

APPLICATION OF DEMAND FORECASTING TECHNIQUE FOR PATIENT BED PLANNING: A CASE STUDY OF MEDICINE DEPARTMENT SISAKET HOSPITAL

Manuscript Submission Data: 2023, May 12

Article Editing Date: 2023, July 30

Article Accepted Date: 2023, June 13

Nattapat Vanitun*

Ganokgarn Jirasirilerd**

Chuwit Napia*

Jeeranan Wongwatanyoo***

ABSTRACT

This paper introduces and applies forecasting techniques to effectively plan for bed demand in the medical department. The primary objective is to identify a suitable forecasting technique for the bed demand of the case study. Three forecasting techniques were applied as follows: 1) Simple Exponential Smoothing Method 2) Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing Method and 3) Regression Analysis Method. From the study results, it was found that Simple Exponential Smoothing Method with smoothing value α equal to 0.90 was suitable for forecasting bed demand in the medical department. The lowest mean percentage of complete error (MAPE) was 1.72 percent.

Keywords: Regression, Simple Exponential Smoothing Method, Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing Method, Regression Analysis Method.

* Department of Logistic Engineering Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University

** Department of Industrial and Environmental Management Engineering Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University

*** Department of Food science and Technology Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University
Corresponding author. e-mail: ganokgarn.j@sskru.ac.th

การประยุกต์เทคนิคการพยากรณ์สำหรับการวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วย กรณีศึกษา แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษ

วันที่ได้รับต้นฉบับบทความ: 12 พฤษภาคม 2566

วันที่แก้ไขปรับปรุงบทความ: 30 กรกฎาคม 2566

วันที่ตอบรับตีพิมพ์บทความ: 13 มิถุนายน 2566

ณัฐพัชร์ วณิชกุล*

กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ**

ชวิทย์ นาเพีย*

จิระนันท์ วงศ์ทัญญู***

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอและประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์การวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วย แผนกอายุรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับความต้องการเตียงผู้ป่วยของกรณีศึกษา โดยได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) 2) วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing Method) และ 3) วิธีพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) จากผลการศึกษาพบว่า วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) ที่ค่าปรับเรียบ α เท่ากับ 0.90 เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ความต้องการเตียงผู้ป่วย แผนกอายุรกรรม โดยให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 1.72 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การพยากรณ์, วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย, วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์, วิธีพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย

* สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

** สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

*** สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Corresponding author. e-mail: ganokgarn.j@sskru.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย กำลังก้าวเข้าสู่ยุคของสังคมผู้สูงอายุซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โรงพยาบาลทั่วประเทศจำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อรองรับกับผู้ป่วยในยุคของผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งโรงพยาบาลถือว่าเป็นสถานที่ที่ดูแลและให้บริการรักษายามเจ็บป่วย จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนความต้องการที่จะใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อชีวิตของผู้ป่วยหรือผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาล แต่ถึงแม้ว่าโรงพยาบาลมีการวางแผนความต้องการในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแพทย์ กระนั้นโรงพยาบาลก็ยังขาดแคลนอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญต่อผู้เจ็บป่วยเมื่อมาถึงโรงพยาบาล คือ เตียงผู้ป่วยที่ต้องคอยรองรับผู้ป่วยฉุกเฉินที่เข้ามาใช้บริการอย่างกะทันหัน โดยไม่ได้วางแผน หรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งในปัจจุบันในสังคมไทยมีแนวโน้มการเข้ารับการรักษาพยาบาลเพิ่มมากขึ้น จากผลกระทบจากโรคระบาดโควิด-19 และการสำรวจโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน ในปี พ.ศ. 2565 ทั่วประเทศพบว่า จากจำนวนโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน 399 แห่ง มีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาประมาณ 60.8 ล้านราย โดยมีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาเป็นผู้ป่วยนอก ประมาณ 58.5 ล้านราย ผู้ป่วยใน ประมาณ 2.3 ล้านราย เป็นที่น่าสังเกตว่าในจำนวนนี้มีผู้ป่วยที่เป็นชาวต่างประเทศเข้ามารับการรักษาทั้งเป็นผู้ป่วยนอก และผู้ป่วยในมากถึงประมาณ 5.2 ล้านราย อาจเกี่ยวเนื่องจากการที่ภาครัฐมีนโยบายให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการแพทย์ (Medical hub) ของเอเชีย (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, ออนไลน์, 2565) โดย ลัญฉัตรศักดิ์ อรรถมัยกร และคณะ (2560) กล่าวถึงปัญหาของปัจจัยที่ไม่สามารถจำหน่ายผู้ป่วยให้ออกจากโรงพยาบาลได้ ซึ่งโรงพยาบาลของรัฐประสบปัญหาในการไม่สามารถรับผู้ป่วยที่ถูกส่งตัวเข้ามารับการรักษาได้ เนื่องจากเกิดจากความหนาแน่นของผู้ป่วยในที่มีอัตราการครองเตียงค่อนข้างสูง ซึ่งปัจจัย หรือสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยอยู่ในโรงพยาบาลเป็นระยะเวลานาน ได้แก่ ไม่สามารถ หรือไม่สามารถกลับบ้าน เนื่องจากปัญหาทางด้านการรักษา ด้านผู้ป่วยเอง และทางด้านครอบครัว เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนเตียงผู้ป่วยไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล

