

การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติ
ผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย
Forecasting the Export Values of Natural Gas
through Customs Department in Southern Thailand

วรารัณนา เรียงนุสสุติ*

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

วิทยาเขตพัทลุง ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

Warangkhan Riansut*

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University,

Phatthalung Campus, Ban Phrao, Pa Phayom, Phatthalung 93210

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การสร้างแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 198 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 192 ค่า สำหรับการสร้างแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตร และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 6 ค่า นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

คำสำคัญ : ก๊าซธรรมชาติ; วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์; วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลัง; เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย; รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Abstract

The objective of this study was to construct the appropriate forecasting model for the export values of natural gas through customs department in southern Thailand. The data gathered from

the website of Bank of Thailand during January, 2000 to June, 2016 of 198 values were used and divided into 2 sets. The first set had 192 values from January, 2000 to December, 2015 for constructing the forecasting models by Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, damped trend exponential smoothing method, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. The second set had 6 values from January to June, 2016 for comparing accuracy of the forecasts via the criteria of the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. Research findings indicated that for all forecasting methods that had been studied, the most accurate method was Winters' multiplicative exponential smoothing method.

Keywords: natural gas; Box-Jenkins method; exponential smoothing method; mean absolute percentage error (MAPE); root mean squared error (RMSE)

1. บทนำ

ก๊าซธรรมชาติ (natural gas) คือ ปิโตรเลียมชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นก๊าซชีวภาพ กำเนิดจากซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่ทับถมกันภายใต้ความร้อนหลายร้อยล้านปี และแรงกดดันมหาศาลจนแปรสภาพเป็นปิโตรเลียม ทั้งที่อยู่ในสถานะของแข็ง คือ ถ่านหิน และอยู่ในสถานะของเหลว คือ น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติเนื่องจากความร้อน ความกดดันของผิวโลก และการสะสมอยู่ในชั้นดิน ก๊าซธรรมชาติจึงจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง โดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยก๊าซมีเทน (methane) ประมาณร้อยละ 70 ขึ้นไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งก๊าซธรรมชาติแต่ละแหล่งเป็นสำคัญ [1,2] ก๊าซธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 สถานะ ได้แก่ (1) ก๊าซธรรมชาติที่ขนส่งโดยทางท่อให้แก่ผู้ใช้ที่เป็นลูกค้านำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือในโรงงานอุตสาหกรรม (2) ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (NGV) และ (3) ก๊าซธรรมชาติเหลว (LPG) ซึ่งในช่วงเวลาประมาณ 150 ปีที่ผ่านมา ก๊าซธรรมชาติได้เข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาของโลกในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะการนำมาใช้แทนที่ถ่านหินและน้ำมัน เนื่องจากมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียมอื่น ๆ ทำ

ให้ก๊าซธรรมชาติได้รับการยอมรับมากขึ้นว่าเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมสำหรับโลกในวันนี้และอนาคต ที่ไม่เพียงเป็นพลังงานขับเคลื่อนเพื่อการดำรงชีวิตเท่านั้น แต่ยังเป็นพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ทั้งความร้อนและแสงสว่าง จึงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคการคมนาคมขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม หรือใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และยังสามารถนำมาใช้ในระบบทำความเย็นได้อีกด้วย [3]

การส่งออกก๊าซธรรมชาติมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การศึกษาแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติของไทย โดยการวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว และการพยากรณ์ค่าในอนาคต จะทำให้ทราบถึงสถานการณ์รวมทั้งแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรัม และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง

เลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับสถานการณ์หรือภาวะปัจจุบันของตลาด ซึ่งจะส่งผลดีต่อการตัดสินใจ การบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ ช่วยในการประเมินการคาดการณ์มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติล่วงหน้า โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ส่งออกและบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวางแผน กำหนดนโยบาย หรือกำหนดแนวทางการส่งเสริม แก้ไขปัญหา และจัดอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นกับการส่งออกในอนาคต อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อรัฐบาลในการวางนโยบายเชิงกลยุทธ์ทางการค้าในอนาคตต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้นุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ (ลำปาง) จากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย [4] ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 198 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 192 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เนื่องจากได้พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (mean absolute percentage error, MAPE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (root mean squared error, RMSE) ของข้อมูลชุดที่ 1 แล้วพบว่าวิธีการเหล่านี้เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน

พ.ศ. 2559 จำนวน 6 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

การสร้างตัวแบบของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เริ่มต้นจากการพิจารณาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function, ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (partial autocorrelation function, PACF) ของอนุกรมเวลาที่คงที่ (stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ [5] ถ้าพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (non-stationary) ต้องแปลงให้อนุกรมเวลาคงที่ก่อนที่จะสร้างตัวแบบ เช่น แปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (difference or seasonal difference) ลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (common logarithm or natural logarithm) หรือเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (square root transformation) หรือยกกำลัง 2 (square transformation) [6] ตัวแบบของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ คือ seasonal autoregressive integrated moving average, SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s แสดงดังสมการที่ (1) [7] และขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดใน [8]

