

การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วย: กรณีศึกษา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

จิราวรรณ จันทรสุวรรณ*¹ นิกร ศิริวงศ์ไพศาล² และ วนัฐณพงษ์ คงแก้ว³
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
15 ถนนกาญจนวนิชย์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

Received: 24 January 2019; Revised: 12 February 2019; Accepted: 26 February 2019

บทคัดย่อ

ปัจจุบันโรงพยาบาลตระหนักถึงคุณภาพและการเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการ เพื่อรองรับการเข้ามาใช้บริการของผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วยในวันทำงาน (ตั้งแต่เวลา 00:30 น. ถึง 08:30 น.) กรณีศึกษา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ โดยประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม ProModel เพื่อวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพการขนย้ายผู้ป่วย ทั้งเวลาการรอคอยของผู้ป่วยที่รอรับบริการขนย้าย และอรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้าย นอกจากนี้ได้พิจารณาค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้ายร่วมด้วยในแต่ละทางเลือก ผลการศึกษาพบว่า ทางเลือกการลดเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 00:30 น. ถึง 06:30 น. และเพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 2 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31 น. ถึง 08:30 น. เป็นทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีอรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้ายเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 24 เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบลดลงร้อยละ 6 และเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในแถวคอยสำหรับผู้ป่วยในแต่ละระดับบริการลดลงร้อยละ 4.26 11.29 และ 9.79 ในกรณีคำนวณวิกฤติ ส่วนหักตอการและปกติ ตามลำดับ และมีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้ายลดลงจาก 1,005,531.20 บาทต่อปี เป็น 942,685.50 บาทต่อปี (คิดเป็นร้อยละ 6.25)

คำสำคัญ: ระบบบริการสุขภาพ, การจำลองสถานการณ์, แผนกขนย้ายผู้ป่วย

* Corresponding author. E-mail: jirawan.jansuwan@gmail.com

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Improving Service Performance of Transportation Department: A Case study of Songklanagarind Hospital

Jirawan Jansuwan^{*1} Nikorn Sirivongpaisal² and Wanatchapong Kongkaew³

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University
15 Karnjanavanit Rd., Hat Yai, Songkhla 90110 Thailand

Received: 24 January 2019; Revised: 12 February 2019; Accepted: 26 February 2019

Abstract

Nowadays, hospitals are aware of the quality of their services to provide an efficient assistance for patients. The purpose of this research is to improve the efficiency of patient transportation during working days (from 00:30 am to 08:30 am) through a case study of the Songklanagarind hospital. In this research, the simulation approach via ProModel Simulation software is applied to analyze the performance level of transferring the patients, including the waiting time of the patients for being carried by the porters and the utilization of porters. In addition, this research proposes the what-if scenario of the porter requirement to obtain a cost-effective operation. As a result, it showed that removing one porter at 00:30 am to 06:30 am and adding two porters at 6:31 am to 8:30 am played the best alternative regarding to the porter utilization and the number of patients waiting for service. The porter utilization was increased by 24 percent. Moreover, the average time of the patients in system was decreased by 6 percent, and the average time that patients waiting to be served was decreased by 4.26, 11.29, and 9.79 percent in emergency, urgent and regular case, respectively. In the other hand, in term of porter salary, the payroll can be reduced from 1,005,531.20 baht per year to 942,685.50 baht. (decreased by 6.25 percent)

Keywords: Healthcare System, Simulation, Patient Transportation

* Corresponding author. E-mail: jirawan.jansuwan@gmail.com

¹ Logistics and Supply Chain Engineering in Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

² Associate Professor in Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

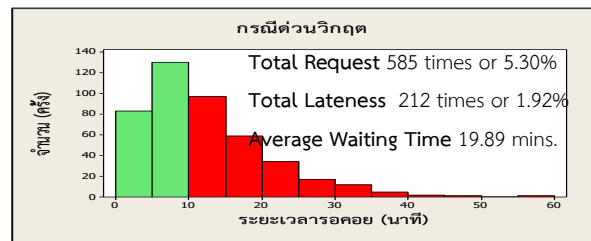
³ Assistant Professor in Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

1. บทนำ

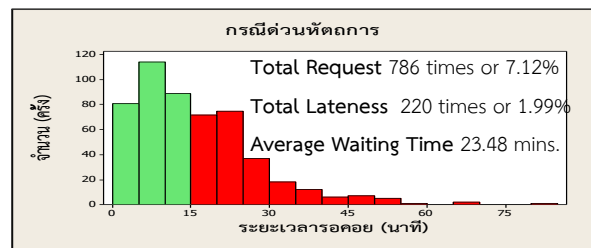
ในปัจจุบันโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาล ได้ตระหนักถึงคุณภาพและการเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการ เพื่อสามารถรองรับการเข้ามาใช้บริการของผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุก ๆ ช่วงเวลา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ [1] เป็นศูนย์กลางทางการแพทย์ของรัฐบาลที่ใหญ่ที่สุดในภาคใต้และได้รับการรับรองคุณภาพระดับสูง (Advanced Hospital Accreditation: AHA) ทำให้มีประชาชนจำนวนมากเข้ามาใช้บริการอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการครองเตียงมากกว่าร้อยละ 85 ตลอดทั้งปี ทำให้หลาย ๆ ครั้ง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีเวลาการรอคอยของผู้ป่วยที่ยาวนาน การรอคอยเกิดขึ้นในทุก ๆ หน่วยบริการ ตั้งแต่การลงทะเบียน ทำบัตร การซักประวัติ การตรวจรักษาโดยแพทย์ การตรวจที่ห้องห้องปฏิบัติการ (Lab) ห้องเอ็กซเรย์ (X-ray) การรับยา หรือแม้กระทั่งการรอคอยเพื่อรับบริการขนย้ายผู้ป่วย ในปัจจุบันการให้บริการขนย้ายของแผนกขนย้ายผู้ป่วย มี 2 ระดับด้วยกัน คือ 1) การขอใช้บริการขนย้ายกับเจ้าหน้าที่ขนย้ายประจำจุด และ 2) การขอใช้บริการขนย้ายผ่านระบบสารสนเทศของแผนกขนย้าย ปัญหาการรอคอยเพื่อรับบริการขนย้ายเกิดขึ้นกับระบบที่สอง เนื่องจากความต้องการขนย้ายที่ไม่แน่นอนและกระจายทั่วทั้งโรงพยาบาล ทำให้การบริหารจัดการอัตรากำลังคนหรือเจ้าหน้าที่ขนย้าย (คนเปล) เป็นไปค่อนข้างยาก

