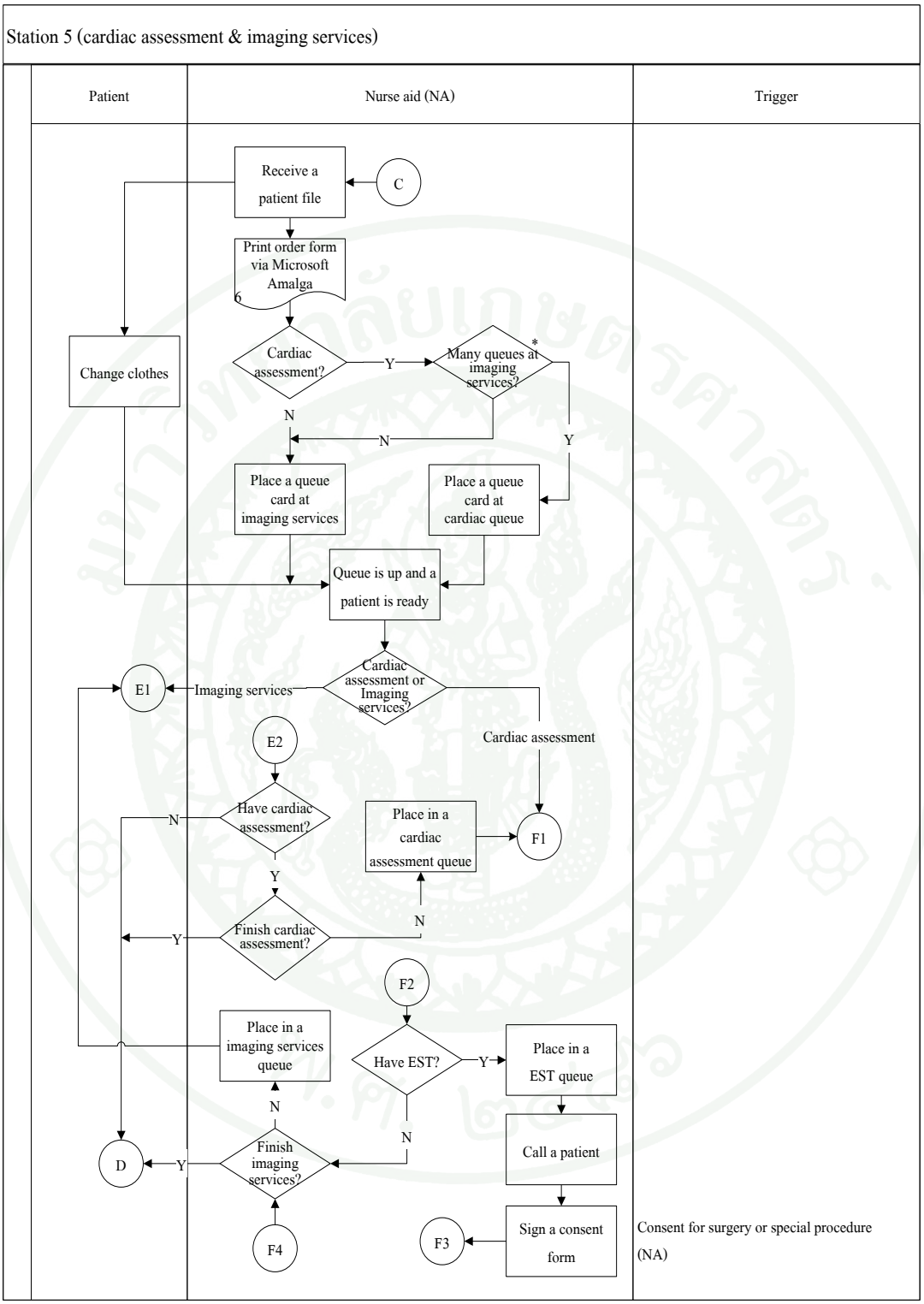
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการชำระค่าใช้จ่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

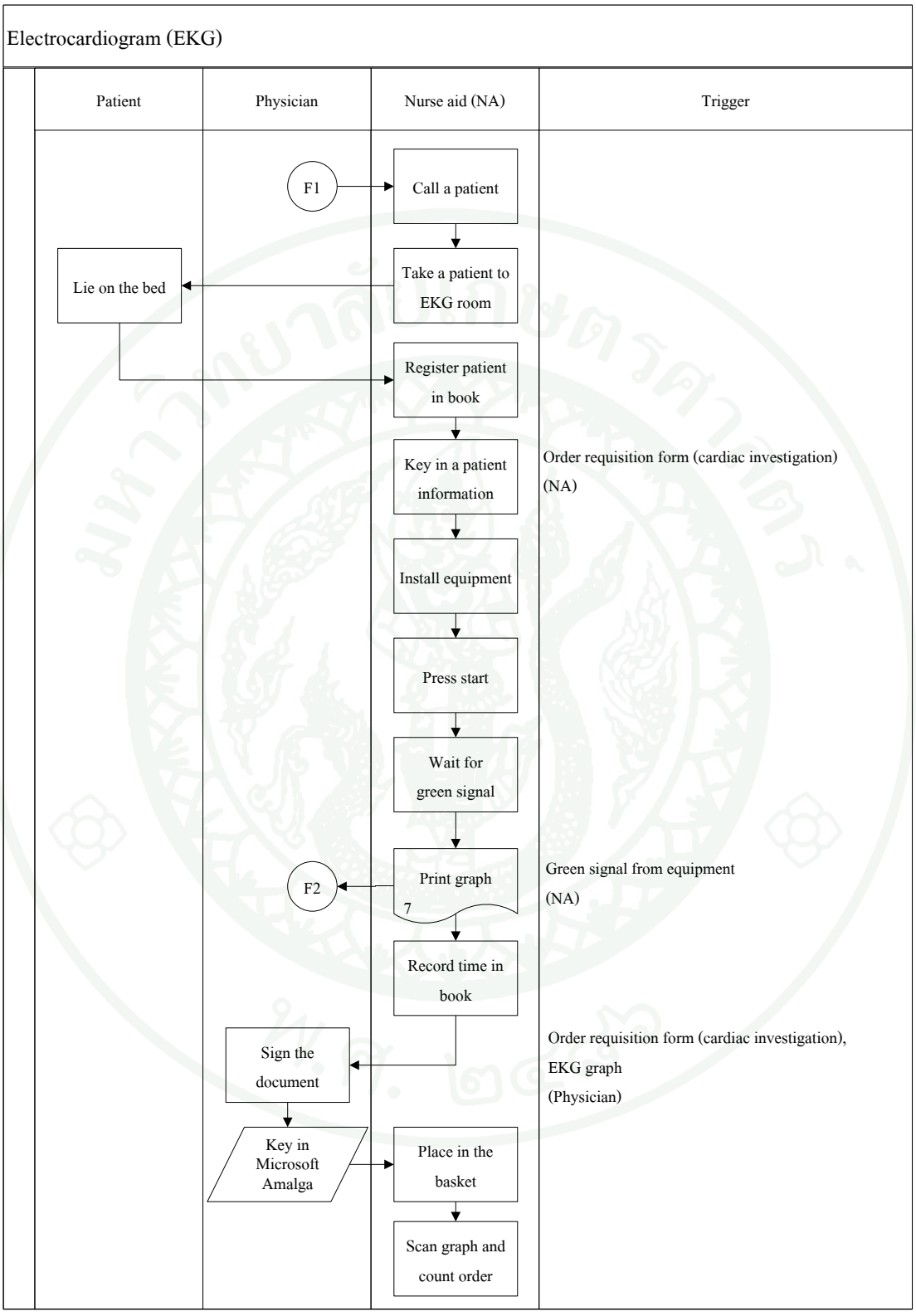


6 OPD clinical record (EST), Consent for surgery or special procedure, Radiology requisition form

* Depending on the decision of each individual

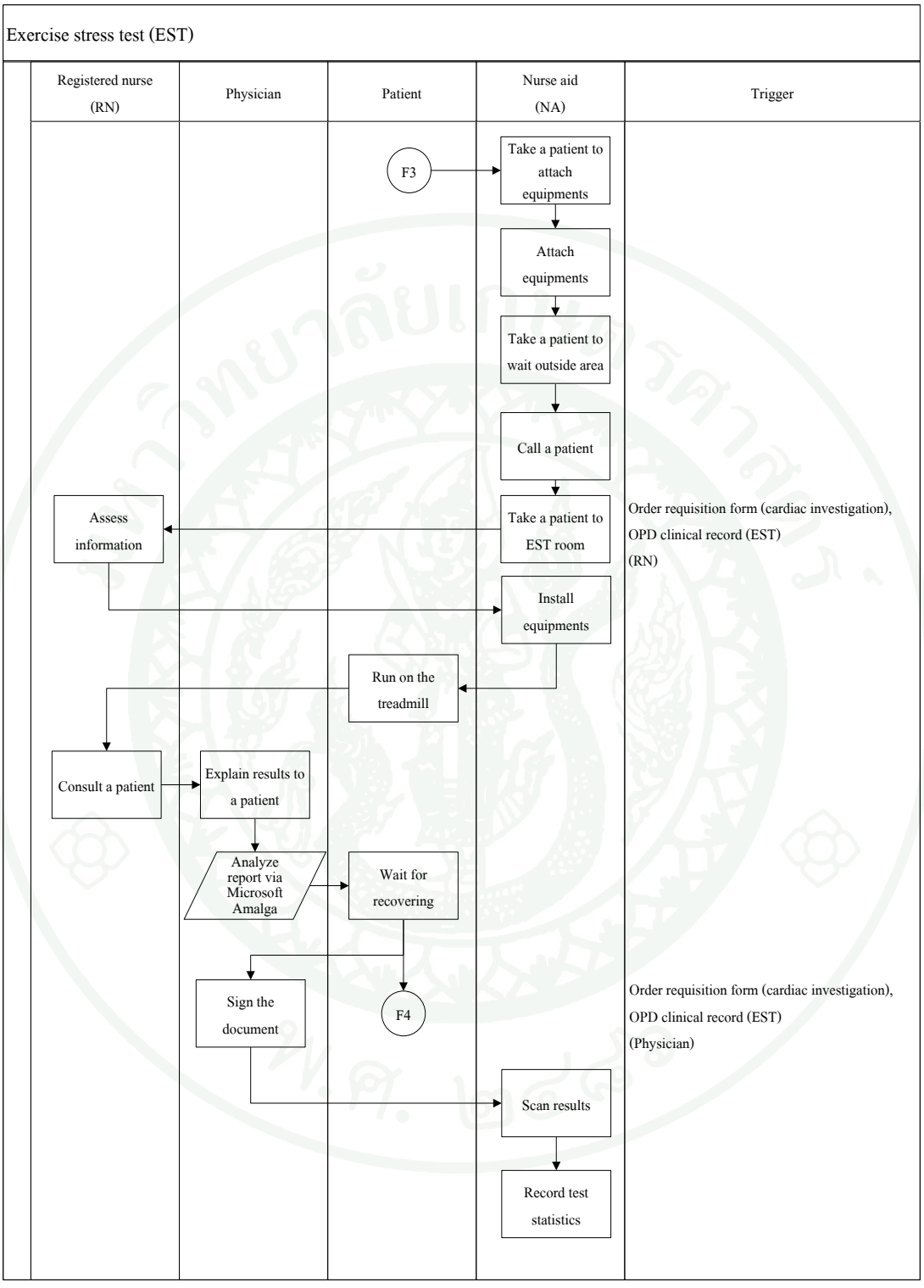
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



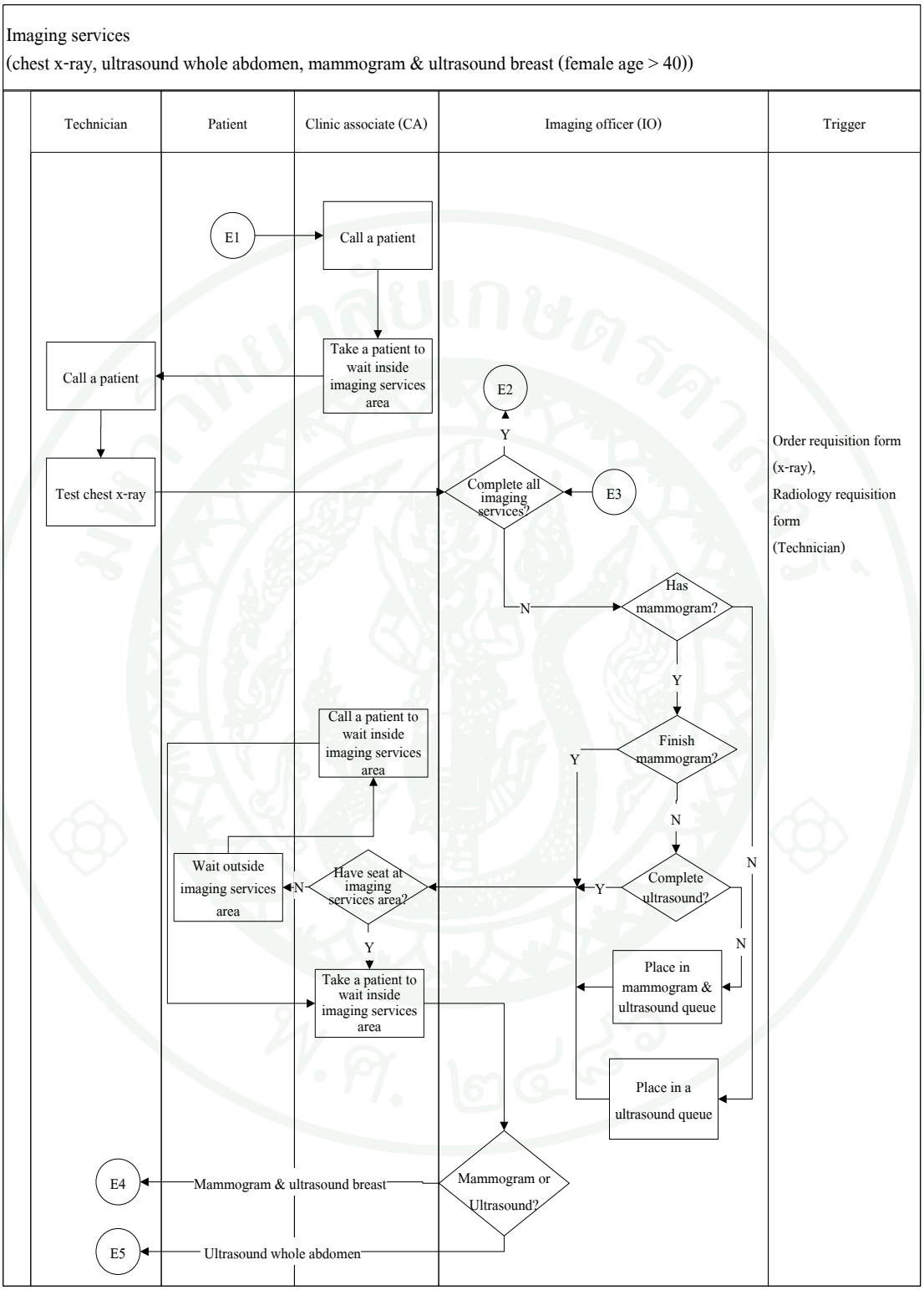
ภาพที่ 10 ขั้นตอนการทำงานการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



