

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มผง : กรณีศึกษา

A Comparison of Forecasting Methods for Consumption of Viscous Substances in Powder Beverage Industry : A Case Study

กอบกุล โคนอน (Khobkul Khonton)^{1*} ดร.พรเทพ ขอบจายเกียรติ (Dr.Porntep Khokhajaikiat)**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเครื่องดื่มผงและมีมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนสูงของบริษัทกรณีศึกษา ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดรายเดือนในอดีตที่นำมาศึกษาจะรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 จำนวน 24 ข้อมูล และนำมาทดสอบการแจกแจงข้อมูลทางสถิติ ซึ่งพบว่าการแจกแจงแบบปกติ แล้วทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ในอนาคตตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์พบว่าพยากรณ์ด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ให้ค่าความแตกต่างสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 16,162.44 ดังนั้นวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์จึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดของบริษัทกรณีศึกษา

ABSTRACT

The purpose of this research was to study and compares the forecasting methods for consumption of viscous substances, which was the main raw material and a high average value per month in the company. This study collected data of monthly consumption of viscous substances from January 2011 to December 2012 a total of 24 observations. The past consumption of viscous substances found to be normal distributed. Then, the viscous substances consumption during January 2013 to May 2013 could be forecasted by Time series forecasting methods and Box-Jenkins method. The results of the study showed that Box-Jenkins method was the suitable forecasting method. Mean absolute deviation of this method was 16,162.44. Therefore, it was appropriate method to apply forecasting the consumption of viscous substances.

คำสำคัญ : เครื่องดื่มผง วิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ ค่าความแตกต่างสัมบูรณ์เฉลี่ย

Key Words : Powder beverage, Box-Jenkins method, Mean absolute deviation

¹ Correspondent author: khobkul_k@kkumail.com

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัจจุบันวิถีการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปรวมถึงกระแสการคำนึงถึงสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งจากกระแสของผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจในสุขภาพมากขึ้น ทำให้น้ำผักผลไม้ซึ่งนับว่าเป็นหนึ่งในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา ตลาดน้ำผักผลไม้มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยประมาณร้อยละ 12.5 ต่อปี ส่งผลให้ผู้ประกอบการธุรกิจเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ รวมทั้งผู้ประกอบการรายใหม่สนใจเข้ามาลงทุนผลิตสินค้าผักผลไม้ และรุกทำการตลาดกันอย่างเข้มข้น ทั้งนี้ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทยคาดว่า ตลาดน้ำผักผลไม้อาจขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 17.6 โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์น้ำผักผลไม้ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 25% เพื่อเพิ่มความสดชื่นและการดับกระหายจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าจับตามอง เนื่องจากมีการวางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจน มีราคาจำหน่ายไม่สูงมาก และมีช่องทางจัดจำหน่ายครอบคลุมกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งมีแนวโน้มเป็นผลิตภัณฑ์หลักร่วมกับผลิตภัณฑ์น้ำผักผลไม้ 100% [1] ทั้งนี้ประเภทของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้แบ่งได้ตามกรรมวิธีการผลิตและค่านิยมของตลาดได้ดังนี้คือ น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้พร้อมดื่ม น้ำผลไม้ปรุงแต่งกลิ่น และน้ำผลไม้สำเร็จรูปชนิดผง [2]

แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยวัฏจักรของธุรกิจเครื่องดื่มที่มีสินค้าเปลี่ยนแปลงเข้าออกในตลาดอยู่อย่างต่อเนื่องตามค่านิยมของผู้บริโภค ประกอบกับความเสี่ยงทางธุรกิจทั้งในเรื่องวัตถุดิบ เรื่องแรงงาน ซึ่งรวมไปถึงนโยบายการปรับขึ้นค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำ ส่งผลให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมน้ำผักผลไม้ในประเทศไทยต้องมีการปรับตัว เพื่อสร้างความแข็งแกร่งของธุรกิจ อาทิ การทำวิจัยตลาด การจัดหาวัตถุดิบที่ได้เปรียบทั้งด้านคุณภาพและราคา และการบริหารจัดการธุรกิจให้มีประสิทธิภาพ รวมไปถึงการพยากรณ์ยอดขายซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการดำเนินธุรกิจ ระบบการพยากรณ์ที่ดีจะ