แผนกขนย้ายผู้ป่วยมีการแบ่งช่วงเวลาหรือกะการทำงานออกเป็น 3 กะ คือกะเช้า (08:31 น. ถึง 16:30 น.) กะบ่าย (16:31 น. ถึง 00:30 น.) และกะดึก (00:30 น. ถึง 08:30 น.) และจากข้อมูลในปีงบประมาณ 2559 ที่ผ่านมา การให้บริการขนย้ายผู้ป่วยในช่วงกะดึกของวันทำงาน เป็นหนึ่งในปัญหาการรอคอยที่ต้องได้รับเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ แม้ว่าช่วงเวลาดึกมีปริมาณการเรียกใช้บริการที่น้อยกว่าช่วงเวลาอื่น แต่โรงพยาบาลจำเป็นต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเพื่อรองรับการเรียกใช้ทั้งการเรียกใช้ของผู้ป่วยวิกฤต ผู้ป่วยฉุกเฉิน และผู้ป่วยทั่วไป จากปริมาณการขอใช้บริการขนย้ายผู้ป่วยจำนวน 11,035 ครั้ง ในปีงบประมาณ 2559 พบว่าแผนกขนย้ายผู้ป่วยไม่สามารถให้บริการได้ในเวลาประกัน (เวลาที่ทางแผนกสัญญาว่าจะให้บริการผู้ป่วยกรณี ด่วนวิกฤต ด่วนหัตถการ และปกติ ไม่

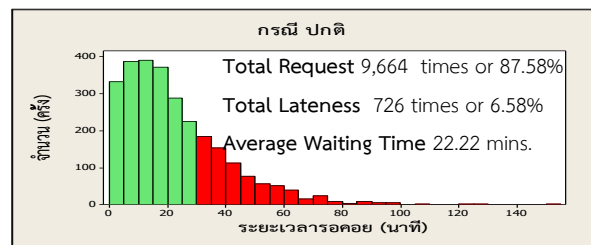
เกิน 10, 15 และ 30 นาที ตามลำดับ นับจากเวลานัดหมาย) เป็นจำนวน 1,158 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 10.49 มีจำนวนการเรียกใช้บริการ จำนวนการขนย้ายที่เกินเวลาประกันและระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ย ในกรณีด่วนวิกฤต ด่วนหัตถการ และปกติ ตามลำดับ ดังรูปที่ 1 ความล่าช้าในการรอรับบริการหรือแฉะคองที่เกิดขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ป่วย จึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงกระบวนการทำงานของแผนกขนย้ายผู้ป่วย



(ก) กรณีด่วนวิกฤต



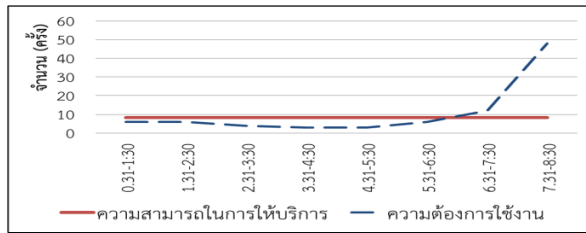
(ข) กรณีด่วนหัตถการ



(ค) กรณีปกติ

รูปที่ 1 ระยะเวลาการรอคอยการขนย้ายนอกเวลาประกันตามระดับบริการ (นาที)

จากความร่วมมือในการเก็บรวบรวมสาเหตุปัญหาของเจ้าหน้าที่ขนย้ายเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า มีปัญหาการรอคอยในช่วงกะดึกเกิดขึ้น 289 ครั้ง และสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถให้บริการได้ทันเวลาประกันร้อยละ 71.39 มาจากเจ้าหน้าที่ขนย้ายไม่เพียงพอในช่วงก่อนเปลี่ยนผลัดเช้า (06.30-08.30) เนื่องมาจากเข้ามาใช้บริการของผู้ป่วยนอกและการนัดทำหัตถการในช่วงเวลาเช้า ดังรูปที่ 2

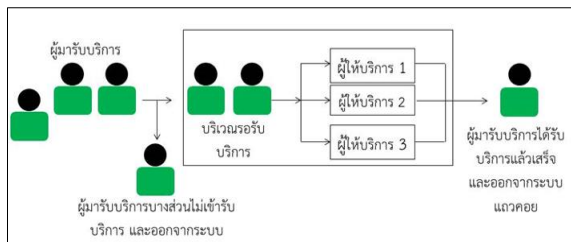


รูปที่ 2 ความต้องการใช้งานแผนกชนยัยผู้ป่วย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory)

ในปัจจุบันเรื่องของการเข้าแถวคอย เป็นเรื่องปกติที่พบเห็นได้ทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน [2] โดยทั่วไปของระบบแถวคอยที่เกิดขึ้น จะมีผู้มารับบริการ (Arriving customer) หรือลูกค้า (Customer) เข้ามาในระบบแถวคอย (System) เมื่อผู้มารับบริการมาถึงและไม่ได้รับบริการทันที ดังนั้น ผู้มารับบริการจะต้องรอในบริเวณรอรับบริการ (Waiting line) เพื่อรอรับบริการจากผู้ให้บริการ (Server) และเมื่อผู้มารับบริการได้รับบริการจนเสร็จ จะออกจากระบบ (Departing customer) แต่ในบางที่ระบบเต็ม ไม่มีสถานที่ให้คอยก็จะส่งผลให้ผู้มารับบริการบางส่วนไม่เข้ารับบริการ และออกจากระบบ (Balking customer) ทำให้เกิดการสูญเสียลูกค้าเกิดขึ้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบแถวคอย [2]

การศึกษาระบบแถวคอยได้รับการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบขององค์กรต่าง ๆ มากมาย [3] ทั้งองค์กรที่มีลักษณะงานเป็นกระบวนการผลิต เช่น โรงงานอุตสาหกรรม และงานที่เป็นลักษณะงานบริการ เช่น โรงพยาบาล ธนาคาร โรงภาพยนตร์ การชำระค่าบริการต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) [4] เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่าง ๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์ โดยการใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต และจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ [5] พบว่าสิ่งสำคัญของการจำลองสถานการณ์คือตัวแบบจำลองที่มีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