โรงพยาบาลศรีสะเกษ ถือว่าเป็นโรงพยาบาลของรัฐแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ ที่มีผู้ป่วยเข้ารับบริการอย่างหนาแน่นและต่อเนื่อง เนื่องจากโรงพยาบาลของรัฐได้รับความไว้วางใจเนื่องจากมีบุคลากรทางการแพทย์ที่มีความสามารถคอยให้บริการอยู่ อีกทั้งยังมีสวัสดิการสังคมในเรื่องสิทธิประโยชน์ของการรักษาพยาบาลจึงทำให้มีผู้ป่วยมาใช้บริการจำนวนมาก นอกจากนี้จากการที่จังหวัดศรีสะเกษมีพื้นที่เขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น กัมพูชา อาจมีผลทำให้ความต้องการเข้ารับการรักษาเพิ่มขึ้นตามนโยบายของภาครัฐ ดังนั้นนักวิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาการพยากรณ์สำหรับการวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม กรณีศึกษาโรงพยาบาลศรีสะเกษ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับผู้ป่วยล้นเตียงที่กำลังประสบปัญหาอยู่

บทความนี้จึงมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing method) และวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากกรณีศึกษาไม่ได้มีการประยุกต์ใช้วิธีช่วยในการวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วยใช้เพียงประสบการณ์

และความเสี่ยงที่มีการจัดสรรมาให้เท่านั้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมที่เหมาะสมที่สุด

กรอบแนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์ความต้องการอุปกรณ์ทางการแพทย์ ยังไม่มีนักวิจัยศึกษามากนัก ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพยากรณ์สำหรับปัญหาการวางแผนความต้องการทั่วไป ซึ่งมีนักวิจัยสนใจนำประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ได้แก่ ลักขณา ฤกษ์เกษม (2558) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา 4 วิธี คือ วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing) และวิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple regression analysis) เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้ผ้า สำหรับการผลิตชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด อนุสรณ์ บุญสง่า (2559) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ 6 วิธี คือ วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) วิธีถ่วงเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted moving average) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) พยากรณ์นาอิว (Naïve forecasting) และแบบแยกส่วนประกอบ (Decomposition method) เพื่อพยากรณ์สำหรับความต้องการแว่นตา กรณีศึกษา : ร้านรักแว่น เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ (2559) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 6 วิธี คือ 1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) 2) วิธีแนวโน้มเชิงเส้น (Simple regression analysis) 3) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) 4) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์ (Hott's exponential smoothing methods) 5) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing) และ 6) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition method) เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม อภิภูษญา ยิ่งยง และสุภาวดี สายสนิท (2562) ได้นำเสนอและประยุกต์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing) วิธีพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted moving average) วิธีพยากรณ์แบบ Double Moving Average วิธีพยากรณ์แบบ Double Exponential Smoothing และวิธีพยากรณ์ Holt-Winter's Method for Multiplicative Seasonal Effects เพื่อพยากรณ์วางแผนความต้องการวัตถุดิบเพื่อวางแผนสั่งซื้อที่เหมาะสม ภัทราพล กองทรัพย์ และนุจิรา กองทรัพย์ (2560) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล วิธีปรับเรียบแบบดับเบิลเอกซ์โปเนนเชียล วิธีแนวโน้มเชิงเส้น วิธีแนวโน้มดัชนีฤดูกาล และการพยากรณ์แบบวินเทอร์ เพื่อพยากรณ์ยอดขายข้าวฮางอก ณาธร กุศลศรีกุล, นิธิศ ปุณธนกรภัทร์ และวุฒิกรณ์ จรรย์ตันติเวทย์ (2561) ได้

ประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การพยากรณ์อย่างง่าย (Naïve forecasting) วิธีการพยากรณ์การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) และวิธีการพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ที่เหมาะสมของการสั่งซื้อสินค้าของร้านค้าปลีก เพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อสินค้าภายในร้านค้า AAA ปภาวรา ท่อนทองมีสุข (2562) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก การพยากรณ์ด้วยวิธีเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบปรับเรียบ และการพยากรณ์โดยวิธีเอ็กซ์โพเนนเชียลแนวโน้มเชิงเส้น เพื่อพยากรณ์การสั่งซื้อหลอดทองแดงอาบน้ำให้เหมาะสม และ จักรพรรณ เนื่องไชยยศ และธิดิภัทร พุฒาง (2562) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) และวิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing) เพื่อวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ และการจัดการวัตถุดิบคงคลัง กรณีศึกษา: บริษัทจัดหาวัตถุดิบและอุปกรณ์ในการประกอบธุรกิจร้านอาหาร

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การพยากรณ์มีหลากหลายวิธีการ ซึ่งแต่ละวิธีนั้นมีการนำข้อมูลมาใช้ในการคำนวณที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการพยากรณ์การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average) เหมาะกับการนำข้อมูลที่ผ่านมาในช่วงระยะเวลาที่เท่า ๆ กัน มาเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์รอบถัดไปออกมา, วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) เหมาะกับข้อมูลที่เคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ ไม่มีแนวโน้มและไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยคำนึงถึงความสำคัญของข้อมูลล่าสุดที่เป็นปัจจุบัน จึงทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่จะเกิดขึ้น, วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing) เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและความผันผวนตามฤดูกาล และและวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) เหมาะกับการนำข้อมูล หรือตัวแปรมาหาความสัมพันธ์กันโดยให้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับระยะเวลาที่ผ่านมา ซึ่งเหมาะกับการพยากรณ์ที่มีรูปแบบข้อมูลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระยะเวลา เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและนำเสนอการประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing method) และวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการพยากรณ์ที่นักวิจัยส่วนใหญ่นำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ปัญหา ดังนั้นในบทความนี้ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี เพื่อหาคำตอบ และนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดที่เหมาะสมกับการพยากรณ์เพียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมของกรณีศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสำรวจ เก็บข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลผู้ป่วย และเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม
2. วิเคราะห์ข้อมูล และประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์เตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม
3. สรุปผลการดำเนินงาน

1. ศึกษาสำรวจ เก็บข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลผู้ป่วย และเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม

จากการศึกษาข้อมูลของกรณีศึกษา เป็นการศึกษาเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม กรณีศึกษาโรงพยาบาลศรีสะเกษ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมจำนวนทั้งหมดที่มีอยู่ในแผนกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึงปี พ.ศ. 2561 เป็นข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลจำนวนเตียงผู้ป่วย