ลดความสูญเสียจากการดำเนินงาน ตัวอย่างของความสูญเสียเช่น มีสินค้าคงคลังมากเกินไป การขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต ทำให้การผลิตเกิดการหยุดชะงักและอาจส่งผลให้การส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลา ทำให้สูญเสียลูกค้าได้สำหรับบริษัทกรณีศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร ทำการผลิตเครื่องดื่ม ตั้งอยู่ที่จังหวัดขอนแก่น มีการผลิตสินค้าทั้งหมด 72 ชนิด ซึ่งมีวัตถุดิบทั้งหมด 118 ชนิดที่ใช้ในการผลิตจะมีการสั่งซื้อทั้งจากภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับวัตถุดิบหลักที่สำคัญในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มคือสารให้ความหนืด (ภาพที่ 1) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นอันตราย ละลายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืดที่ช่วยในการยึดเกาะและเป็นสารคงสภาพ เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมอาหารและยาซึ่งปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดมีมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนค่อนข้างสูงคิดเป็นร้อยละ 10.35 ของมูลค่าเฉลี่ยโดยรวมต่อเดือนทั้งหมด การวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาเฉพาะสารให้ความหนืดถึงแม้ว่าในปัจจุบันการวางแผนกำลังการผลิตรวมถึงการสั่งซื้อวัตถุดิบต่างๆ จะใช้ข้อมูลความต้องการสินค้าจากลูกค้าโดยตรง แต่ปัญหาที่พบคือ คำสั่งซื้อจากลูกค้ามีความไม่แน่นอนค่อนข้างสูงโดยความต้องการที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าหรือสูงกว่าข้อมูลที่รับได้จากลูกค้า ซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราการหมุนเวียนเปลี่ยนจากวัตถุดิบไปเป็นสินค้าสำเร็จรูปดังนั้นความต้องการทราบข้อมูลความต้องการสินค้าในอนาคต โดยใช้วิธีการพยากรณ์ความต้องการสินค้าจะทำให้ทราบแนวโน้มความต้องการสินค้าในอนาคต อีกทั้งยังสามารถช่วยให้ฝ่ายบริหารตัดสินใจและวางแผนการผลิตในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยมุ่งเน้นการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดสำหรับการผลิตเครื่องดื่มด้วยวิธีพยากรณ์

ตามอนุกรมเวลาซึ่งเป็นวิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณรูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมเป็นอย่างมาก โดยมีนักวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาวิธีการพยากรณ์ต่างๆ เช่น Christine and Michael [3] ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังประเทศออสเตรเลีย โดยเป็นนักท่องเที่ยวจาก 3 ประเทศคือ สหราชอาณาจักร มาเลเซีย และสิงคโปร์โดยใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins method) ในรูปแบบของ ARIMA และหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด ด้วยการพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error, MAPE) และค่ารากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (root mean squared error, RMSE) [4] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาของข้อมูลยอดขายงานขายปลีกซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยใช้การพยากรณ์แบบโครงข่ายประสาทเทียม การพยากรณ์แบบวินเตอร์ การพยากรณ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และการพยากรณ์ด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ จากผลการทดลองพบว่า การพยากรณ์แบบโครงข่ายประสาทเทียม สามารถพยากรณ์ข้อมูลที่มีแนวโน้มและลักษณะฤดูกาลที่ให้ความแม่นยำมากที่สุด รองลงมาคือการพยากรณ์ด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ [5] ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาในช่วง 25 ปีที่ผ่านมา [6] เสนอรูปแบบ Autoregressive integrated moving average (ARIMA models) ซึ่งได้รับความนิยมมากส่งผลให้ ARIMA models เป็นที่นิยมนำไปใช้อย่างแพร่หลาย และมักจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับตัวแบบการพยากรณ์ชนิดอื่นๆ Supapim and Kaenmanee [7] ทำการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในอนาคตของพื้นที่ 10 จังหวัดที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาระบบ Riverbank filtration (RBF) โดยใช้แบบจำลอง ARIMA และแบบจำลอง GARCH โดยทำการพยากรณ์ในระยะ 4 ปีข้างหน้า

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ พบว่าแบบจำลอง ARIMA ให้ค่า MAPE ที่ต่ำกว่าแบบจำลอง GARCH แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง ARIMA มีความสามารถในการพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าแบบจำลอง GARCH และ Sriyotha [8] เปรียบเทียบการพยากรณ์โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยการปรับให้เรียบและวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ ในการพยากรณ์ปริมาณการผลิต การใช้ และการส่งออกเอทานอลของไทยจากการศึกษาสรุปได้ว่าวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการผลิต การใช้ และการส่งออกเอทานอลของไทย เนื่องจากให้ค่าความแม่นยำที่สูงกว่าวิธีการปรับให้เรียบ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้พยากรณ์ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย พบว่าการพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบให้ค่าความแม่นยำที่สูงกว่าวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ Hamjah [9] ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์คือการหารูปแบบ ARIMA ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการผลิตผลผลิตทางการเกษตรในประเทศบังคลาเทศด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งบังคลาเทศนั้นมีพื้นที่ไร่นาขนาดใหญ่ โดยคิดเป็นร้อยละ 77 ของพื้นที่ชนบททั้งหมด และร้อยละ 90 ของพื้นที่ชนบทเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำเกษตรเช่น ถั่วเขียว มะละกอ มะม่วงและฝรั่ง เป็นต้นซึ่งเป็นผลไม้ที่สำคัญของบังคลาเทศ จากการศึกษาพบว่า ARIMA(2,1,3), ARIMA(3,1,2) และ ARIMA(1,1,2) คือรูปแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์ผลผลิตของมะม่วง ถั่วเขียวและฝรั่ง ตามลำดับ และจากการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน Ahmed และคณะ [10] ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์คือพยากรณ์ปริมาณการผลิตมันในปากีสถานด้วยวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 1990 ถึงปี 2010 ซึ่งข้อมูลมีลักษณะแนวโน้ม และทำการแปลงอนุกรมเวลาให้มีลักษณะนิ่งโดยพิจารณาจากค่า ACF และ PACF ซึ่งผลการพยากรณ์ปริมาณการผลิตมันในปี 2011 ถึง ปี 2015 คือ