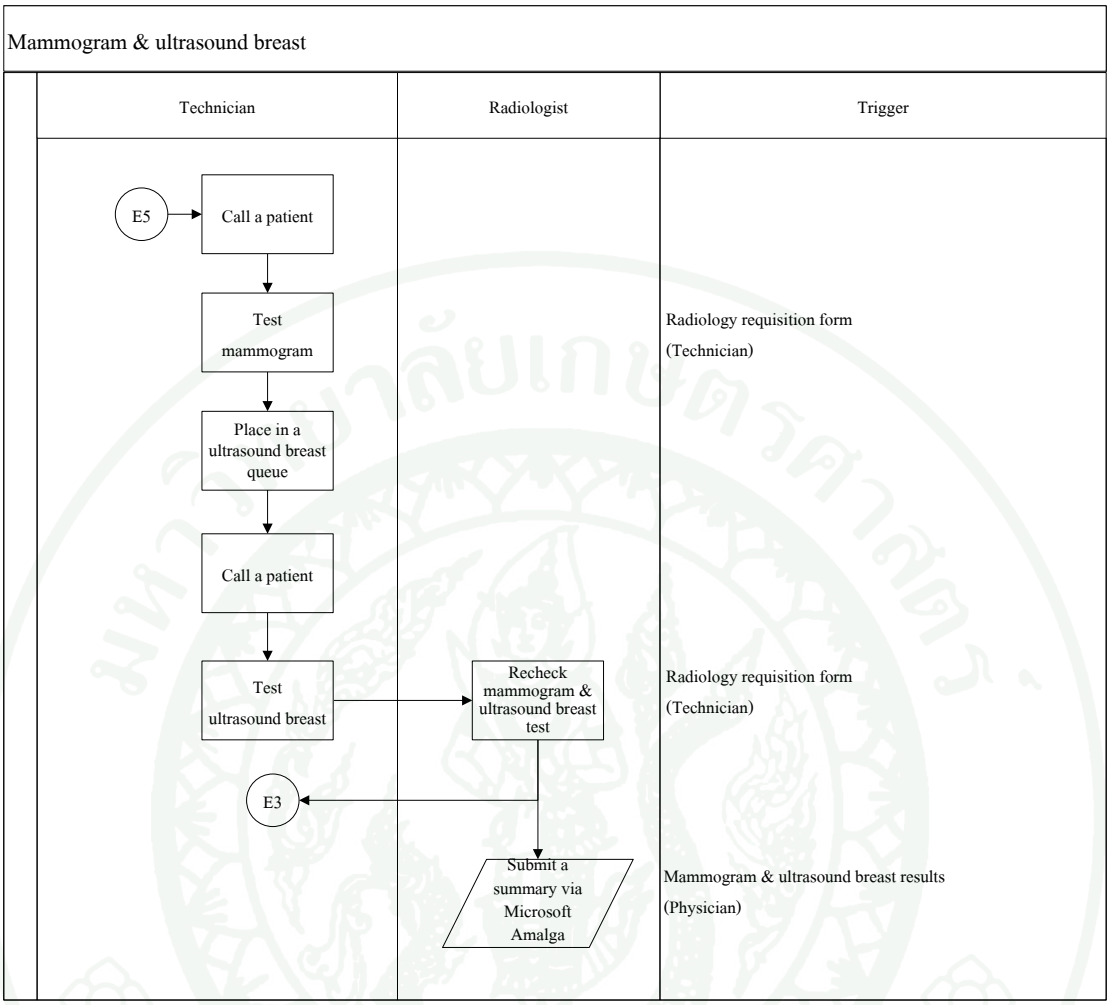
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการทำงานการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



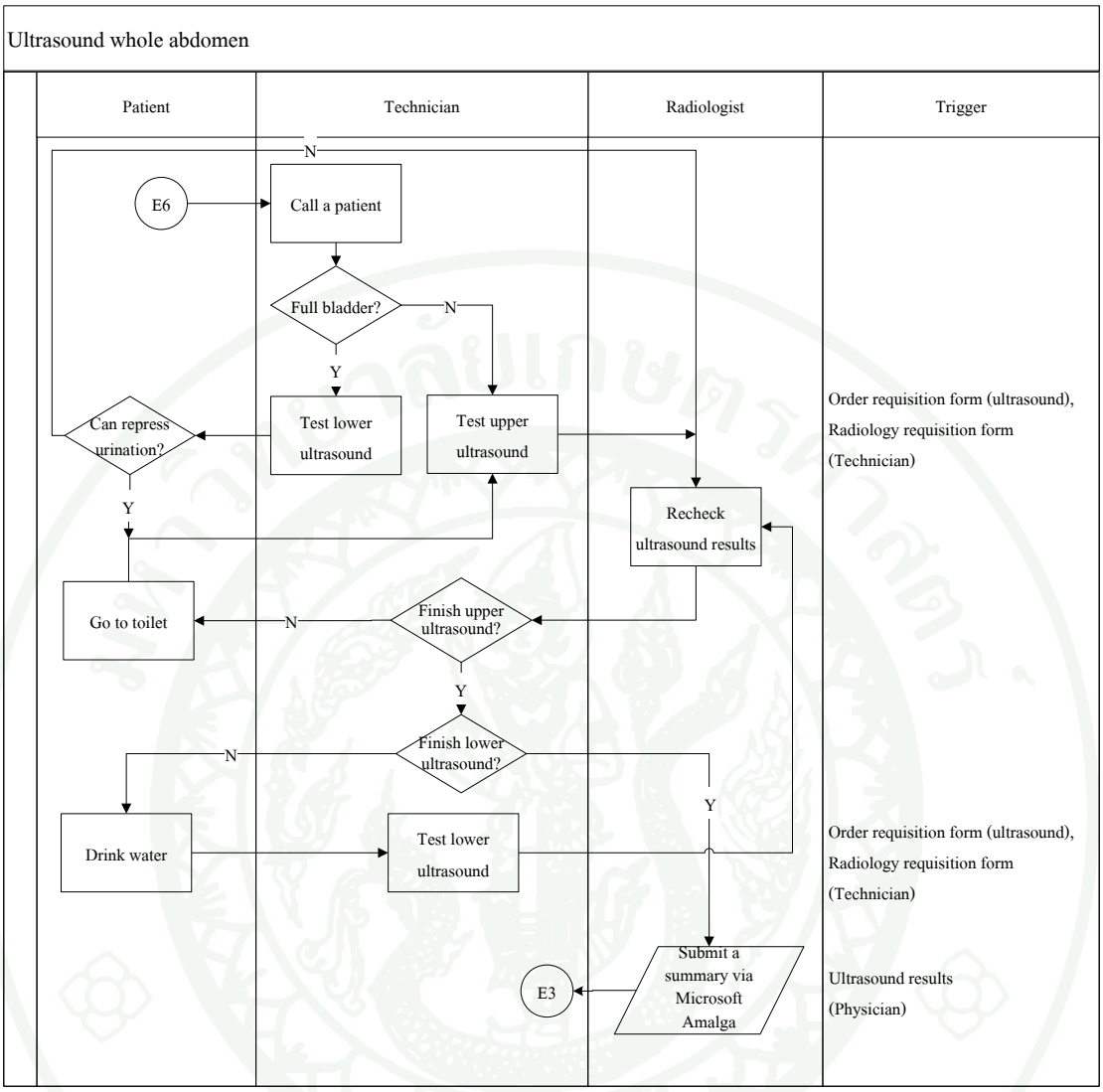
ภาพที่ 12 ขั้นตอนการทำงานการตรวจทางรังสีวิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



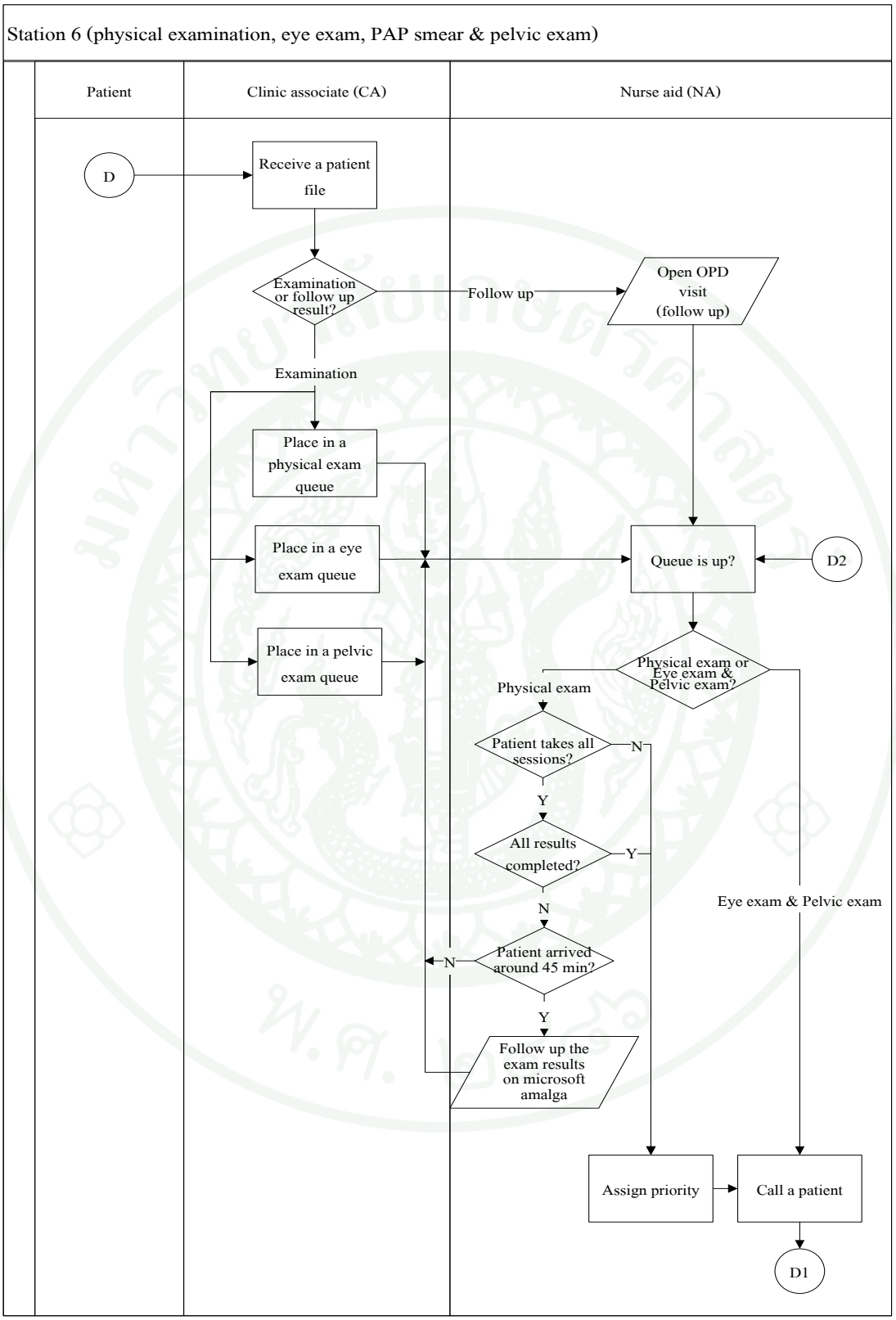
ภาพที่ 13 ขั้นตอนการทำงานการตรวจมะเร็งเต้านม และ ตรวจเต้านม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



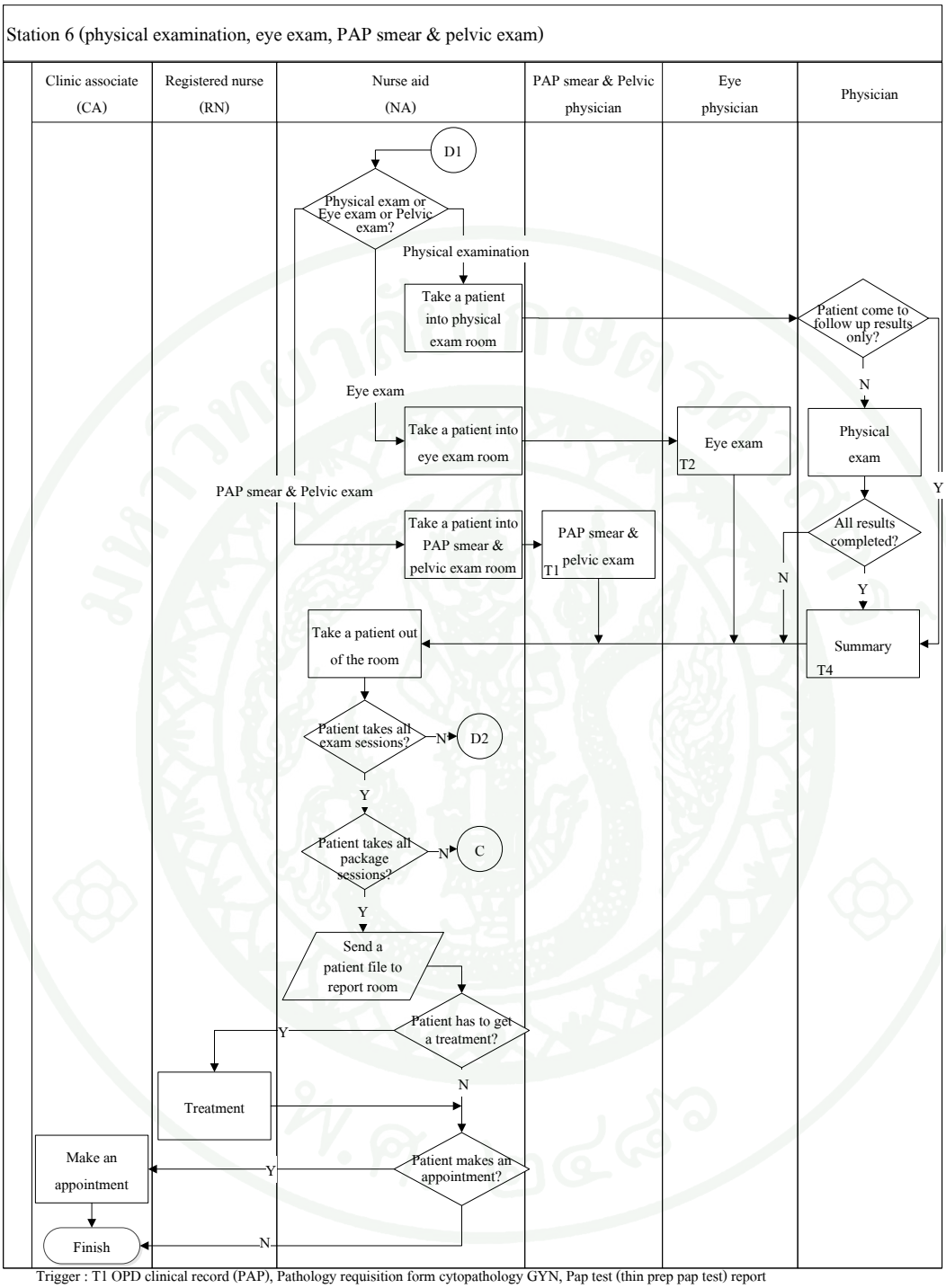
ภาพที่ 14 ขั้นตอนการทำงานการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ขั้นตอนการทำงานที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลถูกเก็บรวบรวมจากบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์ การสัมภาษณ์แพทย์ พยาบาลและเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล และการเทคนิคการจับเวลา ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2554 ในสองเดือนแรกผู้วิจัยเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงานตรวจสุขภาพ เช่น รายละเอียดของงาน แต่ละจุดบริการ ตารางการทำงานของพนักงานและวิธีการตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ เดือนต่อมาทางผู้วิจัยสร้างแผนภาพการไหลของผู้ป่วย ช่วง 3 ถึง 4 เดือนสุดท้ายผู้วิจัยไปยังศูนย์ตรวจสุขภาพ 4-5 วันต่อสัปดาห์เพื่อรวบรวมข้อมูลระยะเวลาให้บริการโดยเทคนิคการจับเวลา และข้อมูลอื่นๆ จากระบบการบันทึกของผู้ป่วย (Amalga®)