[6] ได้จำลองระบบปัญหาแถวคอยและสถานการณ์ทางเลือกด้วยโปรแกรม Arena เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ผลการศึกษาพบว่า เพิ่มพยาบาล ณ จุดซักประวัติ 1 คน ในช่วงเช้าของวันจันทร์ถึงวันพฤหัสบดีและวันศุกร์ ทำให้เวลารอรับบริการเฉลี่ยรวมของผู้ป่วยลดลงร้อยละ 27.73 และ 31.79

[7] ได้เสนอวิธีการปรับปรุงการบริการ โดยวิธีการศึกษาการทำงาน แถวคอยและการจำลองแบบปัญหา โดยการรวมงานและเพิ่มช่องเวชระเบียนกับการตรวจสอบสิทธิเพิ่มสถานีคัดกรอง และการปรับปรุงแถวคอยเป็นแถวคอยเดี่ยว ทำให้สามารถให้บริการผู้ป่วยได้เร็วขึ้น ร้อยละ 61.71

[8] ได้ศึกษาและสร้างแบบจำลองเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งผู้ป่วยบนโปรแกรม Arena ผลการเลือกใช้แบบจำลองทำให้ KPI ของโรงพยาบาลดีขึ้น ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนกะการทำงานของคนเปล ปรับปรุงเวลาตอบสนอง และการระบุจำนวนงานของบริการการใช้คนเปล 2 คนใหม่ ในโรงพยาบาล North York ทำให้อรอบการหมุนของเวลาเฉลี่ยลดลงจาก 39.31 นาที เหลือ 23.38 นาที

[9] ได้พัฒนาแบบจำลองคอมพิวเตอร์แบบไม่ต่อเนื่องเพื่อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคลินิกด้านมของสถาบันมะเร็ง ประเทศบราซิล ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือ การจัดอัตราการเข้ารับบริการของผู้ป่วย ของคลินิก 1 คือ 29 นาทีต่อผู้ป่วย 1 คน (ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจเต้านม 1 เครื่อง มีช่างเทคนิค 1 ถึง 3 คน และแพทย์ 1 คน) และคลินิก 2 คือ 21 นาทีต่อผู้ป่วย 1 คน (อุปกรณ์ตรวจเต้านม 2 เครื่อง มีช่างเทคนิค 1 ถึง 4 คน และแพทย์ 1 คน)

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การจัดการปัญหาที่อยู่ในนอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น การจำลองสถานการณ์ [5] จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของระบบ และช่วยหาทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในความผิดพลาดได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการบริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วยในช่วงเวลาติด ด้วยการจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขนย้ายให้สอดคล้องกับการเข้ามาใช้บริการของผู้ป่วย โดยนำหลักการจำลองสถานการณ์ และทฤษฎีแถวคอย เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาได้อีกทางด้วย

3. ขั้นตอนการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

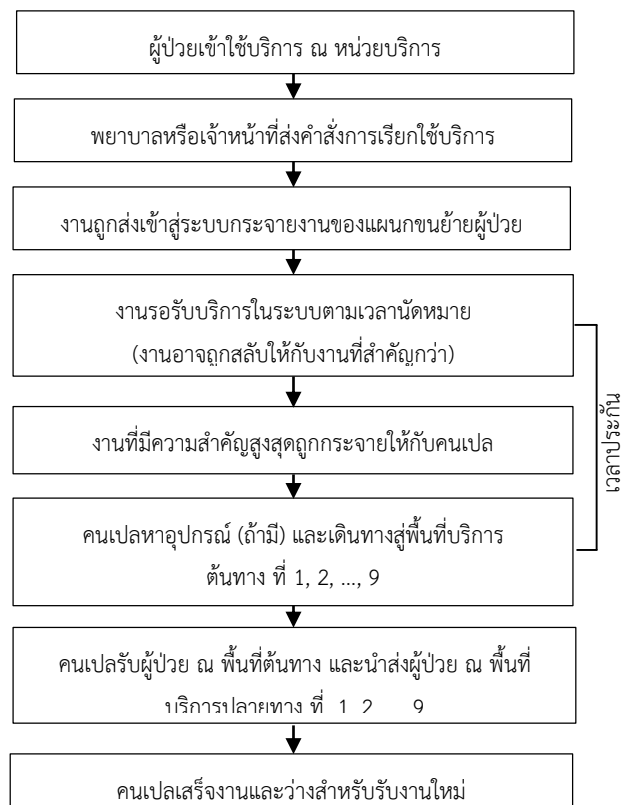
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการศึกษา สํารวจ และรวบรวมข้อมูล กระบวนการทำงานในปัจจุบัน โดยการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกและการสังเกตการปฏิบัติงานกับทางหัวหน้าแผนก หัวหน้าผู้ปฏิบัติงาน และคนเปล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี ในปีงบประมาณ 2559 จากระบบฐานข้อมูลของโรงพยาบาล จำนวน 11,035 ข้อมูล

3.1.1 สภาพปัจจุบันของแผนกขนย้ายผู้ป่วย

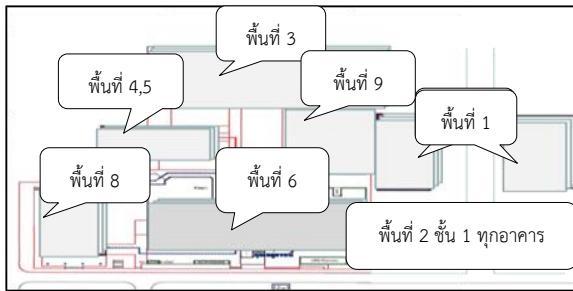
แผนกขนย้ายผู้ป่วยมีกระบวนการการให้บริการดังนี้ เริ่มต้นจากผู้ป่วยเข้ามา ณ หน่วยบริการ จากนั้นพยาบาลหรือเจ้าหน้าที่จะพิจารณาผู้ป่วยตามระดับความจำเป็นในการเรียกใช้บริการ โดยใช้คำสั่งด่วนวิกฤตเมื่อผู้ป่วยอยู่ในภาวะสุ่มเสี่ยงหรืออาจเป็นอันตรายต่อชีวิต ใช้คำสั่งด่วนหัตถการเมื่อผู้ป่วยต้องพบแพทย์ในกลุ่มโรคที่กำหนดและส่งคำสั่งปกติเมื่อผู้ป่วยไม่เข้าข่ายสองกรณีก่อนหน้า พร้อมทั้งพิจารณาประเภทการให้บริการที่มี 9 รูปแบบ คือ (1) ขอนเปล (2) ขอรถนั่งพร้อมคนเปล (3) ขอรถนั่งเปล (4) ขอรถนั่งพร้อมเสาน้ำเกลือ (5) ขอเปลนอนพร้อมคนเปล (6) ขอเปลนอนพิเศษ (7) ขอรถเปลเปล (8) ขอนเปลรับรถนั่ง และ (9) ขอนเปลรับเปลนอน แล้วส่งคำสั่งการเรียกใช้บริการไปยังระบบสารสนเทศแผนกขนย้ายผู้ป่วย จากนั้นระบบสารสนเทศจะทำการรับคำสั่งและกระจายงานผ่านวิทยุสื่อสารไปยังคนเปลที่อยู่ใกล้ผู้ป่วยที่สุด ซึ่งการ