(หน่วย: เตียง)				
เดือน	2558	2559	2560	2561
มกราคม	-	176	176	204
กุมภาพันธ์	-	176	176	204
มีนาคม	-	176	176	204
เมษายน	-	176	204	204
พฤษภาคม	-	176	204	204
มิถุนายน	-	176	204	253
กรกฎาคม	-	176	204	253
สิงหาคม	-	176	204	253
กันยายน	-	176	204	253
ตุลาคม	151	176	204	-
พฤศจิกายน	151	176	204	-
ธันวาคม	151	176	204	-

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ เพื่อศึกษา และแก้ปัญหาการพยากรณ์เพื่อวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมของกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

2. วิเคราะห์ข้อมูล และประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์เตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม

บทความนี้มีรูปแบบปัญหาเป็นการหาเทคนิคการพยากรณ์การวางแผนความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม โดยนำเสนอวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี และประเมินการพยากรณ์ (เฉลิมชาติ ชีระวิริยะ, 2563) ดังนี้

1) วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้มและไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล มีเฉพาะความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

เพียงอย่างเดียว และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นสำหรับจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม มีสมการการคำนวณดังสมการที่ 1 ดังนี้

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(A_t - F_t) \quad (1)$$

กำหนดให้ F_t = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา t
 A_t = ค่าจริง ในช่วงเวลา t
 F_{t+1} = ค่าพยากรณ์ที่ต้องการในช่วงเวลา $t+1$
 α = ค่าดัชนี Smoothing constant จะมีค่า $0 \leq \alpha \leq 1$

2) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเทอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและความผันผวนตามฤดูกาล ประกอบอยู่ (Trend-season data) สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ ประกอบไปด้วยสมการที่ใช้ในการหาค่าปรับเรียบ (S_t) และค่าประมาณแนวโน้ม (T_t) และมีสมการที่เพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งสมการเพื่อใช้ประมาณความผันผวนแบบฤดูกาล ตัวประมาณฤดูกาลที่ได้จะมีลักษณะเป็นการฤดูกาลดังสมการที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

- สมการค่าเปรียบเทียบ

$$S_t = \alpha(A_t / I_{t-L}) + [(1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})] \quad (2)$$

- สมการประมาณค่าแนวโน้ม

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (3)$$

- สมการประมาณค่าฤดูกาล

$$I_t = \gamma(A_t / S_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (4)$$

- สมการพยากรณ์ล่วงหน้า p งวด

$$F_{t+p} = (S_t + T_t p) I_{t-L+p} \quad (5)$$

กำหนดให้ S_t = ค่าปรับเรียบ
 α = ค่าคงที่ปรับเรียบ มีค่า $0 \leq \alpha \leq 1$

A_t = ค่าจริง ในช่วงเวลา t

β = ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม ($0 < \beta < 1$)

3) วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) เป็นเทคนิคการพยากรณ์รูปแบบหนึ่งที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระ (Independent variable) แต่ละตัวมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (Dependent variable) ถ้าหากทราบว่ามีปัจจัยใดทำให้เกิดความต้องการสินค้าในอดีตอย่างแน่นอนก็จะสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์สำหรับเหตุการณ์ในอนาคตได้ ซึ่งเหมาะกับการพยากรณ์ที่มีรูปแบบข้อมูลที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระยะเวลาวิธีถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย คือ วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในรูปของสมการเชิงเส้นแบบเส้นตรง ดังสมการที่ 6

$$y = a + bx \quad (6)$$

กำหนดให้ y = ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า

a = ค่าตัดแกน

b = ค่าความชันของกราฟ

x = ตัวแปรอิสระที่ทำให้เกิดความต้องการ

สำหรับการพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ค่าที่คำนวณอาจจะไม่เท่ากับค่าจริง นั่นคือเกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบค่าทำการประเมินการพยากรณ์ที่ได้จากการพยากรณ์ เพื่อให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงให้มากที่สุด โดยจะต้องอยู่ในช่วงของความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ หากค่าพยากรณ์มีค่าคลาดเคลื่อนมาก อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางค่าให้เหมาะสม ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ มีวิธีดังต่อไปนี้

4) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation: MAD) วิธีการนี้นำมาวิเคราะห์โดยการนำผลรวมของค่าสัมบูรณ์ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ แล้วหารด้วยจำนวนช่วงเวลาของข้อมูล ดังสมการที่ 7

$$MAD = \sum |Y_t - F_t| \times \frac{1}{N} \quad (7)$$

5) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error: MAPE) เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์อีกวิธีหนึ่งที่เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับข้อมูลจริง ดังสมการที่ 8

$$MAPE = \left(\sum \frac{|Y_t - F_t|}{Y_t} \right) \times \frac{100}{N} \quad (8)$$

โดยค่า MAD และค่า MAPE นั้นยังมียังมีค่าน้อย แสดงว่าการพยากรณ์วิธีนั้นมีความแม่นยำสูง

กำหนดให้ MAD = ค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์

MAPE = ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

F_t = ค่าพยากรณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา t

Y_t = ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นจริง ณ คาบเวลา t

N = ค่าผลรวมของระยะเวลา

ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์เพียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม กรณีศึกษาโรงพยาบาลศรีสะเกษ ได้ทำการวิเคราะห์จำนวนเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 พบว่า จำนวนเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีจำนวนเตียงผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2558 จำนวน 151 เตียง, ปี พ.ศ. 2559 จำนวน 176 เตียง, ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 204 เตียง และในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 253 เตียง ตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ จำนวน 3 วิธี ได้แก่ วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing method) และวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) เพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ในแต่ละวิธี โดยการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ อันได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ Minitab สำหรับการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์

1. ผลการวิเคราะห์โดยวิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method)

สำหรับการวิเคราะห์การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ตัวแปรสำคัญที่ใช้สำหรับการพยากรณ์เพื่อวัดค่าความคลาดเคลื่อน คือ ค่าปรับเรียบ (α) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ในงานวิจัยนี้ จึงกำหนดค่า α เท่ากับ 0.10, 0.50 และ 0.90 เพื่อพิจารณาค่า MAD และ MAPE ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลผลการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายด้วยการวัดความคลาดเคลื่อน

ค่าถ่วงน้ำหนัก α	การวัดความคลาดเคลื่อน	
	MAD	MAPE
0.10	16.51	8.02

0.50	6.02	2.91
0.90	3.53	1.72

จากตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์โดยใช้เปรียบเทียบค่าถ่วงน้ำหนักของ α ทั้ง 3 ค่า ได้แก่ 0.10, 0.50 และ 0.90 ตามลำดับ พบว่า วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย โดยค่าปรับเรียบที่ α เท่ากับ 0.90 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด คือ ค่า MAD เท่ากับ 3.53 และ MAPE เท่ากับ 1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์โดยวิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's linear and seasonal exponential smoothing method)

สำหรับการวิเคราะห์การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ โดยกำหนดค่า β เท่ากับ 0.05 ค่า γ เท่ากับ 1 และตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการพยากรณ์เพื่อใช้ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อน คือ ค่าคงที่ปรับเรียบ (α) ซึ่งค่า α จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดค่า α เท่ากับ 0.10, 0.50 และ 0.90 เพื่อพิจารณาค่า MAD, MSE และ MAPE ดังตารางที่ 3