39,650.1 42,174.7 44,204.5 45,938.1 และ 47,494.2 ตามลำดับ Iqbal และคณะ [11] ทำการพยากรณ์พื้นที่การปลูกและปริมาณการผลิตข้าวสาลีในปากีสถานซึ่งมีบทบาทสำคัญในระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยพยากรณ์ด้วยวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ซึ่งปริมาณการผลิตในปี 2012 คือ 29,774,800 ตัน โดยการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ในการปลูกและปริมาณการผลิตขึ้นอยู่กับการหาปัจจัยการผลิตได้อย่างเพียงพอ การให้ความรู้และการฝึกอบรมชุมชนเกษตรกร และโดยเฉพาะอย่างยิ่งนโยบายของรัฐบาลในการสนับสนุนการเพาะปลูกข้าวสาลีภายในประเทศ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์สำหรับพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดในการผลิตเครื่องดื่มผง โดยพิจารณาความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าความแตกต่างสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute deviation, MAD)

วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ได้รับรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 และนำข้อมูลมาพยากรณ์โดยวิธีพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556

2. ทดสอบการแจกแจงของข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดโดยใช้วิธีการทางสถิติที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

3. พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาซึ่งประกอบไปด้วย Simple average, Weighted

moving average, Moving average with linear trend, Single exponential smoothing, Exponential smoothing with linear trend, Double exponential smoothing, Double exponential smoothing with linear trend, Linear regression และ Winters' model และคำนวณค่า MAD ของแต่ละวิธีการพยากรณ์เพื่อใช้ค่า MAD เป็นค่าชี้วัดความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์

4. พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ โดยขั้นตอนการสร้างตัวแบบมีขั้นตอน ดังนี้

- 4.1 ทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยการทดสอบ Unit root test โดยวิธีการ Augmented Dicky-Fuller (ADF-test) เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีลักษณะนิ่งหรือไม่ (Stationary) หากข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้มีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) ต้องทำการปรับข้อมูลโดยวิธีการหาผลต่างเพื่อให้ข้อมูลมีลักษณะนิ่งก่อนกล่าวคือข้อมูลจะต้องมีค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนร่วมคงที่

- 4.2 การกำหนดรูปแบบจำลอง ARIMA (p,d,q) ที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมด้วยการพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตบางส่วน (Partial autocorrelation function: PACF)

- 4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยการนำเอารูปแบบ ARIMA (p, d, q) ที่เลือกจากขั้นตอนการหารูปแบบที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมมาประมาณค่าพารามิเตอร์โดยพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วย t- statistic

- 4.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่กำหนด โดยทำการตรวจสอบสหสัมพันธ์ในตัวเองด้วยการทดสอบของ Box และ Pierce กล่าวคือข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดภายหลังจากการใช้แบบจำลอง

ARIMA ปราศจากสหสัมพันธ์ในตัวเอง (White noise) เมื่อพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมจะสร้างสมการพยากรณ์จากรูปแบบดังกล่าว แต่หากพบว่ารูปแบบที่กำหนดไม่เหมาะสมต้องเริ่มขั้นตอนที่ 2 คือกำหนดรูปแบบใหม่อีกครั้ง

4.5 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด โดยการพยากรณ์ล่วงหน้าด้วยการใช้แบบจำลองที่เหมาะสมมากที่สุด

5. เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและวิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์กับปริมาณความต้องการใช้จริง โดยการทดสอบความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA)

เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการพยากรณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวข้างต้นจะพิจารณาจากค่า MAD ซึ่งเป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |x_t - \hat{x}_t|}{N} \quad (1)$$

โดยที่ x_t เป็นค่าจริง ณ เวลา t

$\hat{x}_t$ เป็นค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

N เป็นจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด

จากวิธีการวิจัยข้างต้นขั้นตอนการดำเนินการสามารถแสดงเป็นแผนภูมิการไหล (Flow chart) ดังภาพที่ 2 โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิการไหลมีดังนี้

Df_{n+i} = ค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดของคาบเวลาที่ $N+i$ (กิโลกรัม/คาบเวลา)

Dr_{N+i} = ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดที่เกิดขึ้นจริงของคาบเวลาที่ $N+i$ (กิโลกรัม/คาบเวลา)