ปฏิบัติงานของคนเปลมีการหมุนเวียนไปแบบพลวัต กล่าวคือคนเปลสามารถรับผู้ป่วยจากหน่วยบริการหนึ่งไปส่งอีกหน่วยบริการหนึ่งและสามารถรับงานใหม่ได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องกลับมาถึงจุดเริ่มต้น ถ้าหากไม่มีงานคนเปลจะกลับมาถึงจุดเริ่มต้น เมื่อคนเปลรับงานจะดำเนินการหาอุปกรณ์ (ถ้ามี) และเดินทางไปรับผู้ป่วย ณ พื้นที่บริการต้นทางและนำส่งผู้ป่วย ณ พื้นที่บริการปลายทาง ดังรูปที่ 4

แผนกขนย้ายผู้ป่วยมีการแบ่งพื้นที่บริการออกเป็น 9 พื้นที่ ดังนี้ (1) ให้บริการตึกฉุกเฉิน (2) ให้บริการแผนกผู้ป่วยนอก (3) ให้บริการตึกกระดูก เอ็กซเรย์(4) ให้บริการหอผู้ป่วยอายุรกรรม - ศัลยกรรม (5) ให้บริการห้องตรวจผู้ป่วยอายุรกรรม - ศัลยกรรม (6) ให้บริการตึกนรีเวช (7) ตึกใหม่ (ยังไม่เปิดให้บริการ) (8) ให้บริการหอผู้ป่วย และ (9) ให้บริการผู้ป่วยวิกฤต (CCU, Med-ICU, Sur-ICU) ดังรูปที่ 5 โดยการให้บริการผ่านระบบสารสนเทศในช่วงกะดึกของวันทำงาน ของแผนกขนย้ายผู้ป่วยมีการจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขนย้าย และอุปกรณ์ ดังตารางที่ 1



รูปที่ 4 กระบวนการการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วย



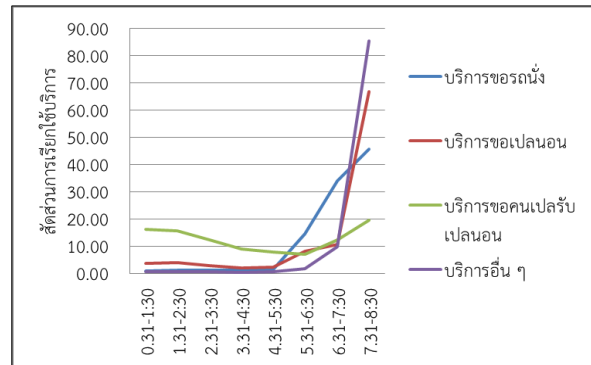
รูปที่ 5 พื้นที่บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วย

ตารางที่ 1 การจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขนย้ายและอุปกรณ์

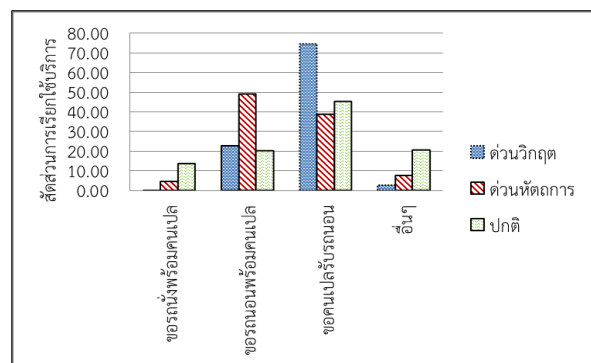
แผนในปัจจุบัน	พื้นที่เริ่มต้น	จำนวน
หัวหน้าชุดสั่งการในระบบสารสนเทศ	ประจำการพื้นที่ 1	1 คน
เจ้าหน้าที่ขนย้ายในช่วงกะดึก	พื้นที่ 1	4 คน
รถนั่ง	พื้นที่ 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	3, 6, 7, 6, 8, 14, 0 คัน ตามลำดับ
เปลนอน	พื้นที่ 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9	3, 6, 10, 8, 19, 8, 2 คัน ตามลำดับ

3.1.2 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า

จากการศึกษาข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล จำนวน 11,035 ข้อมูล สามารถวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) และการหาค่าการแจกแจงทางสถิติของข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Stat:Fit ในโปรแกรม ProModel พบว่า แผนกขนย้ายผู้ป่วยมีจำนวนผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการแบบปัวซอง (Poisson distribution) ในบริการรถนั่ง บริการรถเข็น บริการรถคนเปรี๊นเปลนอนและบริการอื่น ๆ เป็นจำนวน 4 8.28 24.3 4 คนต่อกะดึก ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนการเรียกใช้บริการในแต่ละชั่วโมงแตกต่างกันตามประเภทบริการ แต่ในทุกประเภทบริการจะมีสัดส่วนการเรียกใช้เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 6:31 น. ถึง 7:30 น. และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงเวลา 7:31 น. ถึง 8:30 น. ดังรูปที่ 6 การขอใช้บริการในแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกันไปตามระดับบริการ ดังรูปที่ 7 ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ (ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยจากพื้นที่ต้นทางไปยังพื้นที่ปลายทาง โดยรวมระยะเวลาการเดินทางพร้อมอุปกรณ์ (ถ้ามี) การรอลิฟต์ และการใช้ลิฟต์) ดังตารางที่ 2



รูปที่ 6 สัดส่วนการเรียกใช้บริการในแต่ละชั่วโมงแบ่งตามประเภทบริการ



รูปที่ 7 สัดส่วนการเรียกใช้บริการแบ่งตามประเภทบริการและระดับบริการ

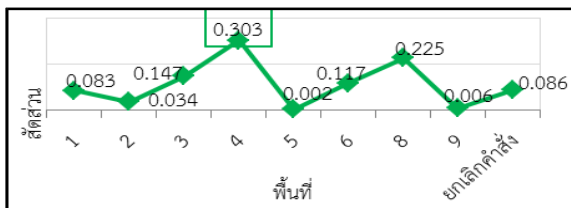
ตารางที่ 2 ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ (นาที)