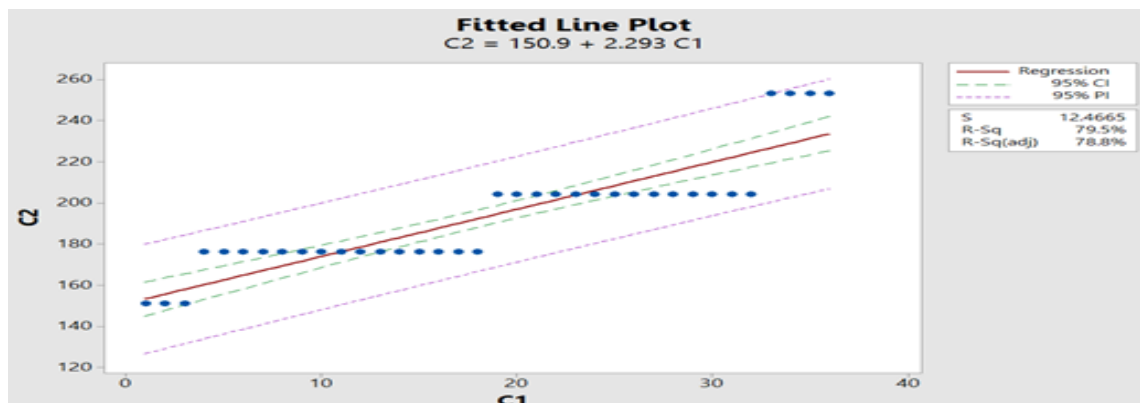
ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลผลวิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ด้วยการวัดความคลาดเคลื่อน

ค่าถ่วงน้ำหนัก α	การวัดความคลาดเคลื่อน	
	MAD	MAPE
	15.47	7.61
0.50	7.01	3.41
0.90	7.23	3.51

จากตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์โดยใช้เปรียบเทียบค่าคงที่ปรับเรียบของ α ทั้ง 3 ค่า ได้แก่ 0.10, 0.50 และ 0.90 ตามลำดับ พบว่า วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ เมื่อกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ α เท่ากับ 0.5 ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด คือ ค่า MAD เท่ากับ 7.01 และ MAPE เท่ากับ 3.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. ผลการวิเคราะห์โดยวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method)

สำหรับการวิเคราะห์การพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย เพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญที่ 0.05) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์การพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย

จากภาพที่ 1 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 20.50 เปอร์เซ็นต์

4. ผลการเปรียบเทียบการวัดความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

จากผลการวิเคราะห์วิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีข้างต้น จากนั้นนำผลการเปรียบเทียบการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่า MAPE ที่มีค่าต่ำ จากผลการเปรียบเทียบการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์พบว่าวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย โดยค่า α เท่ากับ 0.90 ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จึงเป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบการวัดความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

วิธีการพยากรณ์	ค่า MAPE
วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ($\alpha = 0.90$)	1.72 เปอร์เซ็นต์
วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ ($\alpha = 0.50$)	3.41 เปอร์เซ็นต์
วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์)	20.50 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบการวัดความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษ พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย โดยค่า α เท่ากับ 0.90 ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาและนำเสนอเทคนิคการพยากรณ์เตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม กรณีศึกษา โรงพยาบาลศรีสะเกษ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เปรียบเทียบ 3 วิธี โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) โดย 1) วิธีพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method) กำหนดค่า α เท่ากับ 0.10, 0.50 และ 0.90 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 8.02 เปอร์เซ็นต์, 2.91 เปอร์เซ็นต์ และ 1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 2) วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and seasonal exponential smoothing method) ให้ค่า β เท่ากับ 0.15 ค่า γ เท่ากับ 1 กำหนดค่า α เท่ากับ 0.10, 0.50 และ 0.90 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 7.61 เปอร์เซ็นต์, 3.41 เปอร์เซ็นต์ และ 3.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 3) วิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 20.5 เปอร์เซ็นต์

ผลจากการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย โดยค่าปรับเรียบ α เท่ากับ 0.9 เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์การพยากรณ์ปริมาณความต้องการเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษ ซึ่งสอดคล้องกับ Lestari, Nugraha & Azwar (2017) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณความต้องการโลหิต มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคนิควิธีการพยากรณ์เพื่อใช้ตัดสินใจในกระบวนการบริจาคโลหิต ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการพยากรณ์แบบวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) มีความเหมาะสมที่สุด โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ต่ำที่สุด เนื่องจากวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing) เหมาะกับข้อมูลที่เคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ ไม่มีแนวโน้มและไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยคำนึงถึงความสำคัญของข้อมูลล่าสุดที่เป็นปัจจุบัน จึงทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่จะเกิดขึ้น และมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าเทคนิคการพยากรณ์อีก 2 วิธี คือ วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Linear and Seasonal exponential) และวิธีการพยากรณ์แบบวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis method) ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