มีประเด็นความซับซ้อนเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลลังเลที่จะให้ข้อมูลเพราะคิดว่าผู้วิจัยอาจใช้ข้อมูลเพื่อหาข้อผิดพลาดของการปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องความเข้าใจกับผู้จัดการแผนกถึงสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการและสิ่งที่แผนกฯจะได้รับจากการทำการวิจัย นอกจากนี้การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับเจ้าหน้าที่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่เจ้าหน้าที่ยินดีที่จะให้ความร่วมมือตลอดการสัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพัฒนาตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพโดยไม่คำนึงถึงช่วงหยุด หรือช่วงเทศกาลต่างๆในรอบปี จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพมีการแจกแจงแบบปัวซองไม่คงที่ที่ค่าเฉลี่ย 170 คนต่อวัน ถ้าจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจร่างกายมากเกินไป การทำงานของเจ้าหน้าที่อาจจะเปลี่ยนแปลงจากปกติ ศูนย์ตรวจสุขภาพเปิดรับลงทะเบียนผู้ป่วยในช่วง 6.00-13.00 น. โดยเปอร์เซ็นต์การเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยดังนี้

- 2% ในช่วงเวลา 6.00-7.00 น.
- 22% ในช่วงเวลา 7.00-8.00 น.
- 25% ในช่วงเวลา 8.00-9.00 น.
- 22% ในช่วงเวลา 9.00-10.00 น.
- 15% ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น.
- 10% ในช่วงเวลา 11.00-12.00 น.
- 4% ในช่วงเวลา 12.00-13.00 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยนี้พิจารณาโปรแกรมตรวจสุขภาพ 7 แบบ ซึ่งแต่ละแบบมีเปอร์เซ็นต์ของแต่ละแพ็กเกจดังนี้

- 10% สำหรับแบบ Regular
- 17% สำหรับแบบ Executive
- 7% สำหรับแบบ Executive female
- 10% สำหรับแบบ Comprehensive male without EST
- 27% สำหรับแบบ Comprehensive male
- 8% สำหรับแบบ Comprehensive female aged less than 40
- 21% สำหรับแบบ Comprehensive female aged more than 40

ความหนาแน่นของผู้ป่วยในแต่ละจุดบริการแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นจำนวนทรัพยากรที่ให้บริการตรวจสุขภาพในศูนย์ตรวจสุขภาพจึงแตกต่างกันแต่ละช่วงเวลา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนทรัพยากรที่ให้บริการตรวจสุขภาพในศูนย์ตรวจสุขภาพแต่ละช่วงเวลา

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
RN at station 1	3	5	5	3	3	2	1	1	1	1	1	0
CA at station 1	1	5	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0
CA at station 2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
CA at station 3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	0
NA at vital signs	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	0
NA at blood draw	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	0
NA at EKG	1	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	0
NA at EST	1	2	2	4	3	3	3	3	3	1	1	1
RN at EST	1	1	1	4	3	3	3	3	3	1	1	1
Technician at x-ray	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Technician at ultrasound	0	4	7	8	8	8	8	6	6	3	3	1
Radiologist at ultrasound	0	2	3	4	4	4	4	2	2	1	1	1
Technician at mammogram	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
Radiologist at mammogram	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Eye physician	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PAP physician	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Physician	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3. การวิเคราะห์ตัวแปรนำเข้า (Input Data Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้านั้น เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสุขภาพแต่ละประเภท ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีความแปรปรวนจึงจำลองในรูปของการแจกแจงความน่าจะเป็น ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าด้วยโปรแกรม Input Analyzer ใน Arena เพื่อกำหนดรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลการตรวจแต่ละประเภท เช่น การตรวจสัญญาณชีพ การเจาะเลือด การตรวจการเต้นของหัวใจ การตรวจทางรังสีวิทยา เพื่อใช้ในการศึกษาระบบการตรวจสุขภาพ ซึ่งอยู่ในรูปแบบ Arena Expression ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลนำเข้า

Process	Arena Expression (min.)
Sign consent form	NORM(5,2)
Print consent forms	0.5 + EXPO(1.04)
Print order documents	0.5 + EXPO(0.857)
Charge program	DISC(0.95, 1, 0.99, 2, 1.0, 3)
Assessment for appoint	0.5 + LOGN(2.35, 2.36)
Assessment for walkin	0.5 + GAMM(1.71, 1.53)
Cashier	8 * BETA(3.54, 8.24)
Vital signs	2 + GAMM(0.745, 2.43)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Process	Arena Expression (min.)
Draw blood	1.1 + LOGN(1.48, 0.743)
Regular lab results	NORM(80.36,17.95)
Executive lab results	NORM(81.11,13.99)
Executive female lab results	NORM(81.25,15.90)
Comprehensive male without EST lab results	NORM(113.46,19.25)
Comprehensive male lab results	NORM(118.71,23.53)
Comprehensive female age less 40 lab results	NORM(119.27,18.27)
Comprehensive female age more 40 lab results	NORM(110.80,19.08)
Electrocardiogram (EKG)	2 + WEIB(1.82, 1.5)
Preparation EST	NORM(1,0.5)
Exercise stress test (EST)	NORM(24.9, 3.59)
Chest x-ray	0.08 + LOGN(1.75, 0.696)
Mammogram	NORM(8.78, 2.14)
Whole abdomen ultrasound	5 + 26 * BETA(1.47, 1.77)
Upper abdomen ultrasound	9 + WEIB(9.44, 1.45)
Lower abdomen ultrasound	3 + 11 * BETA(1.32, 2.34)
Breast ultrasound	TRIA(6, 8.25, 18)
Patient drink more water	NORM(15,5)
X-ray results	UNIF(60,90)
Mammogram results	TRIA(45,60,90)
Ultrasound results	TRIA(45,60,90)
Eye exam room 1	NORM(4.34, 1.23)
Eye exam room 2	NORM(4.57, 2.14)
PAP exam room 1	NORM(5.95, 2.46)
PAP exam room 2	NORM(6.37, 2.56)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Process	Arena Expression (min.)
PE room 1 (consult)	NORM(7.78, 3.63)
PE room 2 (consult)	NORM(7.82, 3.36)
PE room 3 (consult)	NORM(10.10, 4.91)
PE room 4 (consult)	NORM(6.56, 1.94)
PE room 5 (consult)	NORM(8.29, 3.10)
PE room 6 (consult)	UNIF(5, 10)
PE room 7 (consult)	NORM(7.63, 4.45)
PE room 8 (consult)	TRIA(5, 7.47, 15)
PE room 9 (consult)	NORM(7.00, 2.83)
PE room 1 (diagnosis)	NORM(9.00, 1.73)
PE room 2 (diagnosis)	NORM(7.33, 4.04)
PE room 3 (diagnosis)	NORM(12.50, 3.54)
PE room 4 (diagnosis)	NORM(7.50, 2.08)
PE room 5 (diagnosis)	NORM(10.83, 2.04)
PE room 6 (diagnosis)	NORM(8.75, 3.11)
PE room 7 (diagnosis)	NORM(7.79, 4.40)
PE room 8 (diagnosis)	UNIF(5, 20)
PE room 9 (diagnosis)	NORM(6.00, 1.41)
PE room 1 (consult and diagnosis)	NORM(12.68, 10.82)
PE room 2 (consult and diagnosis)	NORM(14.50, 6.77)
PE room 3 (consult and diagnosis)	NORM(16.00, 7.72)
PE room 4 (consult and diagnosis)	NORM(12.25, 3.80)
PE room 5 (consult and diagnosis)	NORM(16.68, 4.60)
PE room 6 (consult and diagnosis)	5 + EXPO(3.33,242)
PE room 7 (consult and diagnosis)	NORM(12.54, 4.45)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Process	Arena Expression (min.)
PE room 8 (consult and diagnosis)	TRIA(5, 12.5, 20)
PE room 9 (consult and diagnosis)	NORM(19.29, 6.07)
Travel time from Station1 to Station 3	20 sec
Travel time from Station3 to Station 4	15 sec
Travel time from Station4 to Station 5	30 sec
Travel time from Station4 to Station 6	40 sec
Travel time from Station5 to Station 6	1

4. การพัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling)

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยโปรแกรม Arena version 12

4.1 แผนภูมิการไหลของแบบจำลอง

การพัฒนาตัวแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ผู้วิจัยอธิบายองค์ประกอบต่างๆ ในการพัฒนาตัวแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ไว้ ดังนี้

4.1.1 Entity วัตถุที่ผู้พัฒนาตัวแบบจำลองสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพ

4.1.2 Resource ทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้จำนวนทรัพยากรแต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 1

4.1.3 Create module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับเริ่มต้นสร้างวัตถุที่สนใจเข้ามาในตัวแบบจำลอง สำหรับงานวิจัยนี้เป็นผู้ป่วยที่เข้ามาบริการตรวจสุขภาพที่ศูนย์ตรวจสุขภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.4 Dispose module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจ วัตถุจะออกจากระบบแบบจำลอง สำหรับงานวิจัยนี้เป็นผู้ป่วยที่รับบริการเสร็จและออกจากศูนย์ตรวจสุขภาพ

4.1.5 Process module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้แสดงกิจกรรม เช่น การรับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยต่างๆ

4.1.6 Match module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับการเข้าคู่วัตถุ เช่น การรอผลการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยก่อนเข้ารับฟังผลการวินิจฉัย

4.1.7 Decide module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุ เช่น การตัดสินใจเลือกเส้นทางเข้ารับบริการของผู้ป่วยที่มีสองเส้นทางซึ่งขึ้นกับจำนวนผู้ป่วยที่รอการตรวจอัลตร้าซาวนด์

4.1.8 Assign module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปรคุณสมบัติประจำตัว ชนิดของวัตถุ เช่น การกำหนดการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจสุขภาพในแต่ละแพ็กเกจ

4.1.9 Record module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทางสถิติในตัวแบบจำลอง เช่น เก็บข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจสุขภาพ ระยะเวลาทั้งหมดในการเข้าตรวจสุขภาพ

4.1.10 Separate module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้ในการคัดลอกวัตถุ เช่น การเข้าคิวในการเข้ารับบริการตรวจรังสีวิทยาซึ่งประกอบด้วยการตรวจหลายประเภท

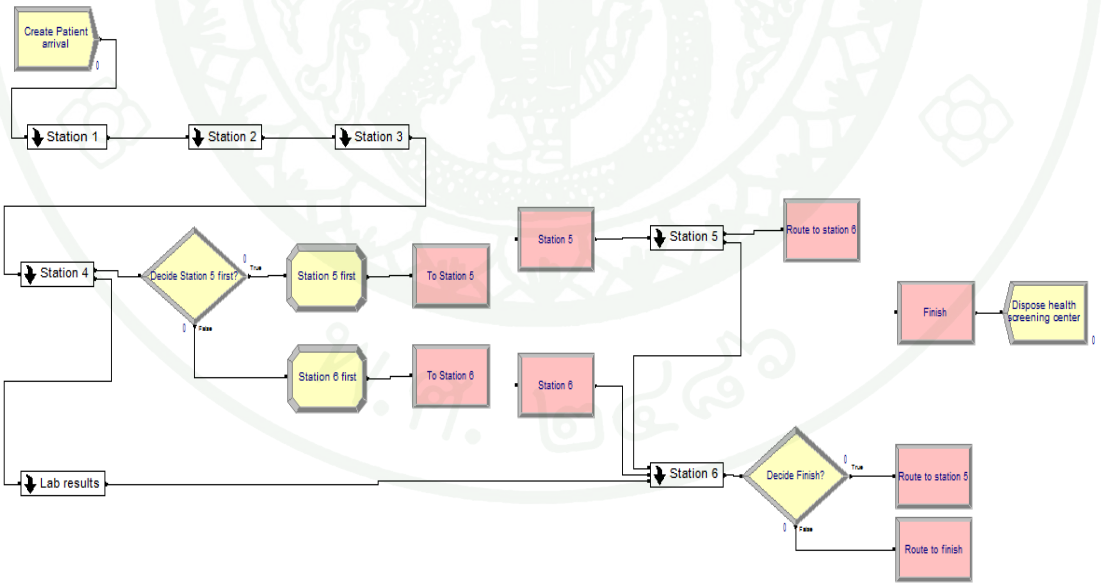
4.1.11 Sub model เป็นการย่อตัวแบบจำลอง เช่น การย่อจุดบริการต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพ

4.1.12 Route module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่ขนย้ายวัตถุที่เข้าสู่โมดูลนี้ไปยังสถานีปลายทาง เช่น การเดินของผู้ป่วยจากจุดบริการหนึ่งไปยังอีกจุดบริการหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

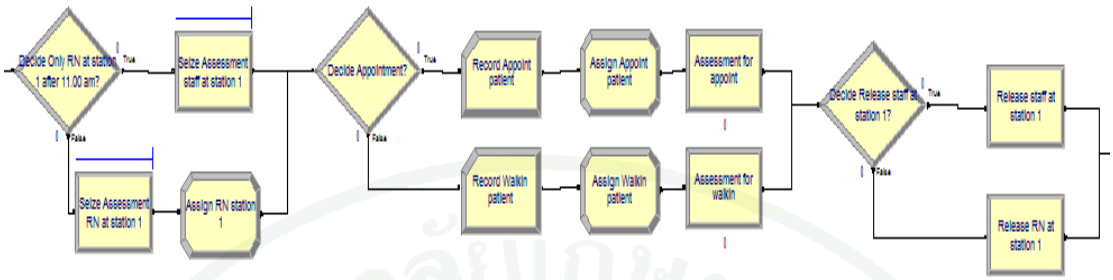
4.1.13 Station module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้ระบุชื่อสถานี หรือชื่อกลุ่มสถานีที่สอดคล้องกับตำแหน่งทางกายภาพที่เกิดกระบวนการ เช่น จุดบริการตรวจสุขภาพต่างๆ

งานวิจัยนี้เป็นการจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งศูนย์ตรวจสุขภาพประกอบไปด้วย 6 จุดบริการดังภาพที่ 16 มีดังนี้ จุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูลดังภาพที่ 17 จุดบริการเตรียมเอกสารรับรองและเอกสารอื่นๆ ที่ใช้ในการตรวจสุขภาพดังภาพที่ 18 จุดบริการชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพดังภาพที่ 19 จุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือดดังภาพที่ 20 เลือดจะถูกส่งไปตรวจยังห้องแล็บดังภาพที่ 21 จุดบริการตรวจการเต้นของหัวใจและตรวจทางรังสีวิทยา ซึ่งตรวจการเต้นของหัวใจประกอบไปด้วยการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจดังภาพที่ 22 และการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานดังภาพที่ 23 ส่วนการตรวจทางรังสีวิทยาประกอบด้วยการเอ็กซเรย์ปอดดังภาพที่ 24 การตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดดังภาพที่ 25 และการตรวจมะเร็งเต้านม ตรวจเต้านมดังภาพที่ 26 จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยประกอบด้วยการตรวจตาดังภาพที่ 27 การตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายในดังภาพที่ 28 และการตรวจร่างกายทั่วไปพร้อมกับการวินิจฉัยดังภาพที่ 29