Dr_1 = ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดที่เกิดขึ้นจริงของคาบเวลาที่ 1 (กิโลกรัม/คาบเวลา)

i = คาบเวลาที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots$

N = จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด

การทดสอบการแจกแจงข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดโดยนำข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งการทดสอบการแจกแจงข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดจะดำเนินการทดสอบข้อมูลทั้งหมด 5 ช่วงเวลา คือ ม.ค. 2554 – ธ.ค. 2555 ม.ค. 2554 – ม.ค. 2556 ม.ค. 2554 – ก.พ. 2556 ม.ค. 2554 – มี.ค. 2556 และ ม.ค. 2554 – เม.ย. 2556 สำหรับการกำหนดสมมติฐานจะมีดังนี้

H_0 : ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบการแจกแจงข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งข้อมูลมีจำนวนน้อยกว่า 50 ข้อมูลจึงใช้ผลการวิเคราะห์ของ Shapiro-Wilk [12] พบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 นั่นคือ ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา

การพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดในอนาคตจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 24 เดือน พยากรณ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAD ต่ำที่สุดโดยขั้นตอนการพยากรณ์จะใช้ข้อมูลในอดีตจำนวน 24 ข้อมูล คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 จากนั้นเพิ่มข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ล่าสุด (มกราคม พ.ศ. 2556) เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 ดำเนิน

การเช่นนี้จนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลารูปแบบต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ในวิธีวิจัยข้อที่ 3 พบว่าการพยากรณ์ด้วยรูปแบบวินเตอร์เมื่อใช้พารามิเตอร์จำนวนเดือนที่เคลื่อนไปข้างหน้า (M) เท่ากับ 3 ให้ค่า MAD ต่ำที่สุด คือ 19,955.17 ดังแสดงในตารางที่ 3 และผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยรูปแบบวินเตอร์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 โดยคำนวณจากสมการที่ 2 ถึง สมการที่ 5 จะแสดงในตารางที่ 4

การพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ใช้กับข้อมูลที่เป็นแนวโน้มและฤดูกาล สมการพยากรณ์มีรูปแบบดังนี้ [13]

$$\text{สำหรับปรับให้เรียบ} \quad S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

$$\text{สำหรับการทำให้เป็นแนวโน้ม} \quad b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (3)$$

$$\text{สำหรับการทำให้เป็นฤดูกาล} \quad I_t = \beta \frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-L} \quad (4)$$

$$\text{โดยสูตรการพยากรณ์ คือ} \quad F_{t+m} = (S_t + b_t M) I_{t-L+m} \quad (5)$$

เมื่อ
 F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่
 S_t = ค่าปรับเรียบที่เวลา
 b_t = ความชันของข้อมูลที่เวลา
 I_t = ดัชนีฤดูกาลที่เวลา
 X_t = ข้อมูลที่เวลา

M = จำนวนงวดที่พยากรณ์ไปข้างหน้า
 L = ความยาวของช่วงฤดูกาล
 α = สปส.การปรับเรียบ ($0 \leq \alpha \leq 1$)
 β = สปส.ปรับฤดูกาล ($0 \leq \beta \leq 1$)
 γ = สปส.ปรับแนวโน้ม ($0 \leq \gamma \leq 1$)

ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์

การพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด ในอนาคตจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 24 เดือน พยากรณ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าการพยากรณ์ที่ให้ค่าความแตกต่างสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุดโดยขั้นตอนการพยากรณ์จะใช้ข้อมูลในอดีตจำนวน 24 ข้อมูล คือตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ทำการพยากรณ์ปริมาณ

ความต้องการใช้สารให้ความหนืดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 จากนั้นเพิ่มข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ล่าสุด (มกราคม พ.ศ. 2556) เพื่อพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืด ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 ดำเนินการเช่นนี้จนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งมีขั้นตอนในการพยากรณ์ดังต่อไปนี้

1. จากการทดสอบ Unit root test โดยวิธีการ Augmented Dicky-Fuller (ADF-test) พบว่าปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือน

ของสารให้ความหนืดทุกช่วงเวลามีลักษณะไม่หนึ่งที่ระดับ Level ดังแสดงในตารางที่ 5 สามารถแก้ไขได้โดยแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป 1st Difference ซึ่งทำให้ข้อมูลมีความนิ่งและพร้อมที่จะนำไปสร้างแบบจำลองที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมต่อไป

2. กำหนดรูปแบบโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาใหม่ซึ่งมีลักษณะนิ่ง ผลการพิจารณาทำให้ได้รูปแบบจำลองที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมของการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงในตารางที่ 6

3. จากรูปแบบความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่คาดว่าจะมีความเหมาะสม สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบการถดถอยในตัวเอง (Autoregressive, AR) และรูปแบบการเคลื่อนที่เฉลี่ย (Moving average, MA) ได้โดยพิจารณาค่าสถิติ t-statistic ดังแสดงในตารางที่ 7 และสามารถนำไปสร้างความสัมพันธ์ทางสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับแบบจำลอง ARIMA ของข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดในแต่ละช่วงเวลาดังแสดงในตารางที่ 8

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองโดยใช้การทดสอบของ Box และ Pierce พบว่าทุกแบบจำลอง ณ ระดับ Lag length ที่ 12 มีลักษณะเป็น White noise ดังแสดงในตารางที่ 9 แสดงว่าแบบจำลองที่ได้สามารถเป็นตัวแทนข้อมูลนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี และนำแบบจำลองนั้นมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดเพื่อทำการพยากรณ์ต่อไป