จาก/ไป	1	2	3	4	5	6	8	9
1	2*	6	11	14	10	12	14	13
2	7	5*	5	9	9	9	10	8
3	11	8	8*	8	9	9	11	11
4	9	9	10	11*	8	17	11	13
5	13	9	8	6	6*	9	9	12
6	12	9	9	10	12	10*	12	14
8	11	9	11	11	11	12	7*	13
9	16	9	16	15	7	14	10	5*

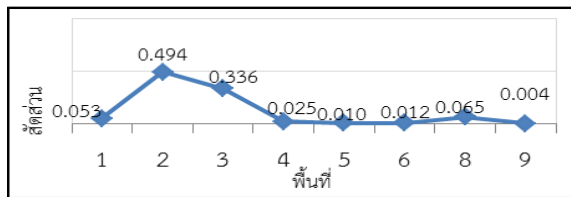
หมายเหตุ* ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยระหว่างแผนกหรือหน่วยบริการภายในพื้นที่เดียวกัน (ระยะเวลาการเดินทางเฉลี่ยภายในพื้นที่ 4 มีค่ามากกว่าต่างพื้นที่ เนื่องจากมีระยะเวลาการรอและใช้ลิฟต์มากกว่าพื้นที่อื่น)

การขอใช้บริการแผนกขนย้ายผู้ป่วยในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์จะมีพฤติกรรมแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทบริการ ยกตัวอย่างเช่น สัดส่วนการเรียกใช้บริการรถนั่งมีสูงสุดในพื้นที่ต้นทางที่ 4 ที่ 0.303 ดังรูปที่ 8 (ก) และจากพื้นที่ต้นทางที่ 4 มีสัดส่วนการเดินทางส่วน

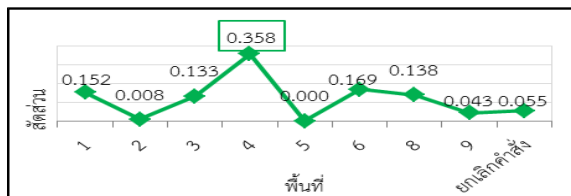
ใหญ่ไปยังพื้นที่ปลายทาง 2 และ 3 ที่ 0.494 0.336 ตามลำดับ ดังรูปที่ 8 (ข) เช่นเดียวกับสัดส่วนการเรียกใช้บริการขอเปลนอนมีสูงสุดในพื้นที่ต้นทางที่ 4 ที่ 0.358 ดังรูปที่ 9 (ก) และจากพื้นที่ต้นทางที่ 4 มีสัดส่วนการเดินทางส่วนใหญ่ไปยังพื้นที่ปลายทาง 3 ที่ 0.522 ดังรูปที่ 9 (ข) หรือสัดส่วน การเรียกใช้บริการขอคนเปลรับรณอนมีสูงสุดในพื้นที่ต้นทางที่ 1 ที่ 0.371 ดังรูปที่ 10 (ก) และจากพื้นที่ต้นทางที่ 1 มีสัดส่วนการเดินทางส่วนใหญ่ไปยังพื้นที่ปลายทาง 1 ที่ 0.677 ดังรูปที่ 10 (ข) เป็นต้น



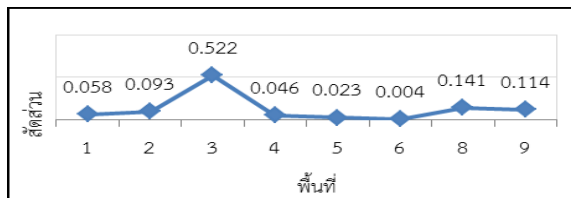
(ก) สัดส่วนการเรียกใช้บริการของพื้นที่ต้นทาง บริการขอรถนั่ง



(ข) สัดส่วนการเดินทางจากพื้นที่ต้นทางที่ 4 ไปยังพื้นที่ปลายทางต่างๆ บริการขอรถนั่ง

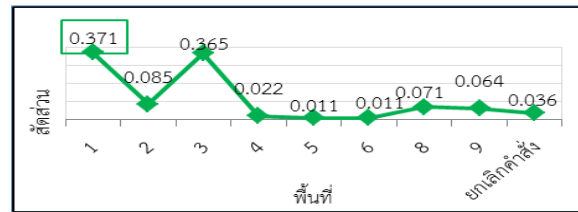


(ก) สัดส่วนการเรียกใช้บริการของพื้นที่ต้นทาง บริการขอเปลนอน

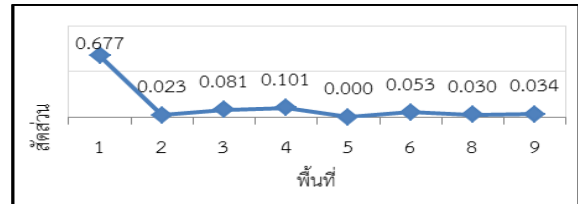


(ข) สัดส่วนการเดินทางจากพื้นที่ต้นทางที่ 4 ไปยังพื้นที่ปลายทางต่างๆ บริการขอเปลนอน

รูปที่ 9 สัดส่วนการเดินทางระหว่างพื้นที่ บริการขอเปลนอน



(ก) สัดส่วนการเรียกใช้บริการของพื้นที่ต้นทาง บริการขอคนเปลรับรณอน



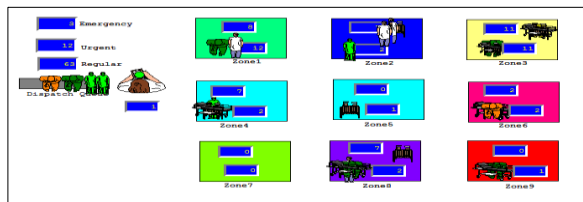
(ข) สัดส่วนการเดินทางจากพื้นที่ต้นทางที่ 1 ไปยังพื้นที่ปลายทางต่างๆ บริการขอคนเปลรับรณอน