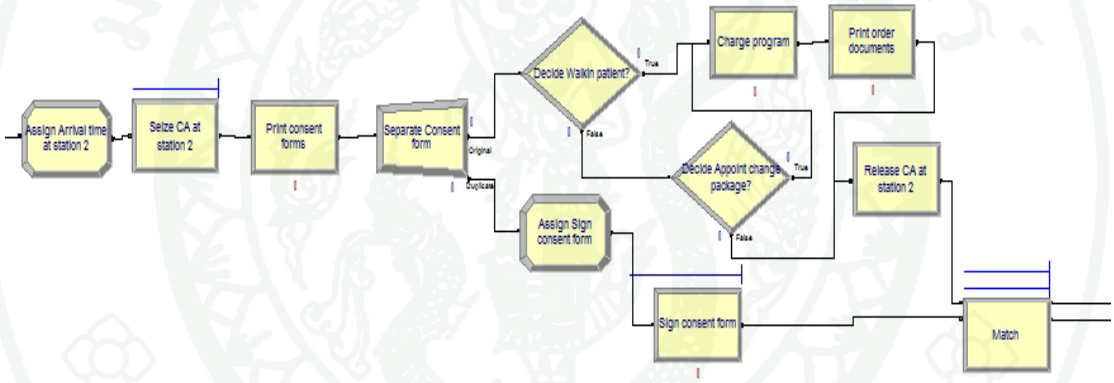


ภาพที่ 16 ตัวแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพ

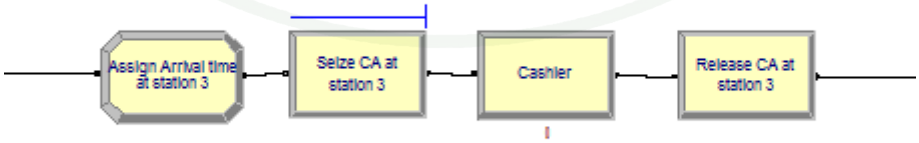
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ตัวแบบจำลองของจุดบริการลงทะเบียนและสอบถามข้อมูล

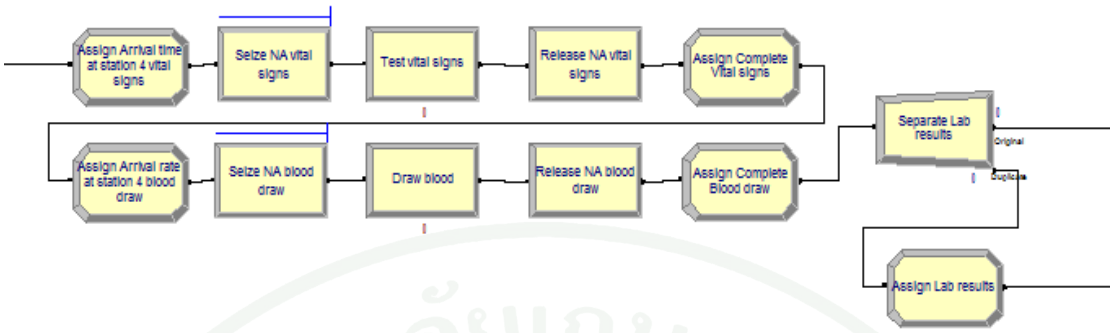


ภาพที่ 18 ตัวแบบจำลองของจุดบริการเตรียมเอกสารรับรองและเอกสารอื่นๆที่ใช้ในการตรวจสุขภาพ

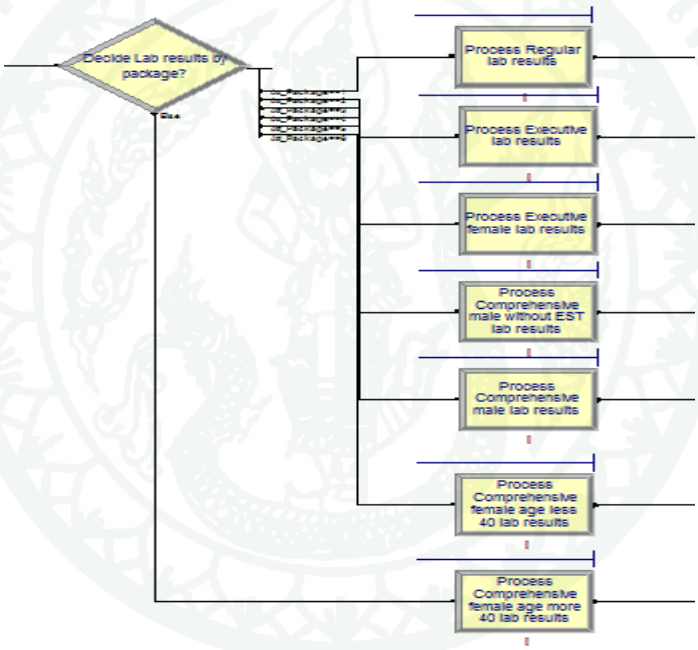


ภาพที่ 19 ตัวแบบจำลองของจุดบริการชำระค่าใช้จ่ายในการตรวจสุขภาพ

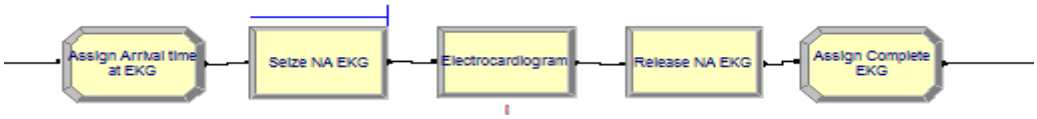
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ตัวแบบจำลองของจุดบริการตรวจสัญญาณชีพและเจาะเลือด

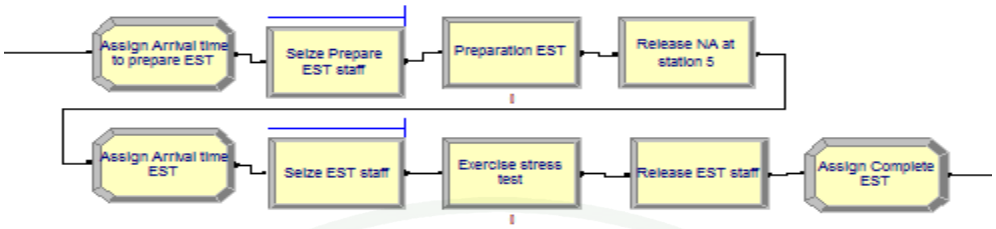


ภาพที่ 21 ตัวแบบจำลองของการตรวจเลือด

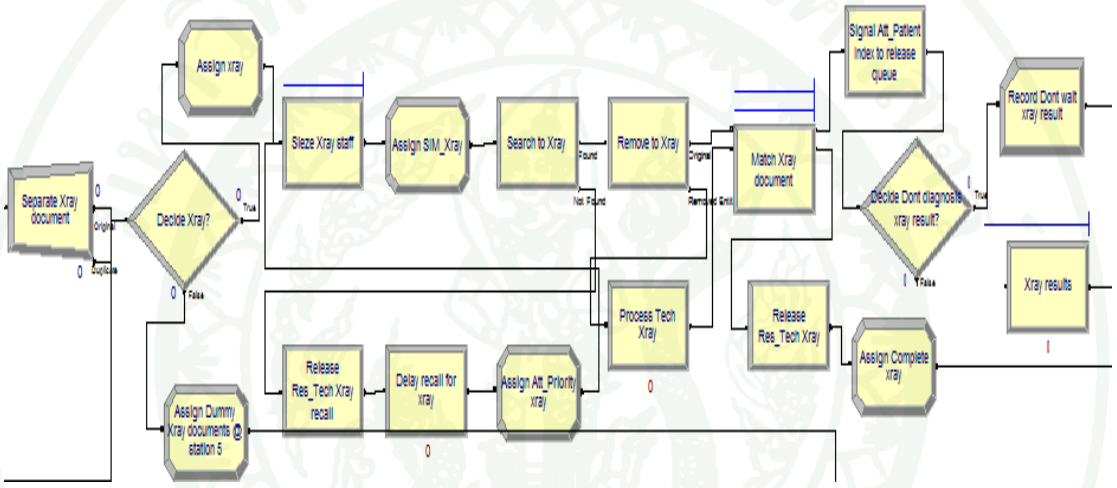


ภาพที่ 22 ตัวแบบจำลองของการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

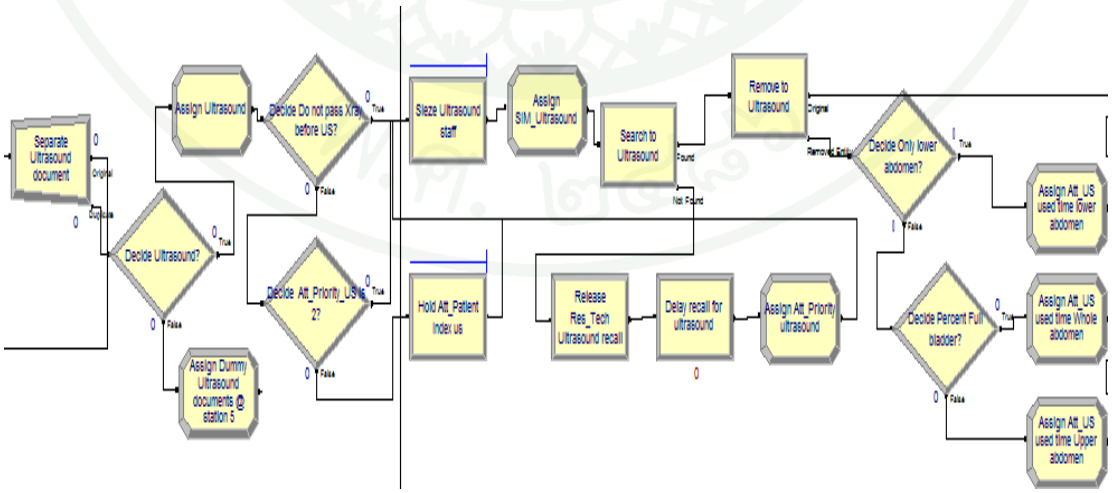
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 ตัวแบบจำลองของการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพาน

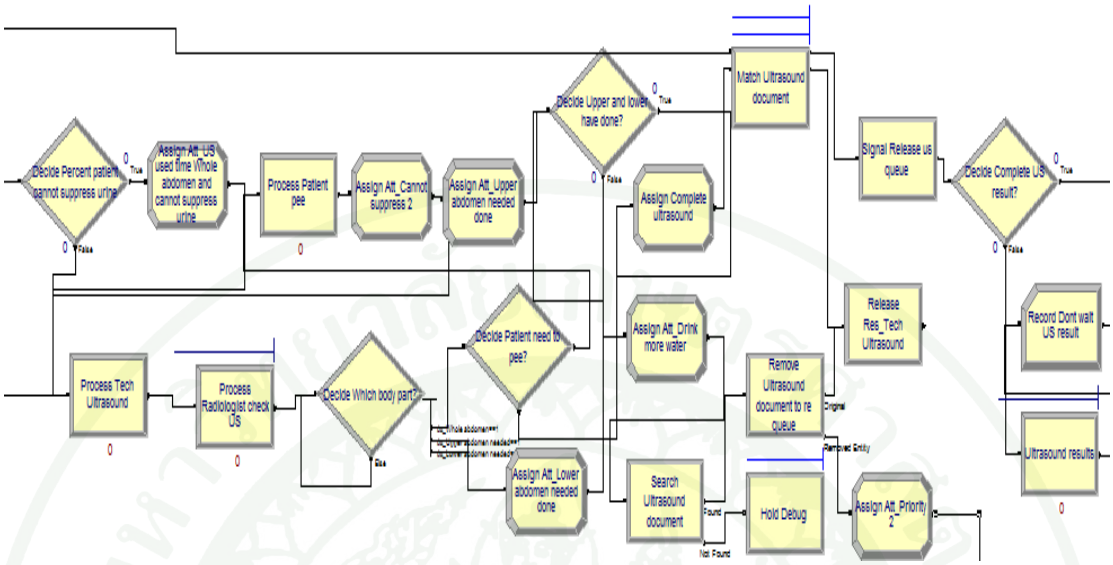


ภาพที่ 24 ตัวแบบจำลองของการเอ็กซเรย์ปอด

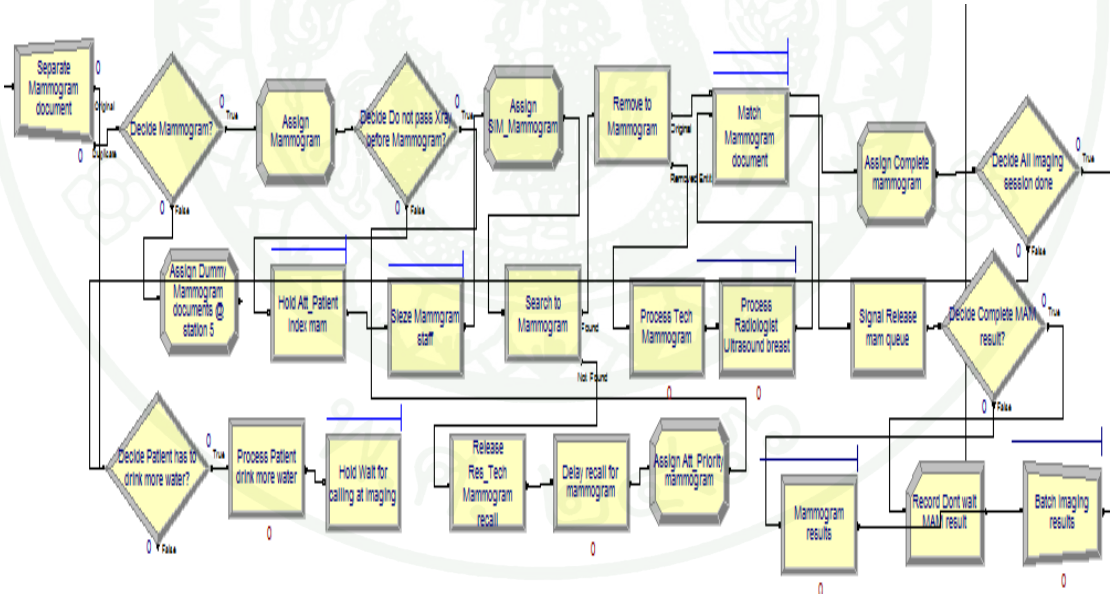


ภาพที่ 25 ตัวแบบจำลองของการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

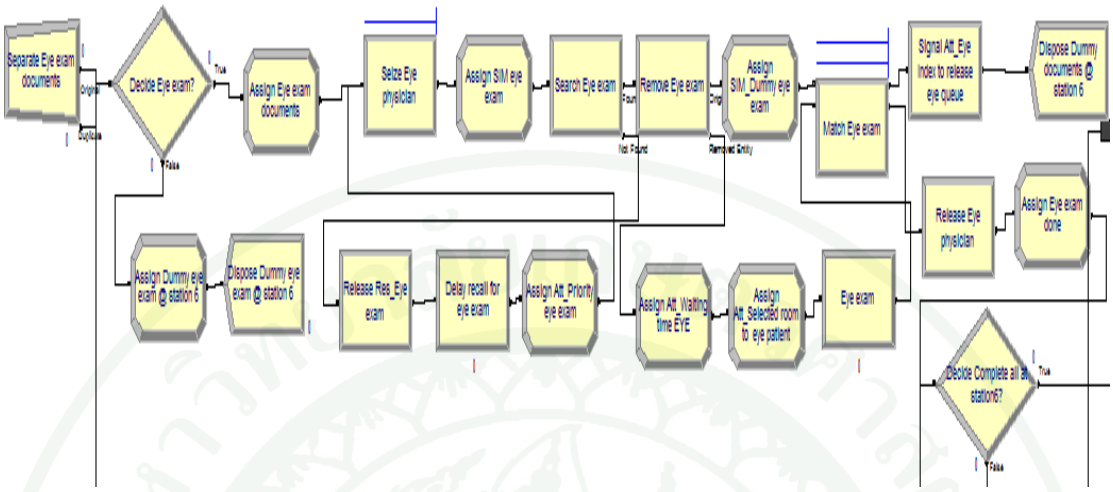


ภาพที่ 25 (ต่อ)