5. จากการตรวจสอบความเหมาะสมว่าแบบจำลองใดมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนกลุ่มข้อมูลจริง ซึ่งผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ จะแสดงในตารางที่ 10 และให้ค่า MAD คือ 16,162.44

จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบวินเตอร์วิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ และค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการใช้จริง ดังแสดงในตารางที่ 11 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าค่า P-value เท่ากับ 0.091 ซึ่งมากกว่า 0.05 นั่นคือค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบวินเตอร์วิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ และค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการใช้จริงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงกล่าวได้ว่าวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 สามารถนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดได้ไม่มีความแตกต่างกันกับปริมาณความต้องการใช้จริง อย่างไรก็ตามการเลือกวิธีการพยากรณ์จะพิจารณาวิธีที่ให้ค่า MAD ต่ำที่สุด คือวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ คือการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาและวิธีการของบอชซ์และเจนกินส์ โดยทำการรวบรวมปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 และนำปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดมาทดสอบการแจกแจงเพื่อสรุปลักษณะของการแจกแจง ซึ่งผลการทดสอบพบว่าปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดมีการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากนั้นพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดด้วยวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวข้างต้นและเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณ

ความต้องการใช้ต่อเนื่องของสารให้ความหนืดที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบวินเตอร์วิธีการของบอกซ์และเจนกินส์ และค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการใช้จริง ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการใช้ต่อเนื่องของสารให้ความหนืดที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาด้วยรูปแบบวินเตอร์วิธีการของบอกซ์และเจนกินส์ และค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการใช้จริงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงกล่าวได้ว่าวิธีการพยากรณ์ทั้ง 2 สามารถนำไปพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเนื่องของสารให้ความหนืดได้ แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAD ต่ำที่สุด ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเนื่องของสารให้ความหนืดที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มผงสำหรับกรณีศึกษาในครั้งนี้ จะใช้วิธีการของบอกซ์และเจนกินส์ ซึ่งให้ค่า MAD ต่ำที่สุดแต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านจำนวนข้อมูลปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดที่ใช้ในการพยากรณ์มีจำนวนข้อมูลไม่มากพอเนื่องจากข้อมูลบางส่วนมีความคลาดเคลื่อนอีกทั้งไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น กลยุทธ์ในการขาย การตั้งราคา และการส่งเสริมการตลาดซึ่งอาจส่งผลต่อความต้องการของผู้บริโภค และทำให้ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม อีกทั้งอาจจะต้องปรับปรุงตัวแบบการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับข้อมูลและปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้สารให้ความหนืดให้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพิทยา ศิริปการ คุณเจนจิรา เมืองบาล คุณนุชนาถ ภูบังแสง คุณภักคพันธ์ รัตนขจรจิตต์ รวมทั้งพนักงานบริษัทกรณีศึกษาทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และการช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อมาทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Kasikornresearch. Fruits and vegetables in the market to continue growing ... motivated entrepreneurs participants share market. [Internet]. 2011 [updated 2011 Sep 9; cited 2013 Apr 21]. Available from: <http://www.sme.go.th/Lists/EditorInput/DispF.aspx?List=15dca7fb-bf2e-464e-97e5-440321040570 &ID=1592>
2. Library and information science and technology. The meaning / definition of juice. [Internet]. 2005 [updated 2014 Mar 18; cited 2014 Apr 12]. Available from: http://siweb.dss.go.th/information/search_option2.asp?sub_RF_ID=31
3. Lim C, McAleer M. Time series forecasts of international travel demand for Australia. Int J Tourism Management. 2001; 23:389-396.
4. Alon I, Qi M, Robert J. Sadowski. Forecasting aggregate retail sales : a comparison of artificial neural networks and traditional methods. Int J of Retailing and Consumer Services. 2001;8:147-156.

5. Jan G, Hyndman RJ. 25 years of time series forecasting. *Int J of Forecasting*. 2006;22(1): 443– 473.
6. Box GEP, Jenkins GM. *Time series analysis: Forecasting and control*. 3rd ed. San Francisco: Holden Day; 1970
7. Supapim N, Kaenmanee S. Forecasting future demand for water consumption using the ARIMA modal and GARCH modal. *KKU Res J*. 2012;11(1): 45–55. Thai.
8. Sriyotha S. *Appropriate Forecasting model for production, consumption and exporting of Thai ethanol*. [ME thesis]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2012. Thai.
9. Hamjah MA. *Forecasting major fruit crops productions in Bangladesh using Box-Jenkins ARIMA Model*. *Int J of Economics and Sustainable Development*. 2014;5(7): 96–108.
10. Ahmed F, Shah H, Raza I, Saboor A. *Forecasting milk production in pakistan*. *Pakistan J. Agric Res*. 2011;24(4): 82–85.
11. Iqbal N, Bakhsh K, Maqbool A, Ahmad AS. *Use of the ARIMA model for forecasting wheat area and production in Pakistan*. *Int J of agriculture & social sciences*. 2005;2(1)
12. Chatchavan R. *Application SPSS for Windows programming*. 1st ed. Khon Kean: Faculty of Science Khon Kaen University; 2001.
13. Keaitnukul W, Kengpol A. *The Application of advanced purchasing planning by using linear programming. A case study : America raw materials procurement in paper industry*. [ME thesis]. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok; 2005. Thai.