รูปที่ 10 สัดส่วนการเดินทางระหว่างพื้นที่ บริการขอคนเปลรับรณอน

3.2 การพัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel

การพัฒนาแบบจำลองระบบการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วย บนโปรแกรม ProModel นั้น เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน โดยการพัฒนาแบบจำลอง เริ่มตั้งแต่การเข้ามาของผู้ป่วย ณ จุดรอกระจาย (Dispatch queue) จากนั้นผู้กระจายงานในระบบสารสนเทศจะกระจายงานตามระดับความสำคัญ (ความเร่งด่วนและการให้บริการแบบมาก่อนได้ก่อน (First-Come, First-Served: FCFS) ให้กับเจ้าหน้าที่ขนย้าย และเจ้าหน้าที่ขนย้ายดำเนินการให้บริการขนย้ายจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง ดังรูปที่ 11 และเพื่อความถูกต้องของแบบจำลอง จึงได้ทำการทวนสอบ (Verification) โดยการตรวจสอบความถูกต้องจากภาพเคลื่อนไหวและจากคำสั่ง “Trace” นอกจากนั้นยังได้รับรองความน่าเชื่อถือ(Validation) โดยการเปรียบเทียบหนึ่งในตัวชี้วัดคือ เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบของสถานการณ์จริงกับสถานการณ์จำลอง (จำนวน 60 ข้อมูล) จาก 2 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนของสองประชากร (2-Variance Test) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$ ซึ่งกำหนดสมมติฐานให้ H_0 เท่ากับข้อมูลมีความแปรปรวนที่ไม่แตกต่างกัน และ H_1 เท่ากับข้อมูลมีความแปรปรวนที่แตกต่างต่างกัน ผลจากการทดสอบพบว่า ค่า P-Value = 0.178 ซึ่งมีค่ามากกว่า

$\alpha=0.05$ จึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับ $\alpha=0.05$ และ (2) การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยของสองประชากร (2-Sample t-Test) ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha=0.05$ ซึ่งกำหนดสมมติฐานให้ H_0 เท่ากับตัวแบบสามารถเป็นตัวแทนระบบจริง และ H_1 เท่ากับตัวแบบไม่สามารถเป็นตัวแทนระบบจริง ผลจากการทดสอบทดสอบพบว่า P-Value = 0.482 มีค่ามากกว่า 0.05 จึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$



รูปที่ 11 แบบจำลองด้วยโปรแกรม ProModel

เมื่อตัวแบบสามารถเป็นตัวแทนของระบบจริง จึงทำการหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการประมวลผลแบบจำลอง เพื่อให้ข้อมูลหรือเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง และแม่นยำด้วย ดังสมการที่ 1 [10] โดยแทนค่า จำนวนครั้งการประมวลผลแบบจำลองครั้งแรก (R) เท่ากับ 10 รอบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มข้อมูลหรือ S_0 เท่ากับ 2.17 นาที ค่าขอบเขตของความคลาดเคลื่อน 6% ($\epsilon = 1.62$) และค่าความเชื่อมั่นที่ 95% ($t_{0.025} = 2.042$) เมื่อทำการคำนวณแล้ว พบว่าจำนวนรอบที่เหมาะสมในการประมวลผลแบบจำลองทั้งหมด 8 รอบ ซึ่งเพียงพอแล้วในการประมวลผลครั้งแรก

$$R \geq \left[\frac{t_{1-\frac{\alpha}{2}, R-1} (S_0)}{\epsilon} \right]^2 \quad (1)$$

3.3 วิเคราะห์ผลจากแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบัน

จากผลการจำลองสถานการณ์ โดยมีจำนวนรอบการประมวลผลของโปรแกรม ProModel ทั้งหมด 10 รอบ สามารถสรุปผลตามตัวชี้วัดได้คือ ในกรณีผู้ป่วยด่วนวิกฤต และผู้ป่วยด่วนหัตถการ ผู้ป่วยมีเวลาเฉลี่ยการรอคอยเพื่อรับบริการที่ 20.42 และ 24.71 นาที ตามลำดับ ซึ่งเกินระยะเวลาประกันที่ทางแผนกวางไว้ คือ 10 และ 15 นาที

ตามลำดับ เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบและอัตราการใช้ประโยชน์ของเจ้าหน้าที่ขนย้าย ดังตารางที่ 3 สำหรับอัตราการใช้ประโยชน์ของเจ้าหน้าที่ขนย้าย ในงานวิจัยนี้คิดเฉพาะงานขนย้ายผู้ป่วยผ่านระบบสารสนเทศเท่านั้น ไม่รวมการทำงานอื่น เช่น การเก็บอุปกรณ์กลับมายังจุดจอด การซ่อมแซมอุปกรณ์ การเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้งาน หรือการทำความสะอาดอุปกรณ์ เป็นต้น

ตารางที่ 3 ผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด	ผลการดำเนินงาน
เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยรอคอย (นาที)	
1. กรณีด่วนวิกฤต	20.42
2. กรณีด่วนหัตถการ	24.71
3. กรณีปกติ	22.89
เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ (นาที)	27.00
อัตราการใช้ประโยชน์ของคนเปล (%)	69.60

สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนในปัจจุบัน แผนกขนย้ายผู้ป่วย มีเจ้าหน้าที่ขนย้ายผู้ป่วยทั้งหมด 63 คน มีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่รวม 867,765 บาทต่อเดือน ซึ่งโดยปกติเจ้าหน้าที่จะทำงานเฉลี่ย 20 วันต่อเดือน วันละ 8 ชั่วโมง นั่นคือ แผนกขนย้ายผู้ป่วยมีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ 86.09 บาทต่อคนต่อชั่วโมง จากการคำนวณค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ที่ขนย้ายในช่วงกะดึกจำนวน 4 คน พบว่า ปัจจุบันแผนกขนย้ายผู้ป่วยมีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ในช่วงกะดึกที่ 2,754.88 บาทต่อกะดึก หรือ 1,005,531.20 บาทต่อปี

3.4 การกำหนดแนวทางปรับปรุง

การประยุกต์ใช้โปรแกรม ProModel จะช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการปรับปรุงงาน ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ อรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้าย เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในแถวคอยของผู้ป่วยในแต่ละระดับบริการ และค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้าย เป็นตัวชี้วัดของแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วยในช่วงกะดึกของวันทำงาน โดยมีทางเลือกที่เหมาะสมในการปรับปรุงคือ การเปลี่ยนแปลงแผนการจัดอัตรากำลัง

เจ้าหน้าที่ขนย้าย ดังตารางที่ 4 เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้งานในแต่ละชั่วโมง จากรูปที่ 2 ข้างต้น