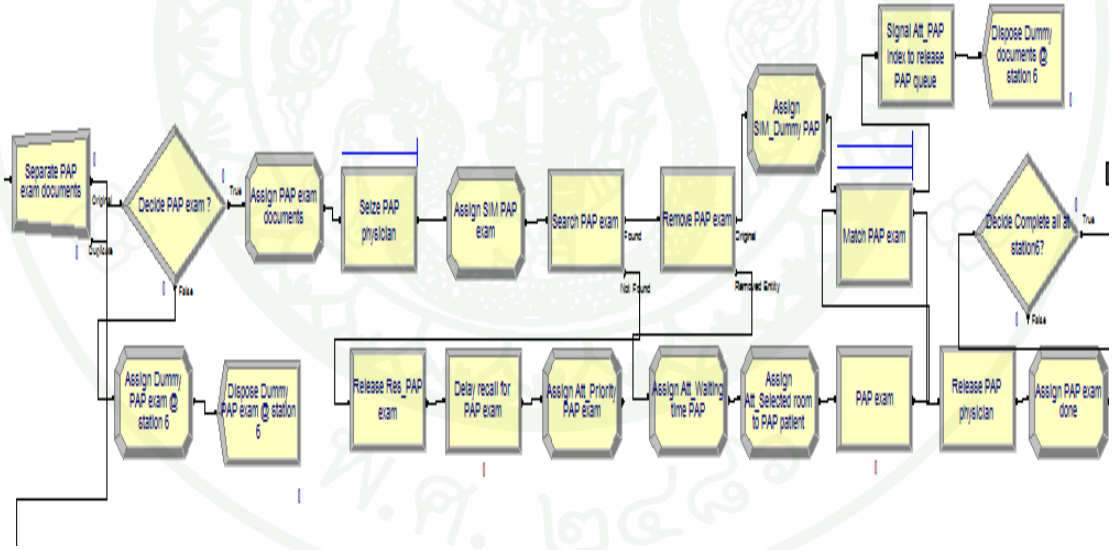


ภาพที่ 26 ตัวแบบจำลองของการตรวจมะเร็งเต้านม ตรวจเต้านม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

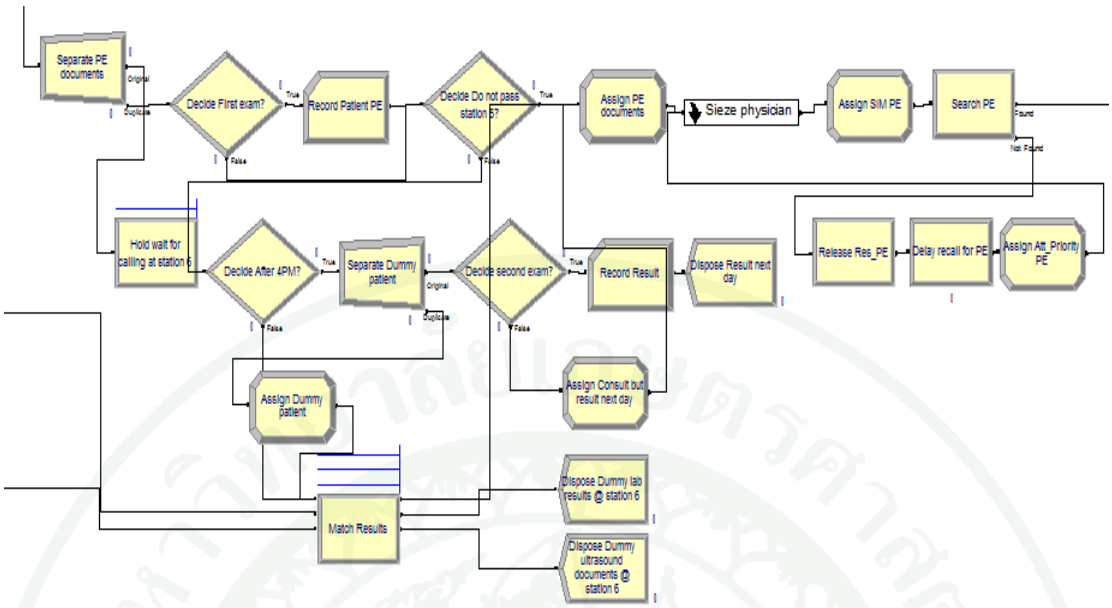


ภาพที่ 27 ตัวแบบจำลองของการตรวจตา

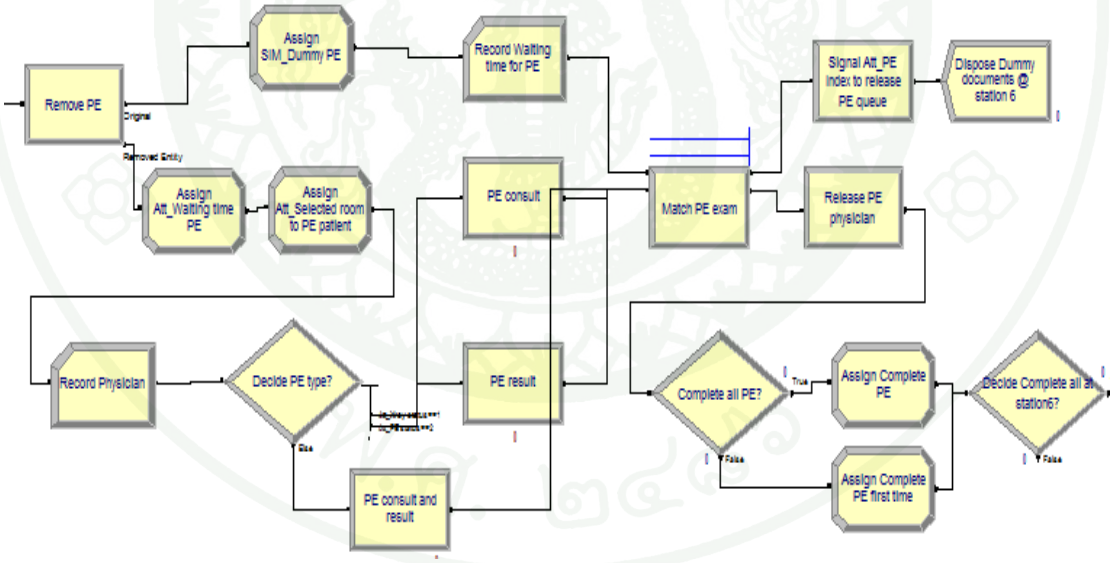


ภาพที่ 28 ตัวแบบจำลองของการตรวจมะเร็งปากมดลูกและตรวจภายใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 ตัวแบบจำลองของการวินิจฉัยผลการตรวจสุขภาพ



ภาพที่ 29 (ต่อ)

4.2 ความยาวของแต่ละรอบการทำซ้ำ (Replication Length)

ระยะเวลาในตัวแบบจำลองสถานการณ์ 1 รอบการประมวลผลเท่ากับ 720 นาที เริ่มต้นการประมวลผลตั้งแต่เวลา 6.00-18.00 น. สำหรับ 1 ชั่วโมงที่เพิ่มขึ้นมาจากเวลาในการให้บริการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปกติใช้เพื่อเป็นการเคลียร์ผู้ป่วยออกจากศูนย์ตรวจสุขภาพจนหมด ตัวแบบจำลองจะให้บริการจนกระทั่งถึงเวลา 18.00 น. เท่านั้น

4.3 จำนวนรอบทำซ้ำ (Number of Replications)

สำหรับจำนวนรอบทำซ้ำที่ใช้ในการศึกษาตัวแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพ ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ ภายในระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4 ช่วงเวลาการแกว่งของข้อมูล (Warm-up Period)

เนื่องจากทางศูนย์ตรวจสุขภาพให้บริการ เวลา 6.00-18.00 น. ที่แน่นอนจึงทำให้ตัวแบบจำลองของงานวิจัยนี้เป็นระบบที่มีการสิ้นสุด (Terminating System) ซึ่งเป็นระบบที่มีการสิ้นสุดการรันที่แน่นอนด้วยเงื่อนไขหรือเวลาที่กำหนด ระบบนี้จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาช่วงเวลาการแกว่งของข้อมูล (รุ่งรัตน์, 2553)

5. การตรวจสอบความเสมือนจริงของตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Verification)

การตรวจสอบความเสมือนจริงของตัวแบบจำลองสถานการณ์เป็นการตรวจสอบว่าตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีพฤติกรรมหรือกระบวนการทำงานเช่นเดียวกับระบบจริง งานวิจัยนี้ตรวจสอบความเสมือนจริงของตัวแบบจำลองด้วยการทดสอบลำดับการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยในแต่ละแพ็กเกจและการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) โดยพิจารณาความสัมพันธ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรนำเข้า (Input) คือ จำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพต่อวัน ซึ่งส่งผลให้ตัวแปรนำออก (Output) คือ ระยะเวลาคอยทั้งหมดเฉลี่ย และระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพเฉลี่ย ซึ่งเมื่อเพิ่มจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพโดยเฉลี่ยต่อวัน แล้วระยะเวลาคอยทั้งหมดเฉลี่ย และระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในศูนย์ตรวจสุขภาพ ซึ่งสังเกตว่าเมื่อจำนวนผู้ป่วยลดลง 10 คน/วัน จาก 170 เป็น 160 คน/วัน ระยะเวลาคอยทั้งหมดลดลงเพียง 8 นาที/คน แต่เมื่อจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น 10 คน/วัน จาก 170 เป็น 180 คน/วัน ระยะเวลาคอยเพิ่มขึ้นถึง 10 นาที/คน ดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความไวเมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพโดยเฉลี่ยต่อวันที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

จำนวนผู้ป่วยที่เข้าการตรวจสุขภาพโดยเฉลี่ยต่อวัน (คน)	ระยะเวลาคอยทั้งหมดเฉลี่ย (นาที)	ระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพเฉลี่ย (นาที)
150	113.99±3.00	186.12±3.27
160	125.28±3.13	197.70±3.28
170 (ปัจจุบัน)	133.90±3.33	205.94±3.37
180	144.09±2.93	215.16±2.85

6. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Validation)

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยเปรียบเทียบผลที่ประมวลได้จากตัวแบบจำลองและค่าที่สังเกตได้จากระบบจริงเพื่อประเมินว่าตัวแบบจำลองนั้นสามารถที่จะใช้เป็นตัวแทนระบบจริงได้หรือไม่ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเปรียบเทียบระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพเฉลี่ย โดยระบบจริงมีค่าเฉลี่ย 206.41 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เท่ากับ 59.68 นาที จากข้อมูลจำนวน 195 จำนวน และตัวแบบจำลองมีค่าเฉลี่ย 205.94±3.37 นาที จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Arena จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ จากนั้นทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two sample T-test (Rossetti, 2010) ดังนี้

กำหนดให้

H_0 แทน สมมุติฐานหลัก

H_1 แทน สมมุติฐานรอง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของระบบจริง

μ_1 แทน ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของตัวแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดสมมุติฐานหลักและสมมุติฐานรอง

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 \tag{19}$$

$$H_1 : \mu_0 \neq \mu_1 \tag{20}$$

ผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 95% ได้ค่า p- value เท่ากับ 0.46 จึงสามารถยอมรับสมมุติฐานหลักได้ หมายความว่าระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของระบบจริงไม่แตกต่างจากตัวแบบจำลองอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นสรุปได้ว่า ตัวแบบจำลองสามารถจะเพียงพอที่จะทดแทนระบบจริงได้

7. การเปรียบเทียบทางเลือกในแต่ละนโยบายในการพัฒนาระบบให้บริการศูนย์ตรวจสุขภาพ

7.1 นโยบายในการพัฒนาระบบให้บริการศูนย์ตรวจสุขภาพ

นโยบาย 1 คือ สถานการณ์ปัจจุบัน

นโยบาย 2 คือ ผู้ป่วยทุกคนตรวจอัลตร้าซาวนด์ครั้งเดียวสำหรับการตรวจช่องท้องทั้งหมด ถ้าผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจอัลตร้าซาวนด์แต่มีน้ำในกระเพาะปัสสาวะยังไม่เต็ม รังสีแพทย์สามารถตรวจอัลตร้าซาวนด์ได้เพียงช่องท้องด้านบนก่อน แล้วผู้ป่วยต้องดื่มน้ำเพิ่มจนกระทั่งน้ำเต็มกระเพาะปัสสาวะจึงจะสามารถตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องได้ด้านล่างได้ ทำให้รังสีแพทย์ต้องตรวจอัลตร้าซาวนด์ผู้ป่วยถึงสองรอบ แต่ถ้าผู้ป่วยรอจนกระทั่งน้ำเต็มกระเพาะปัสสาวะแล้วจึงเข้าตรวจอัลตร้าซาวนด์ รังสีแพทย์จะตรวจอัลตร้าซาวดน์เพียงรอบเดียวเท่านั้น

นโยบาย 3 คือ แพทย์ที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยให้บริการแบบมาก่อนได้ก่อน ในสถานการณ์ปัจจุบันผู้ป่วยจะถูกกำหนดแพทย์ตั้งแต่เข้าลงทะเบียน เพื่อเป็นการกระจายผู้ป่วยให้แพทย์ได้ตรวจเท่ากันทุกคน ส่งผลให้ระยะเวลาคอยที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยนาน เนื่องจากแพทย์ที่ผู้ป่วยถูกกำหนดให้ตรวจมีผู้ป่วยเข้ารับบริการตรวจอยู่ ถึงแม้ว่าอาจมีแพทย์ผู้อื่นพร้อมจะให้บริการตรวจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นโยบาย 4 คือ กำหนดสัดส่วนการเข้ารับการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยด้วยเครื่องมือ OptQuest ใช้จำนวนรอบทำซ้ำ 500 รอบ และตัวแบบจำลองโปรแกรม Arena ใช้จำนวนรอบทำซ้ำ 30 รอบ เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วย เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพตั้งแต่ช่วงเช้า ทำให้ศูนย์ตรวจสุขภาพมีความหนาแน่นของผู้ป่วยในแต่ละจุดบริการในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน ซึ่งถ้าทางศูนย์ตรวจสุขภาพสามารถกระจายการเข้ารับบริการของผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมตลอดช่วงการเปิดให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ ความหนาแน่นของผู้ป่วยแต่ละจุดบริการก็จะลดลง

กำหนดให้

Ent_Arrival.WaitTime	แทน	ระยะเวลาคอยทั้งหมดเฉลี่ย
Record Patient arrival	แทน	จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการศูนย์ตรวจสุขภาพต่อวัน
Record Total patient out	แทน	จำนวนผู้ป่วยที่ออกจากศูนย์ตรวจสุขภาพต่อวัน
Perc_Patient arrival 6	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 6.00-7.00 น.
Perc_Patient arrival 7	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 7.00-8.00 น.
Perc_Patient arrival 8	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 8.00-9.00 น.
Perc_Patient arrival 9	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 9.00-10.00 น.
Perc_Patient arrival 10	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 10.00-11.00 น.
Perc_Patient arrival 11	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 11.00-12.00 น.
Perc_Patient arrival 12	แทน	สัดส่วนการเข้ารับบริการช่วง 12.00-13.00 น.