ตารางที่ 1 ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด (กิโลกรัมต่อเดือน)

เดือน	ปริมาณ	เดือน	ปริมาณ	เดือน	ปริมาณ
ม.ค. 2554	54,671.85	พ.ย. 2554	33,020.32	ก.ย. 2555	61,686.67
ก.พ. 2554	61,664.57	ธ.ค. 2554	41,796.56	ต.ค. 2555	40,880.92
มี.ค. 2554	63,808.47	ม.ค. 2555	41,749.54	พ.ย. 2555	43,959.33
เม.ย. 2554	17,522.47	ก.พ. 2555	58,842.23	ธ.ค. 2555	45,050.10
พ.ค. 2554	29,967.97	มี.ค. 2555	74,043.34	ม.ค. 2556	80,374.37
มิ.ย. 2554	49,179.48	เม.ย. 2555	85,988.73	ก.พ. 2556	88,024.61
ก.ค. 2554	56,862.51	พ.ค. 2555	94,934.60	มี.ค. 2556	100,057.11
ส.ค. 2554	29,180.93	มิ.ย. 2555	91,663.13	เม.ย. 2556	80,819.31
ก.ย. 2554	55,709.88	ก.ค. 2555	51,374.71	พ.ค. 2556	120,370.22
ต.ค. 2554	54,217.61	ส.ค. 2555	71,210.47		

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการแจกแจงของปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดทั้ง 5 ช่วงเวลา

ช่วงเวลา	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ม.ค. 2554 – ธ.ค. 2555	0.11	24	.200*	0.97	24	0.7
ม.ค. 2554 – ม.ค. 2556	0.1	25	.200*	0.98	25	0.82
ม.ค. 2554 – ก.พ. 2556	0.1	26	.200*	0.97	26	0.69
ม.ค. 2554 – มี.ค. 2556	0.11	27	.200*	0.97	27	0.62
ม.ค. 2554 – เม.ย. 2556	0.1	28	.200*	0.97	28	0.69

a . Lilliefors Significant Correction.

* . This is a lower bound of the true significant.

ตารางที่ 3 ค่า MAD ต่ำที่สุดของการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดด้วยวิธีการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาในรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ (Model)	MAD	Parameter
1. Simple Average	24,038.64	M=2
2. Weighted Moving Average	23,782.74	M=2 $W_1=0.4$ $W_2=0.6$
3. Moving Average with Linear Trend	21,204.19	M=3
4. Single Exponential Smoothing	24,954.28	$\alpha = 0.85$
5. Exponential Smoothing with Linear Trend	25,034.96	$\alpha = 0.85$, $\beta = 0$
6. Double Exponential Smoothing	24,662.61	$\alpha = 0.9$
7. Double Exponential Smoothing with Linear Trend	22,759.07	$\alpha = 1$, $\beta = 0.05$
8. Linear Regression	22,309.03	-
9. Winters' Model	19,955.17	M = 3, $\alpha = 0.65$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$

ตารางที่ 4 ผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดด้วยการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์

ข้อมูลพยากรณ์	ม.ค. 2554- ธ.ค. 2555	ม.ค. 2554- ม.ค. 2556	ม.ค. 2554- ก.พ. 2556	ม.ค. 2554- มี.ค. 2556	ม.ค. 2554- เม.ย. 2556
เดือนพยากรณ์	ม.ค. 2556	ก.พ. 2556	มี.ค. 2556	เม.ย. 2556	พ.ค. 2556
ปริมาณความต้องการใช้จริง	80,374.37	88,024.61	100,057.11	80,819.31	120,370.22
ปริมาณความต้องการที่ได้ จากการพยากรณ์	39,621.85	72,474.18	87,585.02	83,308.06	91,858.15
ผลต่าง	40,752.52	15,550.43	12,472.09	-2,488.75	28,512.07
MAD	19,955.17				

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบยูนิทของปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดที่ระดับ Level ต่าง ๆ