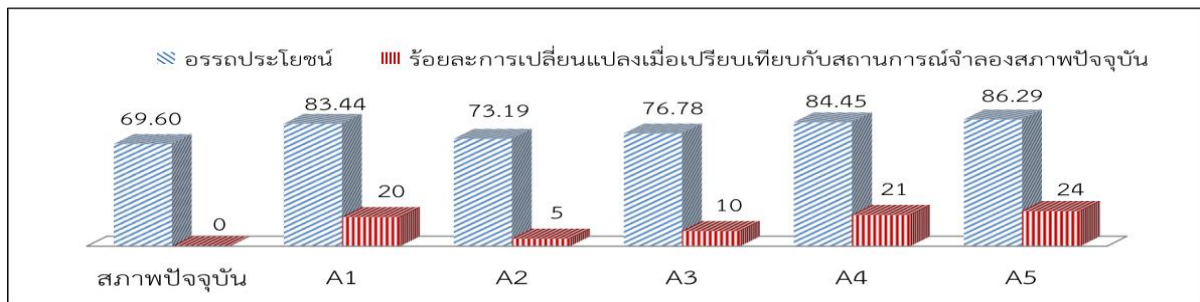
ตารางที่ 4 สถานการณ์ทางเลือกเพื่อการปรับปรุง

สถานการณ์จำลอง	แผนการจัดอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ขนย้าย
A1	ลดเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 00:30 – 06:30
A2	เพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31 – 08:30
A3	เพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 2 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31 – 08:30
A4	ลดเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 00:30 – 06:30 และ เพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31 – 08:30
A5	ลดเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 00:30 – 06:30 และ เพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 2 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31 – 08:30

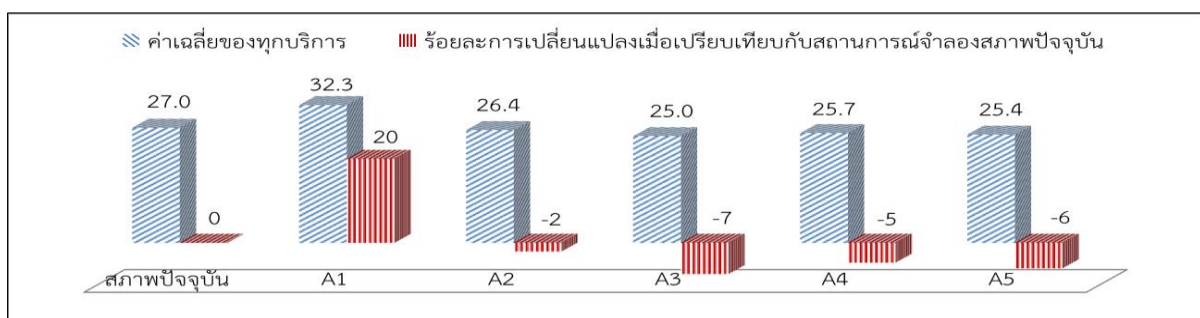
4. การวิเคราะห์และอภิปรายผล

เมื่อประมวลผลแบบจำลองของสภาพปัจจุบัน และ สถานการณ์ทางเลือกทั้งหมด 10 รอบแล้ว สามารถสรุปผลลัพธ์ตามตัวชี้วัดได้ว่า สถานการณ์ทางเลือกที่มี

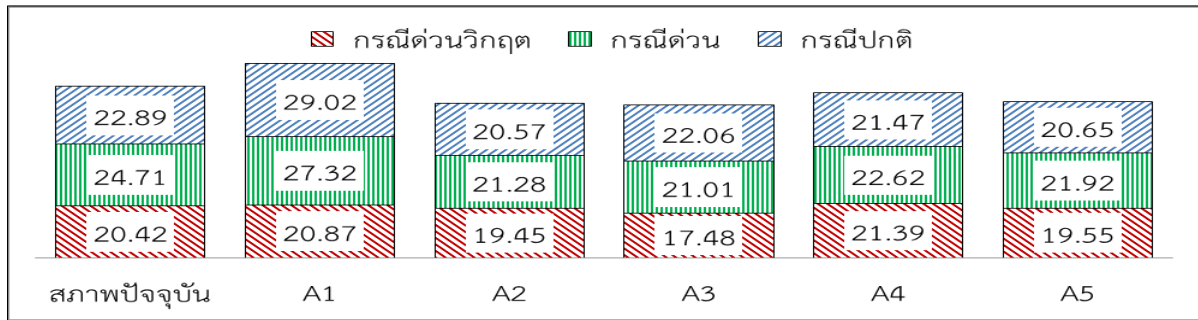
อรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้ายสูงที่สุด คือ สถานการณ์ A5 มีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้น จาก 69.60 เป็น 86.29 คิดเป็นร้อยละ 24 และสถานการณ์ A4, A1, A3 และ A2 มีอรรถประโยชน์จากการทำงานเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 12 สำหรับสถานการณ์ทางเลือกที่มีเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบน้อยที่สุดคือ สถานการณ์ A3 จาก 27.00 นาที เป็น 25.00 นาที คิดเป็นร้อยละ 7 และ สถานการณ์ A5, A4, A2 มีเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบลดน้อยลงตามสัดส่วนที่แตกต่างกัน ยกเว้น A1 ที่ผู้ป่วยจะมีเวลาเฉลี่ยที่อยู่ในระบบเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 13 และสถานการณ์ทางเลือกที่มีเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในแควคอยของผู้ป่วยในแต่ละระดับบริการลดลงมากที่สุด คือ สถานการณ์ A3 จาก 20.42, 24.71 และ 22.89 นาที เป็น 17.48, 21.01 และ 22.06 นาที ในกรณีด่วนวิกฤติ ด่วนและปกติ หรือลดลงร้อยละ 14, 15 และ 4 ตามลำดับ และสถานการณ์อื่นๆ พิจารณาได้จากรูปที่ 14 นอกจากนี้สถานการณ์ทางเลือกที่มีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้ายที่ต่ำที่สุดคือ สถานการณ์ A1 จาก 1,005,531.20 บาทต่อปี เป็น 816,994.10 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 18.75 และสถานการณ์ A4, A5, A2 และ A3 มีค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้ายเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 5



รูปที่ 12 อรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้าย (%)



รูปที่ 13 เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบ (นาทีต่อผู้ป่วย 1 ราย)



รูปที่ 14 เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในแถวคอยของผู้ป่วยในแต่ละระดับบริการ (นาทีต่อผู้ป่วย 1 ราย)