ตัวแปรตัดสินใจ

Perc_Patient arrival 6, Perc_Patient arrival 7, Perc_Patient arrival 8,
Perc_Patient arrival 9, Perc_Patient arrival 10, Perc_Patient arrival 11
Perc_Patient arrival 12 มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการวัตถุประสงค์

Minimize Ent_Arrival.WaitTime

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมการเงื่อนไข

[Perc_Patient arrival 6] + [Perc_Patient arrival 7] + [Perc_Patient arrival 8] + [Perc_Patient arrival 9] + [Perc_Patient arrival 10] + [Perc_Patient arrival 11] + [Perc_Patient arrival 12] = 1 (21)

[Record patient arrival] = [Record Total patient out] (22)

อธิบายสมการได้ดังนี้

สมการที่ (21) สัดส่วนการเข้ารับบริการของแต่ละช่วงเวลารวมกันเท่ากับสัดส่วนการเข้ารับบริการทั้งหมด

สมการที่ (22) จำนวนผู้ป่วยที่เข้าและออกจากศูนย์ตรวจสุขภาพต้องเท่ากัน

นโยบาย 5 คือ รวมนโยบาย 2 ถึง 4

7.2 การคัดเลือกนโยบายโดยวิธี Select-the-Best

วิธี Select-the-Best เป็นวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการจำลองโดยโปรแกรมสร้างตัวแบบจำลองต่างๆ สามารถใช้ในการเลือกระบบที่ดีที่สุดจากข้อมูลจากตัวแบบจำลองมากกว่า 2 ระบบขึ้นไป โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดหรือค่าเฉลี่ยสูงที่สุดภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และค่าเผื่อ (Error Tolerance) 5 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

ผลลัพธ์จากการจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยโปรแกรม Arena ด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ และการเลือกนโยบายต่างๆ ด้วยวิธี Select-the-Best เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการเลือกนโยบายที่สามารถลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยโดยเป้าหมายหลักของการศึกษาศูนย์ตรวจสุขภาพ คือ การลดระยะเวลาคอยทั้งหมดของผู้ป่วย และเป้าหมายรอง คือ การลดระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของผู้ป่วย

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ พบว่า ระยะเวลาคอยของผู้ป่วยมีถึง 66% ของเวลาในระบบทั้งหมด แต่ระยะเวลาที่ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจสุขภาพมีเพียง 34% ดังตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระยะเวลาตรวจสุขภาพและระยะคอยแล้ว ผู้ป่วยมีระยะเวลาคอยมากกว่าระยะเวลาตรวจสุขภาพถึง 2 เท่า ดังนั้น ระยะเวลาคอยจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพเกิดความไม่พึงพอใจ ผู้วิจัยจึงเสนอนโยบายทางเลือกเพื่ อลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยเพื่อสร้างความพึงพอใจในรับบริการตรวจสุขภาพแก่ผู้ป่วยและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

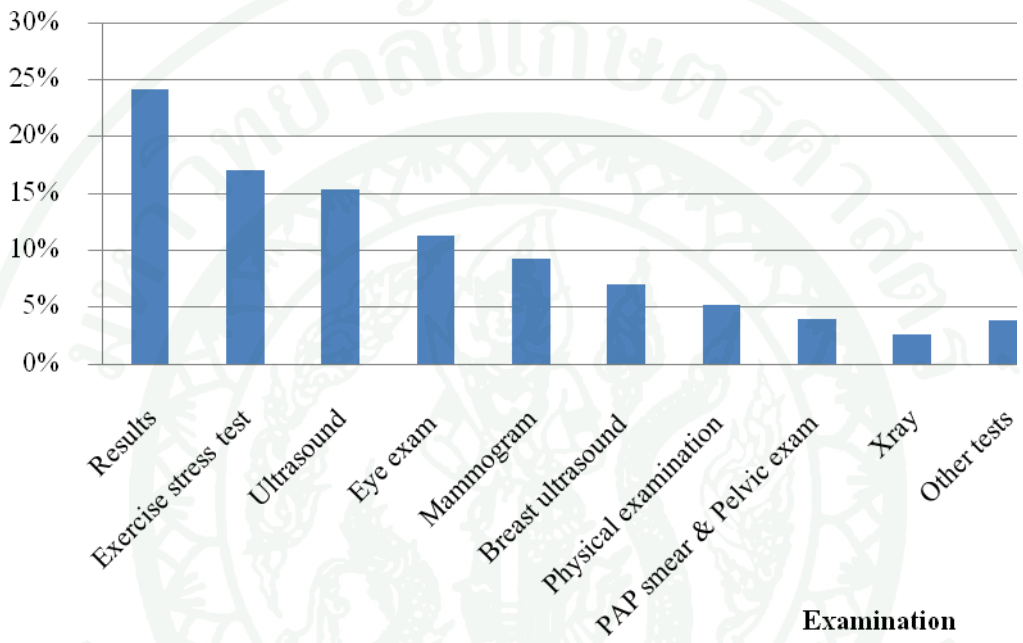
ตารางที่ 4 สัดส่วนของระยะเวลาคอยทั้งหมดและระยะเวลาตรวจสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาทั้งหมดที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

	ระยะเวลา (นาที)	Half Width ของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%	สัดส่วนของการเปรียบเทียบกับระยะเวลาทั้งหมด
ระยะเวลาตรวจสุขภาพ	67.6	0.42	34%
ระยะเวลาคอยทั้งหมด	133.9	3.18	66%

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ พบว่า การรอผลตรวจสุขภาพมีสัดส่วนระยะเวลาคอยมากที่สุดเนื่องจาก ผลการตรวจสุขภาพแต่ละชนิดใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างนาน การตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานและการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดมีสัดส่วนระยะเวลาคอยรองลงมา การตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานมีผู้ป่วยเพียง 30% เท่านั้นที่เข้ารับบริการ แต่การตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดมีผู้ป่วยถึง 90% ที่เข้ารับบริการ ดังนั้น การตรวจอัลตร้าซาวนด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่องท้องทั้งหมดคอขวดของกระบวนการตรวจสุขภาพของศูนย์ตรวจสุขภาพ ซึ่งทุกแพ็กเกจการตรวจสุขภาพยกเว้น แบบ Regular ผู้ป่วยทุกคนต้องได้รับการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ส่วนผู้ป่วยที่รับการตรวจหัวใจโดยการเดินสายพานมีเฉพาะแบบ Comprehensive male เท่านั้นดังภาพที่ 30

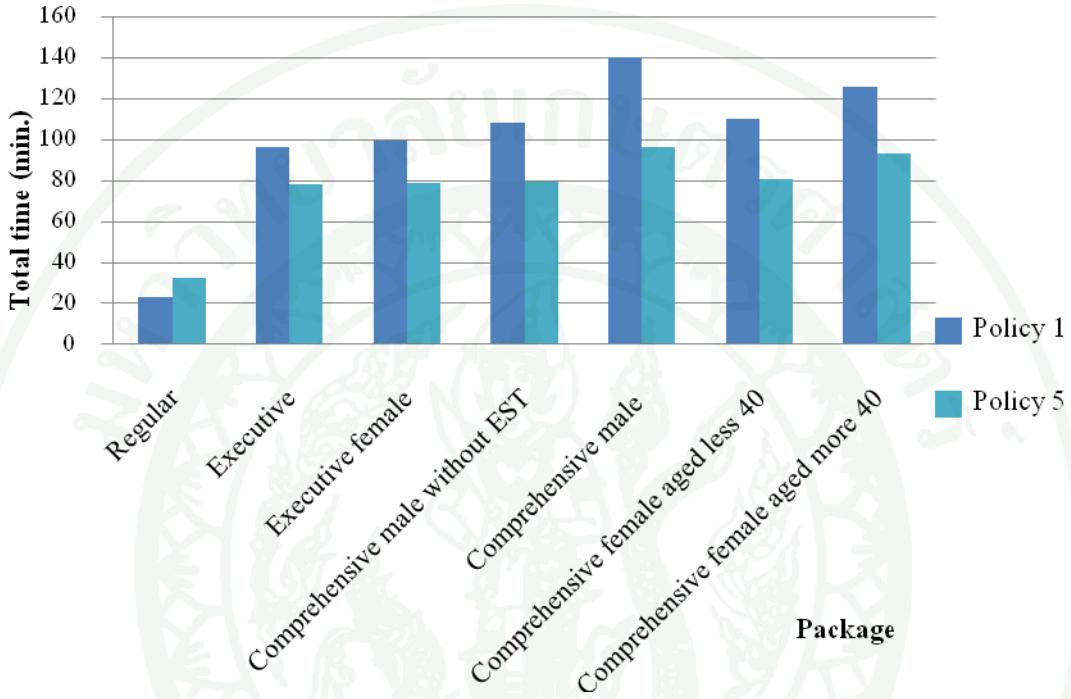


ภาพที่ 30 สัดส่วนระยะเวลาคอยทั้งหมดของการตรวจสุขภาพต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพ

จากแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ พบว่าระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยตั้งแต่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพจนกระทั่งสามารถรับประทานอาหารได้ของแต่ละแพ็กเกจแตกต่างกันออกไป โดยผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารได้หลังจากผู้ป่วยได้รับการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด โดยแพ็กเกจแบบ Regular มีระยะเวลาทั้งหมดน้อยที่สุดเนื่องจากผู้ป่วยไม่มีการรับบริการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดเมื่อเก็บผลเลือดเสร็จแล้วผู้ป่วยสามารถรับประทานอาหารได้ ส่วนแพ็กเกจแบบ Comprehensive male และแพ็กเกจแบบ Comprehensive female aged more than 40 มีระยะเวลาก่อนรับประทานอาหารมากกว่าแพ็กเกจอื่น เนื่องจากผู้ป่วยอาจเข้ารับการตรวจการเต้นหัวใจขณะออกกำลังกายหรือการตรวจมะเร็งเต้านมสำหรับแต่ละแพ็กเกจตามลำดับก่อนการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์ปัจจุบันกับนโยบาย 5 พบว่า ระยะเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อนรับประทานอาหารของแต่ละแพ็กเกจมีระยะเวลาลดลง แต่แพ็กเกจแบบ Regular มีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้นเนื่องการการเปลี่ยนสัดส่วนการเข้ารับบริการจึงทำให้ระยะเวลาคอยการตรวจสุขภาพก่อนการเก็บผลเลือดมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยตั้งแต่เข้ารับบริการจนกระทั่งสามารถรับประทานอาหารในแต่ละแพ็กเกจของนโยบาย 1 และนโยบาย 5

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ นโยบาย 4 การเลือกสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาของการเปิดบริการลงทะเบียนของศูนย์ตรวจสุขภาพตั้งแต่ 6.00-13.00 น. สัดส่วนที่ดีที่สุดสำหรับการลดระยะเวลาคอยทั้งหมดด้วยเครื่องมือ OptQuest ภายใต้จำนวนรอบทำซ้ำ 500 รอบ และโปรแกรม Arena ด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 30 รอบ พบว่าสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยเพิ่มจากปัจจุบันในช่วง 6.00-7.00 น. และช่วง 12.00-13.00 น. โดยสัดส่วนสูงที่สุดในช่วง 12.00-13.00 น. ซึ่งปัจจุบันผู้ป่วยส่วนใหญ่เข้ารับบริการช่วง 7.00-10.00 น. เนื่องจากผู้ป่วยต้องอดอาหารอย่างน้อย 9 ชั่วโมง ดังนั้นสัดส่วนการเข้ารับบริการจากเครื่องมือ OptQuest จึงยากที่นำไปประยุกต์ใช้จริง ทางผู้วิจัยจึงนำเสนอสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยโดยให้ช่วง 6.00-7.00 น. และช่วง 12.00-13.00 น. ให้ผู้ป่วยเข้ารับบริการ 10% ส่วนช่วงเวลา 7.00-12.00 น. แบ่งสัดส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของผู้ป่วยในการเข้ารับบริการให้เท่ากัน พบว่าระเวลาคอยทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณ 5 นาที จาก สัดส่วนจากเครื่องมือ OptQuest ทางผู้วิจัยจึงใช้สัดส่วนที่นำเสนอเป็นนโยบาย 4

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ นโยบาย 4 การเลือกสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาของการเปิดบริการลงทะเบียนของศูนย์ตรวจสุขภาพตั้งแต่ 6.00-13.00 น. พบว่า 10% ของจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการสำหรับช่วงเวลา 6.00-7.00 น. 16% สำหรับช่วงเวลา 7.00-12.00 น. และ10% สำหรับช่วงเวลา 12.00-13.00 น. สัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบันไปเป็นสัดส่วนตามนโยบาย 4 มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% ตลอดทุกช่วงเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาและระยะเวลาคอยเฉลี่ยจากเครื่องมือ OptQuest กับ นโยบาย 4

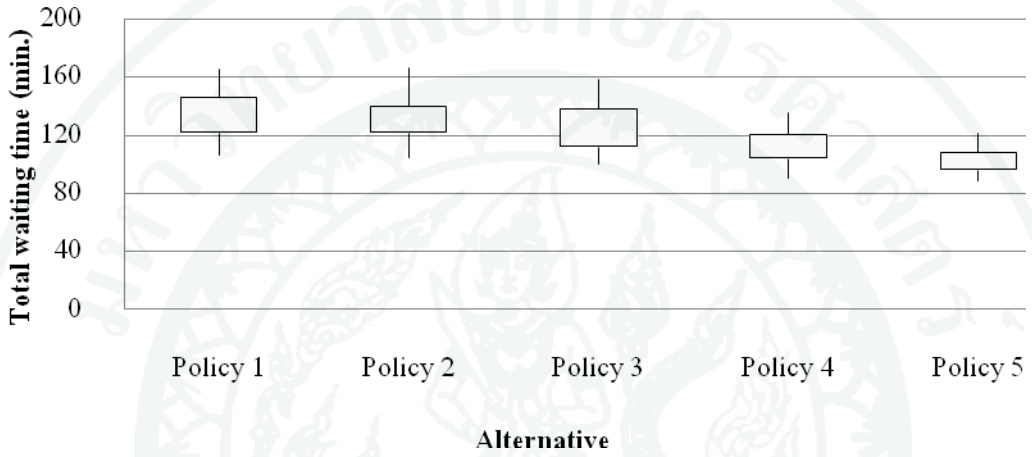
	6-7	7 -8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	ระยะเวลาคอยเฉลี่ย (นาที)
นโยบาย 1 (ปัจจุบัน)	2%	22%	25%	22%	15%	10%	4%	133.90±3.33
OptQuest	7%	15%	18%	16%	17%	7%	20%	107.55±1.18
นโยบาย 4	10%	16%	16%	16%	16%	16%	10%	112.62±2.29

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาและระยะเวลาคอยเฉลี่ยของนโยบาย 1 กับนโยบาย 4