ช่วงเวลา	I(d)	ADF Test Statistic					
		มีจุดตัดแต่ปราศจาก แนวโน้มของเวลา		มีจุดตัดและแนวโน้ม ของเวลา		ปราศจากจุดตัดและ แนวโน้มของเวลา	
		ADF Test Statistic	P-value	ADF Test Statistic	P-value	ADF Test Statistic	P-value
ม.ค.2554 -	Level	-2.499	0.129	-2.542	0.307	-0.858	0.333
ธ.ค.2555	1st Difference	-5.502	0.000	-5.362	0.002	-5.629	0.000
ก.พ.2554 -	Level	-2.576	0.112	-2.855	0.193	-0.517	0.482
ม.ค.2556	1st Difference	-5.196	0.000	-5.081	0.002	-5.320	0.000
มี.ค.2554 -	Level	-2.391	0.154	-2.824	0.202	-0.399	0.530
ก.พ.2556	1st Difference	-5.417	0.000	-5.397	0.001	-5.519	0.000
เม.ย.2554 -	Level	-2.060	0.261	-2.696	0.246	-0.210	0.601
มี.ค.2556	1st Difference	-5.472	0.000	-5.506	0.001	-5.551	0.000
พ.ค.2554 -	Level	-2.379	0.157	-3.009	0.148	-0.507	0.487
เม.ย.2556	1st Difference	-5.620	0.000	-5.552	0.001	-5.728	0.000

ตารางที่ 6 รูปแบบจำลองที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

เดือนพยากรณ์	ตัวแบบ
ม.ค.2556	ARIMA(0,1,2) ARIMA(1,1,1) ARIMA(0,1,1)
ก.พ.2556	ARIMA(0,1,2) ARIMA(0,1,1)
มี.ค.2556	ARIMA(1,1,1) ARIMA(0,1,1)
เม.ย.2556	ARIMA(0,1,2) ARIMA(1,1,1) ARIMA(0,1,1)
พ.ค.2556	ARIMA(0,1,2) ARIMA(1,1,1) ARIMA(0,1,1)

ตารางที่ 7 ค่าสถิติรูปแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

แบบจำลอง	ม.ค. 2556	ก.พ. 2556	มี.ค. 2556	เม.ย. 2556	พ.ค. 2556
	ARIMA(0,1,2)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(0,1,2)
C	773.262	0.023	1927.446	2141.658	0.026
AR(1)			0.460	0.488	
MA(1)	-0.455	-0.958	-0.958	-0.943	-0.565
MA(2)	-0.473				-0.431
R_2	0.204	0.259	0.249	0.222	0.355
AIC	22.548	1.047	22.578	22.575	0.862

ตารางที่ 8 สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับแบบจำลองของข้อมูลปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

เดือนพยากรณ์	ตัวแบบ
ม.ค.2556	$D(Y_t) = 773.262 + \mu_t$; $\mu_t = (1 + 0.455^1 - 0.473^2)$
ก.พ.2556	$D(Y_t) = 0.023 + \mu_t$; $\mu_t = (1 + 0.958^1)$
มี.ค.2556	$D(Y_t) = 1927.446 + \mu_t$; $(1 - 0.460^1)\mu_t = (1 + 0.958^1)$
เม.ย.2556	$D(Y_t) = 2141.658 + \mu_t$; $(1 - 0.488^1)\mu_t = (1 + 0.943^1)$
พ.ค.2556	$D(Y_t) = 0.026 + \mu_t$; $\mu_t = (1 + 0.565^1 + 0.431^2)$

ตารางที่ 9 ค่าสถิติแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืด

เดือนพยากรณ์	ม.ค.2556	ม.ค.2556	ม.ค.2556	ม.ค.2556	ม.ค.2556
รูปแบบ ARIMA	(0,1,2)	(0,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(0,1,2)
Q-statistic	8.5672	8.5496	9.3773	10.952	6.9614
P-value	0.574	0.663	0.497	0.361	0.729

ตารางที่ 10 ผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดด้วยวิธีการของบอกซ์และเจนกินส์

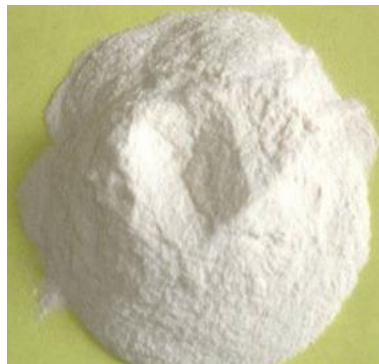
ข้อมูลพยากรณ์	ม.ค. 2554 – ธ.ค. 2555	ม.ค. 2554 – ม.ค. 2556	ม.ค. 2554 – ก.พ. 2556	ม.ค. 2554 – มี.ค. 2556	ม.ค. 2554 – เม.ย. 2556
เดือนพยากรณ์	ม.ค. 2556	ม.ค. 2556	ม.ค. 2556	ม.ค. 2556	ม.ค. 2556
ตัวแบบพยากรณ์ (p,d,q)	(0,1,2)	(0,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(0,1,2)
ปริมาณความต้องการ ใช้จริง	80,374.37	88,024.61	100,057.11	80,819.31	120,370.22
ปริมาณความต้องการ ที่ได้จากการพยากรณ์	73,230.13	97,792.59	114,167.49	121,971.84	111,733.17
ผลต่าง	7,144.25	-9,767.98	-14,110.38	-41,152.53	8,637.05
MAD	16,162.44				

ตารางที่ 11 ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้จริงของสารให้ความหนืดและปริมาณความต้องการใช้ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยรูปแบบวินเตอร์และวิธีการของบอกซ์และเจนกินส์(กิโลกรัมต่อเดือน)