ตารางที่ 5 ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้าย

สถานการณ์จำลอง	ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้าย (บาท/กะดึก)	ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้าย (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันกับสถานการณ์จำลอง (บาท/ปี)	ร้อยละเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย
สภาพปัจจุบัน	2,754.88	1,005,531.20	0.00	0.00
A1	2,238.34	816,994.10	-188,537.10	-18.75
A2	2,927.06	1,068,376.90	62,845.70	6.25
A3	3,099.24	1,131,222.60	125,691.40	12.50
A4	2,410.52	879,839.80	-125,691.40	-12.50
A5	2,582.70	942,685.50	-62,845.70	-6.25

4. สรุป

จากการจำลองสถานการณ์การให้บริการขนย้ายผู้ป่วยของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของการให้บริการและจำลองสถานการณ์ทางเลือกในการปรับปรุง โดยใช้โปรแกรม ProModel พบว่าสถานการณ์ทางเลือกในสถานการณ์ต่างๆ ยังไม่สามารถทำให้โรงพยาบาลให้บริการผู้ป่วยในกรณีด่วนวิกฤต และกรณีด่วนหัตถการ ได้ทันในระยะเวลาประกันคือ 10 นาที และ 15 นาที จากรูปที่ 14 ข้างต้น แต่เมื่อนำข้อมูลไปนำเสนอกับทางหน่วยงาน พบว่า สถานการณ์ในแต่ละทางเลือกสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการขนย้ายในเชิงการปฏิบัติงานจริงได้ดี และเมื่อพิจารณาทุกตัวชี้วัดในภาพรวมจากสถานการณ์ทางเลือกที่สร้างขึ้น พบว่า สถานการณ์ทางเลือกที่เหมาะสมมากที่สุด คือ A5 โดยการลดเจ้าหน้าที่ขนย้าย 1 อัตรา ในช่วงเวลา 00:30 น. ถึง 06:30 น. และ เพิ่มเจ้าหน้าที่ขนย้าย 2 อัตรา ในช่วงเวลา 06:31น. ถึง 08:30 น. เนื่องจากมีอรรถประโยชน์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่ขนย้ายเพิ่มขึ้นจาก 69.60 เป็น 86.29 หรือร้อยละ 24 เวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่

ในระบบลดลงจาก 27.0 นาที เป็น 25.4 นาที หรือลดลงร้อยละ 6 และเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยอยู่ในแถวคอยของผู้ป่วยในแต่ละระดับบริการลดลงจาก 20.42 24.71 และ 22.89 นาที เป็น 19.55 21.92 และ 20.65 นาที ในกรณีด่วนวิกฤต ด่วน และปกติ ตามลำดับ หรือลดลงร้อยละ 4.26 11.29 และ 9.79 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่ขนย้ายลดลงจาก 1,005,531.20 บาทต่อปี เป็น 942,685.50 บาทต่อปี หรือร้อยละ 6.25 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอทางเลือก A5 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกขนย้ายผู้ป่วยในช่วงกะดึกของวันทำงานกรณีศึกษา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

5. ข้อเสนอแนะ

ควรพิจารณาทางเลือกเพิ่มเติมที่สามารถทำให้โรงพยาบาลสามารถให้บริการผู้ป่วยในกรณีด่วนวิกฤต และกรณีด่วนหัตถการ ได้ทันในระยะเวลาประกัน เช่น การเพิ่มอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ในช่วงเวลา 07:31 – 08:30 เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.นพ.เรืองศักดิ์ ลีธนาภรณ์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาล อ.นพ.ชนนธ์ กองกมล ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายโรงพยาบาล พญ.ดร.ภาสุรี แสงศุภวานิช อาจารย์แพทย์ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ นายจรูญ แก้วมี นักวิเคราะห์นโยบายและแผน นางชนิศา นิमितปัญญากุล หัวหน้าแผนกขนย้ายผู้ป่วย และเจ้าหน้าที่แผนกขนย้ายผู้ป่วยโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ สำหรับการสนับสนุนและเอื้อเฟื้อข้อมูลรวมถึงคำแนะนำ ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์จนทำให้บทความสำเร็จลงด้วยดี และขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนในการวิจัยภายใต้โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร STEM ประจำปี 2560

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] โรงพยาบาลสงขลานครินทร์. (15 มี.ค. 2560). *ประวัติโรงพยาบาล*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://hospital.psu.ac.th/1DataHos.php>.
- [2] ปานวิทย์ ฐะนุติ. (5 เม.ย. 2560) *ทฤษฎีแถวคอย (Queuing Theory)*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://academic.udru.ac.th/~banyat/Thesis/Refs/Ch9-Que.pdf>
- [3] ไขนัย ศุภศิริ. “ผลของรูปแบบบริการผู้ป่วยนอกโรคเบาหวาน ต่อระยะเวลารอคอยและความพึงพอใจในบริการ,” *วารสารพยาบาลโรคหัวใจและทรวงอก*, ปีที่ 28 (ฉบับที่ 1), หน้า 44-56, 2560.
- [4] D.W. Kelton, R.P. Sadowski and D.T. Sturrock *Simulation with Arena*. 3rd ed. McGraw-Hill: The McGraw-Hill Company, 2003
- [5] A. Maria, “Introduction to model and simulation.” *Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference ed.*, 1997.
- [6] ศศิวรรณ รัตนอุบล และชานินทร์ ศรีสุวรรณภา. “การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของคลินิกกุมารเวชและอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลพัทลุง” *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง* ปีที่ 22 (ฉบับที่ 1), 2556.
- [7] ศิลปชัย วัฒนเสย และพิษณุ มั่นสปีติ. “การปรับปรุงการบริการโรงพยาบาล:กรณีศึกษาโรงพยาบาลรัฐบาล” *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม*, 2554.
- [8] H. Carly, *Improving Patient Transportation Performance by Developing and Implementing a Generic Simulation Model*. Mechanical and Industrial Engineering University, 2015.
- [9] C. Coelli. Fernando, B. Ferreira. Rodrigo, V.R. Almeida. Renan Moritz, “Computer simulation and discrete-event models in the analysis of a mammography clinic patient flow,” *Computer methods and programs in biomedicine*, Vol. 87, pp.201–207, 2007.
- [10] กัญญา ทองสนิท และประจวบ กล่อมจิตร. *การจำลองสถานการณ์เบื้องต้น*. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.