	6-7	7 -8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	ระยะเวลาคอยเฉลี่ย (นาที)
นโยบาย 1 (ปัจจุบัน)	2%	22%	25%	22%	15%	10%	4%	133.90±3.33
นโยบาย 4	10%	16%	16%	16%	16%	16%	10%	112.62±2.29
สัดส่วนที่เปลี่ยนแปลง	8%	-6%	-9%	-6%	1%	6%	6%	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า นโยบายต่างๆ ที่ทางคณะผู้วิจัยได้นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยได้ โดยนโยบาย 5 สามารถลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยได้มากกว่านโยบายอื่น ดังภาพที่ 32 โดยนโยบาย 2 ลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยจากสถานการณ์ปัจจุบัน 1% นโยบาย 3 ลดระยะเวลาคอย 6% นโยบาย 4 ลดระยะเวลาคอย 16% และนโยบาย 5 ลดระยะเวลาคอย 23% ดังตารางที่ 7



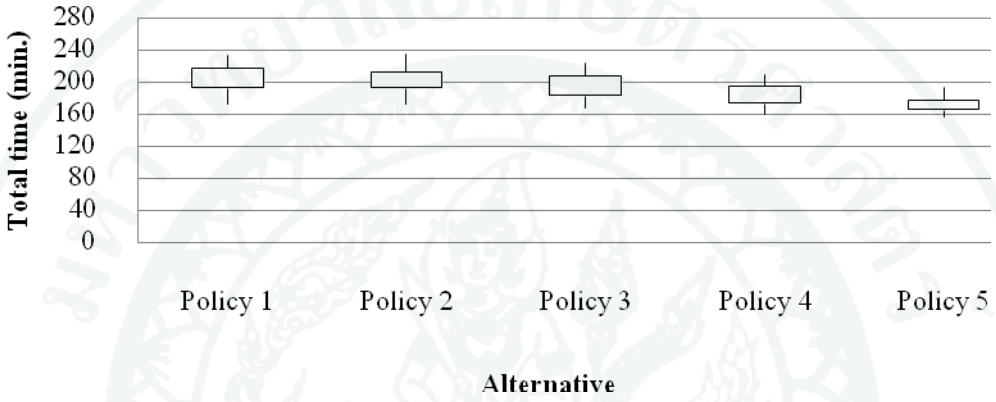
ภาพที่ 32 ระยะเวลาคอยของผู้ป่วยภายใต้นโยบายต่างๆที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ตารางที่ 7 สัดส่วนของระยะเวลาคอยทั้งหมดของนโยบายต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบาย 1 ที่จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

นโยบาย	ระยะเวลาคอยทั้งหมด (นาที)	Half Width ของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%	สัดส่วนการลดลงของระยะเวลาคอยทั้งหมดเทียบกับนโยบายหนึ่ง
1	133.90	3.33	-
2	132.07	3.00	-1%
3	125.30	3.33	-6%
4	112.62	2.29	-16%
5	102.99	1.59	-23%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า นโยบาย 5 สามารถระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยได้มากกว่านโยบายอื่น ดังภาพที่ 33 โดยนโยบาย 2 ลดระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพจากสถานการณ์ปัจจุบัน 1% นโยบาย 3 ลดระยะเวลาทั้งหมด 4% นโยบาย 4 ลดระยะเวลาทั้งหมด 11% และนโยบาย 5 ลดระยะเวลาทั้งหมด 16% ดังตารางที่ 8



ภาพที่ 33 ระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพภายใต้นโยบายต่างๆ จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ตารางที่ 8 สัดส่วนของระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพของนโยบายต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบาย 1 จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

นโยบาย	ระยะเวลาทั้งหมดในการตรวจสุขภาพ (นาที)	Half Width ของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%	สัดส่วนการลดลงของระยะเวลาทั้งหมดเทียบกับนโยบาย 1
1	205.94	3.37	-
2	203.84	3.10	-1%
3	197.11	3.36	-4%
4	184.25	2.47	-11%
5	173.45	1.74	-16%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า หากแบ่งระยะเวลาคอยทั้งหมดของผู้ป่วยออกเป็นช่วงเวลา ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีระยะเวลาคอยทั้งหมดอยู่ในช่วง 1 ถึง 3 ชั่วโมง ระยะเวลาคอยทั้งหมดในช่วงมากกว่า 2 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลง ระยะเวลาคอยทั้งหมดในช่วงน้อยกว่า 2 ชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามนโยบายต่างๆ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สัดส่วนของผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาคอยต่างๆ ของแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ระยะเวลาคอย (ชั่วโมง)	นโยบาย 1	นโยบาย 2	นโยบาย 3	นโยบาย 4	นโยบาย 5
น้อยกว่า 1	1%	1%	2%	2%	4%
1-2	44%	46%	54%	66%	76%
2-3	43%	43%	36%	29%	19%
3-4	11%	9%	7%	3%	1%
มากกว่า 4	2%	1%	1%	0%	0%

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า หากแบ่งระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพออกเป็นช่วงเวลา ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีระยะเวลาทั้งหมดอยู่ในช่วง 2 ถึง 4 ชั่วโมง ระยะเวลาทั้งหมดในช่วงมากกว่า 3 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลง ระยะเวลาคอยทั้งหมดในช่วงน้อยกว่า 3 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามนโบายต่างๆ ดังตารางที่ 10

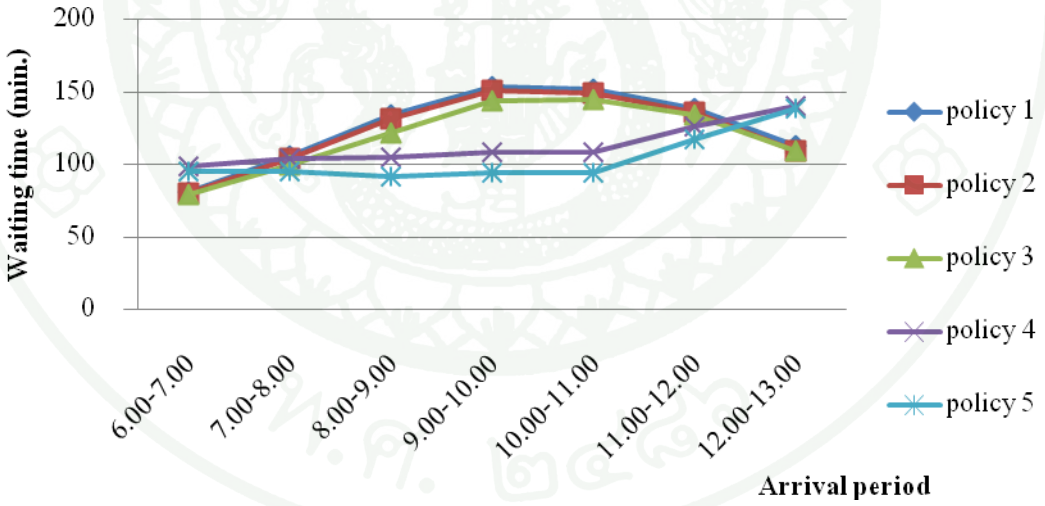
ตารางที่ 10 สัดส่วนของผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาทั้งหมดต่างๆ ของแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ระยะเวลาทั้งหมด (ชั่วโมง)	นโยบาย 1	นโยบาย 2	นโยบาย 3	นโยบาย 4	นโยบาย 5
น้อยกว่า 1	0%	0%	0%	0%	0%
1-2	2%	2%	2%	2%	4%
2-3	31%	32%	38%	47%	58%
3-4	41%	43%	39%	41%	33%
มากกว่า 4	26%	23%	21%	10%	5%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

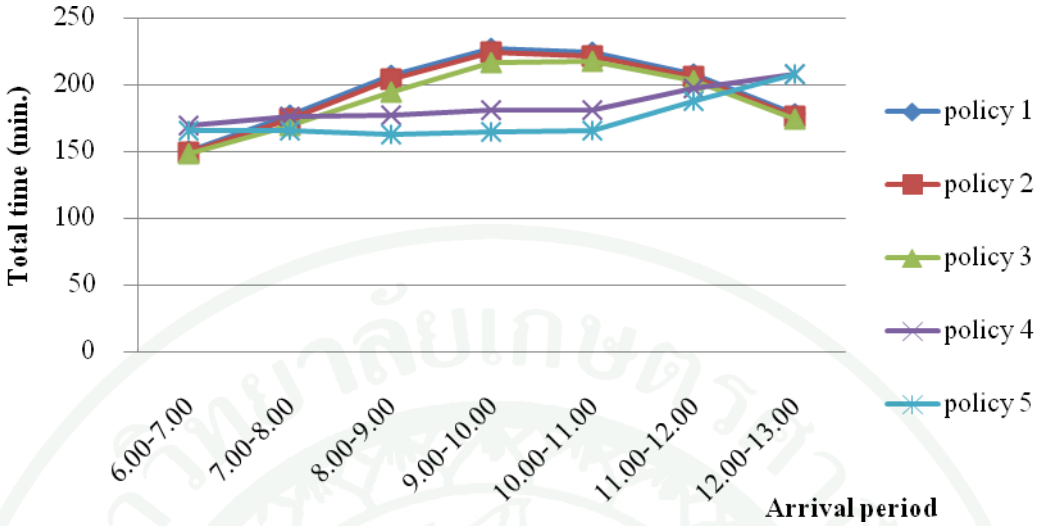
จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยตั้งแต่ 6.00-13.00 น. กับระยะเวลาคอยทั้งหมดของผู้ป่วย นโยบาย 1 ถึง นโยบาย 3 ช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วย 8.00-12.00 น. ผู้ป่วยมีระยะเวลาคอยเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณานโยบาย 4 และนโยบาย 5 พบว่า ตลอดช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยมีระยะเวลาคอยทั้งหมดแตกต่างกันน้อยลง ยกเว้นช่วงระยะเวลา 12.00-13.00 น. ที่ระยะเวลาคอยทั้งหมดสูงกว่าช่วงอื่นดังภาพที่ 34

จากตัวแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยจำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า เมื่อพิจารณาช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยตั้งแต่ 6.00-13.00 น. กับระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วย นโยบาย 1 ถึง นโยบาย 3 ช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วย 8.00-12.00 น. ผู้ป่วยมีระยะเวลาทั้งหมดเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่เมื่อพิจารณานโยบาย 4 และนโยบาย 5 พบว่า ตลอดช่วงระยะเวลาการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยมีระยะเวลาทั้งหมดแตกต่างกันน้อยลง ยกเว้นช่วงระยะเวลา 12.00-13.00 น. ที่ระยะเวลาคอยทั้งหมดสูงกว่าช่วงอื่น ดังภาพที่ 35



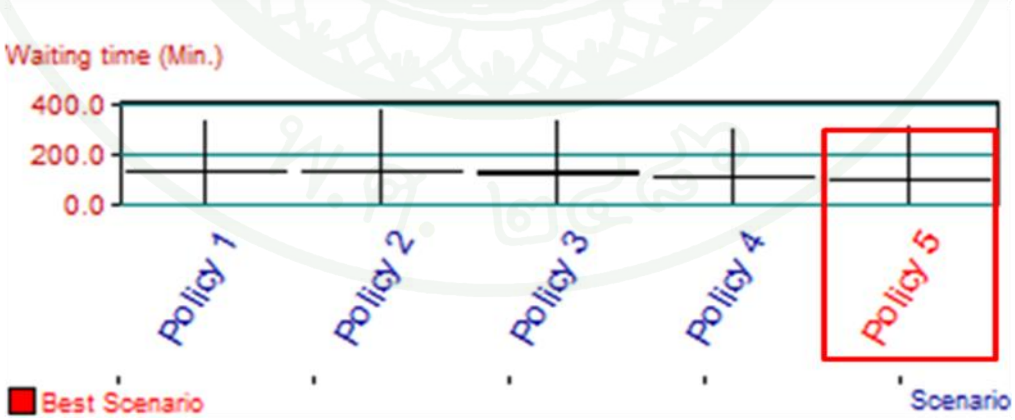
ภาพที่ 34 ช่วงระยะเวลาเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยกับระยะเวลาคอยทั้งหมดในแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 ช่วงระยะเวลาเข้ารับบริการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยกับระยะเวลาทั้งหมดในแต่ละนโยบาย จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

จากผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Arena ด้วยจำนวนรอบการทำซ้ำ 100 รอบ ระยะเวลาคอยทั้งหมดในแต่ละนโยบายถูกใช้เป็นข้อมูลในการเลือกระบบดีที่สุดในนโยบายทั้งหมดด้วยวิธี Select-the-Best พบว่านโยบาย 5 เป็นนโยบายที่ดีที่สุดใน 5 นโยบายที่ทางผู้วิจัยได้นำเสนอ ซึ่งนโยบาย 5 เป็นนโยบายที่ลดระยะเวลาคอยทั้งหมดได้มากกว่านโยบายอื่นอย่างมีนัยสำคัญภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 แผนภูมิการเลือกนโยบายที่ดีที่สุดด้วยวิธี Select-the-Best ภายใต้ความเชื่อมั่น 95% จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพด้วยโปรแกรม Arena จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ป่วยเข้ารับบริการเฉลี่ยต่อวันในช่วงระยะเวลาให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพ ตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 18.00 น. ในปัจจุบันมีผู้ป่วย 170 คน/วัน เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ป่วยในการเข้าตรวจสุขภาพเฉลี่ยต่อวัน พบว่า นโยบาย 5 สามารถรองรับผู้ป่วยในการเข้ารับบริการตรวจสุขภาพได้ถึง 190 คน/วัน ภายใต้ระยะเวลาคอยน้อยกว่า 2 ชั่วโมง ดังตารางที่11

ตารางที่ 11 ระยะเวลาคอยทั้งหมดเมื่อเปรียบเทียบนโยบาย 1 กับนโยบาย 5 ที่จำนวนผู้ป่วยเข้ารับบริการเฉลี่ยต่อวันต่างๆ จำนวนรอบทำซ้ำ 100 รอบ

จำนวนผู้ป่วยที่เข้าตรวจสุขภาพเฉลี่ยต่อวัน (คน)	นโยบาย 1 (นาที)	นโยบาย 5 (นาที)
170 (ปัจจุบัน)	133.90±3.33	102.99±1.59
180	144.53±3.08	109.46±2.36
190	153.98±2.99	116.59±2.42

จากการจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพ พบว่าทรัพยากรในการให้บริการผู้ป่วยในศูนย์ตรวจสุขภาพเมื่อมีการเปลี่ยนจากสถานการณ์ปัจจุบันให้เป็นตามนโยบาย 5 ทรัพยากรส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์ (Utilization) ในการให้บริการ เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการจึงทำให้อรรถประโยชน์ของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการตรวจสุขภาพต่างๆ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 12