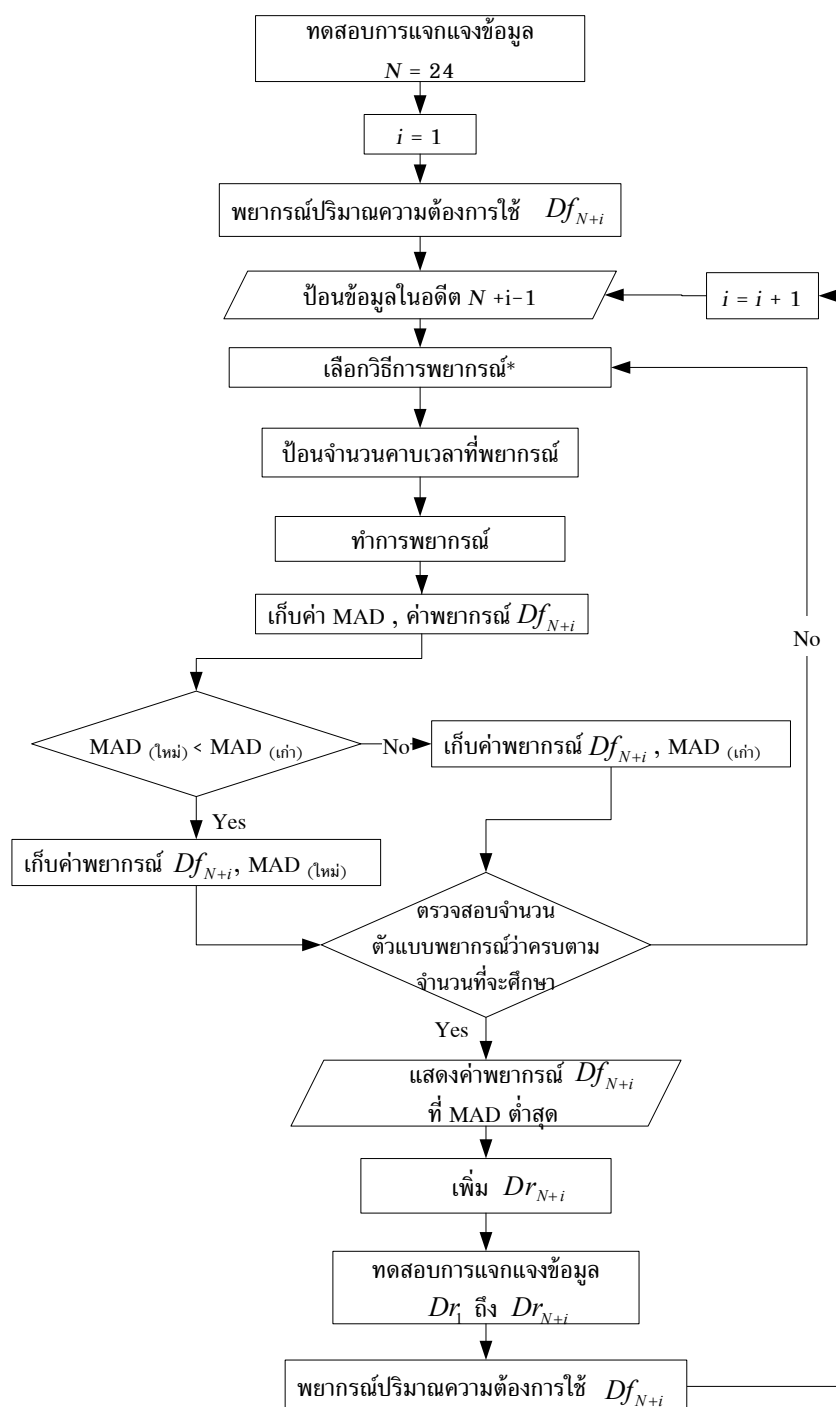
เดือน/ปี	ปริมาณความ ต้องการใช้จริง	ปริมาณความต้องการที่ได้จากการ พยากรณ์ด้วยรูปแบบวินเตอร์	ปริมาณความต้องการที่ได้จาก การพยากรณ์ด้วยวิธีการ ของบอกซ์และเจนกินส์
ม.ค.2556	80,374.37	39,621.85	73,230.13
ก.พ.2556	88,024.61	72,474.18	97,792.59
มี.ค.2556	100,057.11	87,585.02	114,167.49
เม.ย.2556	80,819.31	83,308.06	121,971.84
พ.ค.2556	120,370.22	91,858.15	111,733.17

ตารางที่ 12 ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการใช้ต่อเดือนของสารให้ความหนืดของบริษัท
กรณีศึกษา

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.144E+09	2	1.072E+09	2.945	0.091
Within Groups	4.368E+09	12	3.640E+08		
Total	6.512E+09	14			



ภาพที่ 1 สารให้ความหนืด



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

หมายเหตุ *วิธีการพยากรณ์ Simple average, Weighted moving average, Moving average with linear trend, Single exponential smoothing, Exponential smoothing with linear trend, Double exponential smoothing, Double exponential smoothing with linear trend, Linear regression, Winters' model และ Box-Jenkins method