นอกจากการพิจารณาแนวโน้มจำนวนเตียงผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมของโรงพยาบาลศรีสะเกษแล้วทางผู้บริหารของโรงพยาบาลศรีสะเกษควรพิจารณาแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมร่วมด้วย เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการเตรียมความพร้อมสำหรับเตียงผู้ป่วยให้เพียงพอกับผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลศรีสะเกษที่อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ สำหรับสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

- จักรพรรณ เนื่องไชยยศ และธิดิภัทร พุฒเพง. (2562). **การประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์สำหรับการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบและการจัดการวัตถุดิบคลัง กรณีศึกษา : บริษัทจัดหาวัตถุดิบและอุปกรณ์ในการประกอบธุรกิจร้านอาหาร**. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ฉมาธร กุญศรีกุล, นิธิศ ปุณณกรภัทร์ และวุฒิกรณ์ จรรย์ตันติเวทย์. (2561). การพยากรณ์การสั่งซื้อสินค้าของร้านค้าปลีก กรณีศึกษาร้าน AAA. **วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์**, 18(2), หน้า 26-34.
- เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ. (2559). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนมการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในจังหวัดนครพนม. **Naresuan University Journal: Science and Technology**, 25(4), หน้า 124-137.
- _____. (2563). **การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วยโปรแกรม Minitab**. กรุงเทพฯ: ชิมพลีฟาย.
- ปภาวรา ท่อนทองมีสุข. (2562). **เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบของแดงอาบน้ำยา : กรณีศึกษาธุรกิจค้าปลีก**. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม.
- ภัทรพล กองทรัพย์ และนุจิรา กองทรัพย์. (2560). การพยากรณ์ยอดขายของข้าวฮางอก: กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้อยจอมศรี จังหวัดสกลนคร. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 12(2), หน้า 92-108.
- ลักขณา ฤกษ์เกษม. (2558). การพยากรณ์ความต้องการสินค้า สำหรับการวางแผนการผลิต : กรณีศึกษา การผลิตชุดสะอาด. **Parichart Journal, Thaksin University**, 28(3), หน้า 290-304.
- ลัญญ์ศักดิ์ อรรถมยากร, พรเลิศ ฉัตรแก้ว, ภาวิกา ศรีรัตนบัลล์, ภรเอก มั่นสวานิช, ทิพย์พร สงวนทรัพย์, นวรัตน์ มีถาวร และชลิดา อุทัยเฉลิม. (2560). นิยามและปัจจัยของการไม่สามารถจำหน่ายผู้ป่วยในออกจากโรงพยาบาล โดยการทำกลุ่มโฟกัส. **จุฬาลงกรณ์เวชสาร**, 61(4), หน้า 511-524.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2565. **สรุปข้อมูลเบื้องต้น การสำรวจโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน พ.ศ. 2565** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านสังคม/สาขาสุขภาพ/โรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน/2565/summary_hospital_65.pdf [2566, 20 มีนาคม].
- อนุสรณ์ บุญสง่า. (2559). **การพยากรณ์ความต้องการแวนตา กรณีศึกษา : ร้านแวนตา**. การศึกษาค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

- อภิญา ยิงยง และสุภาวดี สายสนิท. (2562). *การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบเพื่อวางแผนสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษา ร้าน Vasatwo*. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ครั้งที่ 4 และการประชุมระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1 ประจำปี พ.ศ. 2562. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- Lestari, F., Anwar, U., Nugraha, N., & Azwar, B. (2017). Forecasting demand in blood supply chain case study on blood transfusion unit. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 2). London, United Kingdom.