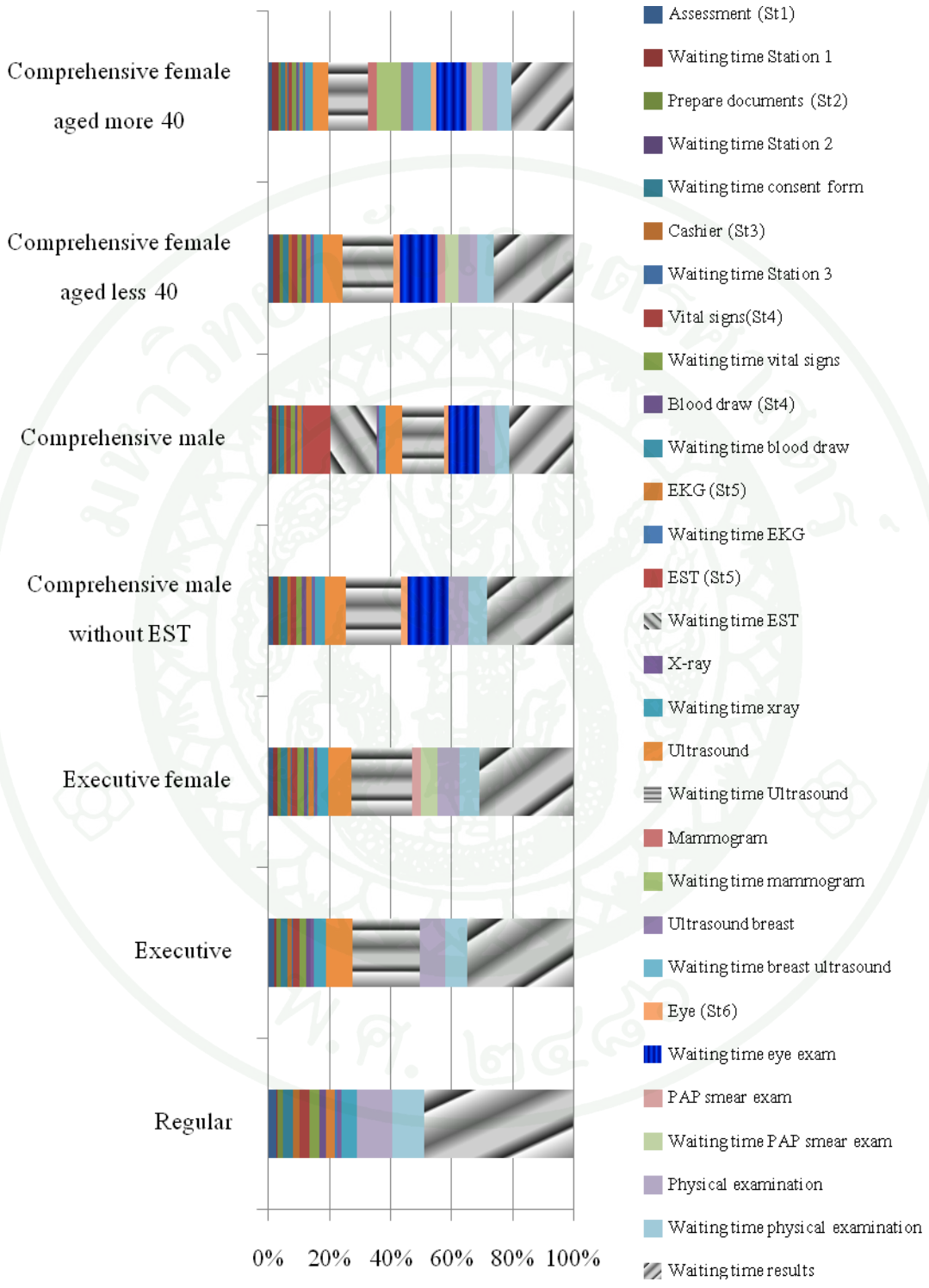
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 สัดส่วนของอรรถประโยชน์ของทรัพยากรต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพตามนโยบาย 1และนโยบาย 5

ทรัพยากร	นโยบาย 1 (%)	นโยบาย 5 (%)	สัดส่วนอรรถประโยชน์ที่เปลี่ยนแปลง
RN at station 1	29.93±0	30.93±1	1%
CA at station 2	16.23±0	16.39±0	0%
CA at station 3	24.18±1	24.27±0	0%
NA at vital signs	56.36±1	56.54±1	0%
NA at blood draw	38.36±1	38.39±1	0%
NA at EKG	40.39±1	40.32±1	0%
PN at EST	76.15±1	76.44±2	0%
Radiologist at ultrasound	68.42±1	65.60±1	-3%
Technician at x-ray	46.98±1	47.11±1	0%
Radiologist at mammogram	57.33±2	56.73±2	-1%
Physician	40.61±1	40.37±1	0%
Eye physician	37.86±1	38.08±1	0%
PAP physician	27.91±1	28.26±1	0%

จากแบบจำลองศูนย์ตรวจสุขภาพเมื่อแบ่งระยะเวลาทั้งหมดในการเข้ารับบริการของผู้ป่วยออกเป็นระยะเวลาในการตรวจสุขภาพต่างๆ กับระยะเวลาคอยในการตรวจสุขภาพและระยะเวลาคอยผลการตรวจสุขภาพ โดยผลการตรวจสุขภาพประกอบไปด้วยการผลเลือด ผลการตรวจทางรังสีวิทยา ซึ่งพบว่าระยะเวลาคอยผลการตรวจสุขภาพเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดในแต่ละแพ็กเกจ ซึ่งแพ็กเกจ Regular มีระยะเวลาคอยผลการตรวจมากกว่าแพ็กเกจอื่นๆ ดังภาพที่ 37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 สัดส่วนของระยะเวลาตรวจสุขภาพและระยะเวลาคอยของแพ็กเกจต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

ทุกนโยบายที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยได้ แต่การจะนำนโยบายต่างๆ ไปใช้จริงจำเป็น ต้องมีการประเมินผลดีผลเสียในระดับปฏิบัติการเพิ่มเติม

นโยบาย 2 ให้ผู้ป่วยทุกคนตรวจอัลตร้าซาวนด์เพียงครั้งเดียวสำหรับการตรวจช่องท้องทั้งหมด ซึ่งการประยุกต์ใช้นโยบายนี้ ศูนย์ตรวจสุขภาพต้องอธิบายถึงหลักการตรวจอัลตร้าซาวนด์ให้ทางผู้ป่วยเข้าใจก่อนว่าการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมด ผู้ป่วยจำเป็นต้องมีน้ำเต็มกระเพาะปัสสาวะ ดังนั้นทางศูนย์ตรวจสุขภาพจึงจำเป็นให้ผู้ป่วยทุกคนรับประทานน้ำอย่างน้อย 2 ขวดก่อนเข้ารับการตรวจอัลตร้าซาวนด์ เพื่อผู้ป่วยจะไม่ใช้เวลาในรับการตรวจอัลตร้าซาวนด์ถึงสองครั้ง และเป็นการช่วยลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยอีกด้วย

นโยบาย 3 ให้แพทย์ที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยให้บริการแบบมาก่อนได้ก่อน ซึ่งการประยุกต์ใช้นโยบายนี้ ศูนย์ตรวจสุขภาพต้องอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจว่าการที่ผู้ป่วยกำหนดแพทย์ที่จะทำการตรวจร่างกายและวินิจฉัยนั้น ผู้ป่วยอาจมีระยะเวลาคอยที่ค่อนข้างนาน เพราะแพทย์แต่ละท่านได้รับเคสที่ใช้เวลาในการให้บริการตรวจแตกต่างกัน และในขณะที่แพทย์ยังคงมีผู้ป่วยคนอื่นรออยู่อีกจำนวนมาก แต่ผู้ป่วยต้องตรวจร่างกายและวินิจฉัย ถ้าผู้ป่วยเลือกที่จะรับบริการตรวจกับแพทย์ที่ไม่มีผู้ป่วยตรวจสุขภาพอยู่หรือแพทย์ที่มีคิวผู้ป่วยน้อย ผู้ป่วยจะมีระยะเวลาการรอคอยน้อยลง และต้องอธิบายให้แพทย์เข้าใจด้วยว่าการปฏิบัติตามนโยบายนี้จะช่วยให้ระยะเวลาคอยของผู้ป่วยน้อยลง

นโยบาย 4 เปลี่ยนสัดส่วนการเข้ารับการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยตลอดช่วงการเปิดให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพให้เหมาะสม โดยทางโรงพยาบาลควรให้แรงจูงใจให้ผู้ป่วยนัดหมายล่วงหน้า เช่น ให้ของแถมหรือส่วนลดสำหรับช่วงระยะเวลาที่ต้องการให้ผู้ป่วยเข้ารับบริการเพิ่มขึ้น และกำหนดระยะช่วงระยะเวลาที่จะให้บริการสำหรับผู้ป่วยที่ไม่ทำการนัดหมายล่วงหน้าเพื่อเป็นการกระจายผู้ป่วยที่เข้ารับบริการศูนย์ตรวจสุขภาพให้เป็นไปตามสัดส่วนการเข้ารับบริการที่ดีที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ตัวแบบจำลองของศูนย์ตรวจสุขภาพเพียงพอที่จะทดแทนหรืออธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ในศูนย์ตรวจสุขภาพ สามารถประยุกต์ใช้เมื่อจำนวนของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการเปลี่ยนแปลงไปหรือมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยอื่นๆ จากนโยบายที่ทางผู้วิจัยนำเสนอทุกนโยบายสามารถลดระยะเวลาคอยของผู้ป่วยได้มากน้อยแตกต่างกันออกไป โดยนโยบาย 5 ซึ่งประกอบด้วยการให้ผู้ป่วยทุกคนตรวจอัลตร้าซาวนด์เพียงครั้งเดียว การให้แพทย์ที่จุดบริการตรวจร่างกายและวินิจฉัยให้บริการแบบมาก่อนได้ก่อน และการเปลี่ยนสัดส่วนการเข้ารับการตรวจสุขภาพของผู้ป่วยตลอดช่วงการเปิดให้บริการของศูนย์ตรวจสุขภาพให้เหมาะสมสามารถลดระยะเวลาคอยและระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยได้มากที่สุด รวมถึงลดสัดส่วนผู้ป่วยของระยะเวลาคอยและระยะเวลาทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาได้ และนโยบายต่างๆ สามารถลดความแตกต่างของระยะเวลาคอยและระยะเวลาทั้งหมดของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการตรวจสุขภาพของศูนย์ตรวจสุขภาพในช่วงเวลาแตกต่างกันได้ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานรวมถึงสัดส่วนการเข้ารับบริการของผู้ป่วยมีผลต่อระยะเวลาคอยทั้งหมดและระยะเวลาทั้งหมดด้วย และสามารถรองรับการเข้ารับบริการของผู้ป่วยได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ตัวแบบจำลองสถานการณ์ศูนย์ตรวจสุขภาพสามารถนำไปใช้ศึกษาต่อในการพัฒนาระบบของศูนย์ตรวจสุขภาพ เช่น ศึกษาเกี่ยวกับการจัดตารางงานของพนักงานและลำดับการเข้ารับบริการของผู้ป่วย การตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดสถานการณ์ปัจจุบันประกอบไปด้วยการตรวจโดยเจ้าหน้าที่รังสีวิทยาหนึ่งรอบแล้วรังสีแพทย์จึงตรวจซ้ำอีกรอบหนึ่ง ซึ่งการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดสามารถลดระยะเวลาคอยและระยะเวลาทั้งหมดโดยลดให้เหลือการตรวจเพียงรอบเดียว โดยไม่จำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่รังสีวิทยาตรวจก่อนหนึ่งรอบ แต่อาจเพิ่มรังสีแพทย์ให้ประจำแต่ละห้องตรวจและสามารถลดระยะเวลาในการส่งผลการตรวจอัลตร้าซาวนด์ช่องท้องทั้งหมดด้วย เนื่องจากแพทย์ไม่จำเป็นต้องเดินไปตรวจห้องอื่น ซึ่งเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับผู้ป่วยของศูนย์ตรวจสุขภาพได้มากขึ้น ซึ่งศูนย์ตรวจสุขภาพอื่นๆ สามารถนำตัวแบบจำลองนี้ไปใช้ศึกษาว่ามีปัจจัยใดที่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วจะมีผลกระทบต่อสิ่งที่ต้องการศึกษามากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบของศูนย์ตรวจสุขภาพให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2555. **กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ**. แหล่งที่มา: http://203.157.7.46 /home.jsp. 1 สิงหาคม 2555.

ไมโครซอฟท์. 2554. **Microsoft Amalga.** แหล่งที่มา: http://www.microsoft.com/en-us/microsofthealth/products/microsoft-amalga.aspx, 30 กรกฎาคม 2554.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2551. **คู่มือการสร้างตัวแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena**. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

โรงพยาบาลบีเอ็นเอช. 2555. **ศูนย์ตรวจสุขภาพ**. แหล่งที่มา: http://www.bnhhospital.com/th/medical_services/detail/ศูนย์ตรวจสุขภาพ, 1 สิงหาคม 2555.

โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. 2555. **ศูนย์ตรวจสุขภาพ.** แหล่งที่มา: http://www.bumrungrad.com/th/health-check-up-bangkok-thailand/package-test-descriptions, 1 สิงหาคม 2555.

โรงพยาบาลเวชธานี. 2555. **เจซีไอ**. แหล่งที่มา: http://www.vejthani.com/web- thailand/JCI_for_hospital.php, 3 กันยายน 2555.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2544. **การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล. 2555. **มาตรฐาน HA**. แหล่งที่มา: http://www.ha.or.th/ha2010/th/home/index.php, 3 กันยายน 2555.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2544. **การจำลองแบบปัญหา Simulation**. พิมพ์ครั้งที่ 1 ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัญชนา ณ ระนอง 2554. **ภาวะวิกฤตเศรษฐกิจกับการเป็นศูนย์กลางบริการด้านสุขภาพของประเทศไทย. วารสารพัฒนบริหารศาสตร์.** พิมพ์ปีที่ 51 ฉบับที่ 1.

Ahmed, M.A. and T.M. Alkhamis. 2008. Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait. **European Journal of Operational Research**. 198: 936–942.

Banks, J., J.S. Carson, B.L. Nelson and D.M. Nicol. 2009. **Discrete-event system simulation**. 5th ed. Pearson Education, Inc., United States of America.

Chern, C.C., P.S. Chien and S.Y. Chen. 2007. A heuristic algorithm for the hospital health examination scheduling problem. **European Journal of Operational Research.** 186: 1137-1157.

Montgomery, D.C. and G.C. Runger, 2003. **Applied Statistics and Probability for Engineers**. 3th ed. John Wiley & Sons, Inc., United States of America.

Kelton, W.D., R.P. Sadowski, and N.B. Swets. 2009. **Simulation with Arena**. 5th ed. McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore.

Rossetti., M.D. 2010. **Simulation Modeling and Arena**. John Wiley & Sons. Ltd., United States of America.

Weng, M.L. and A.A. Houshmand. 1999. "Healthcare simulation: A case study at local clinic". **In Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference,** edited by P.A. Farrington, H.B. Nembhard, D.T. Sturrock, and G.W. Evans, 1577-1584. Phoenix, AZ, USA.

Werker, G., A. Saure, J. French and S. Shechter. 2009. The use of discrete-event simulation modeling to improve radiation therapy planning processes. **Radiotherapy and Oncology.** 92: 76-82.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wijewickrama, A. and S. Takakuwa. 2005. “Simulation analysis of appointment scheduling in an outpatient department of internal medicine”. **In Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference,** edited by M.E. Kuhl, N.M. Steiger, F.B. Armstrong, and J.A. Joines, 2264-2273.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายธนญ วงศ์สัมมาชีพ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	11 สิงหาคม 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2551)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานทางวิชาการ	Thanon Wongsammacheep, Juta Pichitlamken and Waressara Weerawat. 2012. The discrete-event simulation model of a health screening center. **Lecture Notes in Management Science**. 4: 54-63.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	● ทุนโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา (สกอ.)-สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คลัสเตอร์การวิจัยด้านระบบโลจิสติกส์เพื่อการยกระดับการให้บริการสุขภาพและอนามัยของประเทศไทย ● ทุนผู้ช่วยสอนภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ปีการศึกษา 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์