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\epsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t , ϵ_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน, $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่, $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ แทนดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (non-seasonal autoregressive operator of order p : AR(p)), $\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}$ แทนดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (seasonal autoregressive operator of order P :

SAR(P)), $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (non-seasonal moving average operator of order q : MA(q)), $\theta_0(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (seasonal moving average operator of order Q : SMA(Q)), t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1, s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล, d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ, B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (backward operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงตัวการปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงตัวการปรับเรียบของค่าระดับ (level, α) และค่าคงตัวการปรับเรียบของค่าความชัน (trend, γ) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (2) [9]

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (2)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า, a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$ และ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$, α และ γ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$ และ $0 < \gamma < 1$, t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ (damped

trend exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลเช่นเดียวกับการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มนั้นไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะช้ากว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงของการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ รวมถึงความชันจะมีค่าลดลงตามเวลา ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) [9]

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \quad (3)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า, a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$ และ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$, α , γ และ ϕ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$ และ $0 < \phi < 1$, t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

2.4 การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' multiplicative exponential smoothing method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล วิธีการพยากรณ์นี้แบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' additive exponential smoothing) ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีอัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มคงที่ กล่าวคือ

อัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป และการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' multiplicative exponential smoothing) ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีอัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป [10] สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เนื่องจากผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคำสั่งของโปรแกรม SPSS คือ $\text{analyze} \rightarrow \text{forecasting} \rightarrow \text{create models}$ และเลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วน of method: เป็น expert modeler พบว่าโปรแกรมได้แนะนำวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด (best-fitting) เป็นวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบอนุกรมเวลาชุดที่ 1 พบว่าค่า MAPE และ RMSE ของวิธีการนี้มีค่าต่ำกว่าอีก 3 วิธี ที่ศึกษา ดังนั้นการศึกษานี้จึงรวมวิธีการพยากรณ์นี้ไว้ด้วย โดยตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (4) [10]

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) \hat{S}_t \quad (4)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า, a_t , b_t และ $\hat{S}_t$ แทนค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์ β_0 , β_1 และ β_2 ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$ และ $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$ และ $\hat{S}_t = \delta \frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$, α , γ และ δ แทนค่าคงตัวการปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$ และ $0 < \delta < 1$, t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1, s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล

2.5 การเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ โดยการเปรียบเทียบค่า MAPE และ RMSE จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เกณฑ์ MAPE และ RMSE แสดงดังนี้ [10]

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad \text{และ} \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (5)$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t , Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t , $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t , t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2

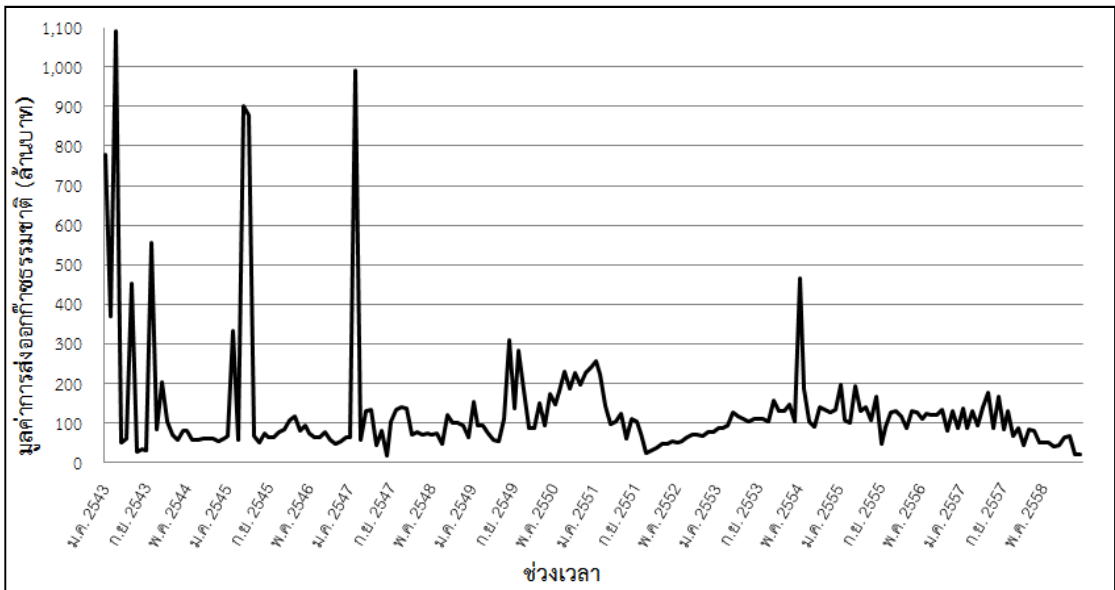
3. ผลการวิจัย

การพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ซึ่งคือ มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 192 ค่า ดังรูปที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ โดยในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2547 มูลค่าการส่งออกมีความผันแปรสูง และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา แนวโน้มมีลักษณะลดลง นอกเหนือจากการพิจารณากราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลาแล้ว ผู้วิจัยยังได้ตรวจสอบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ ดังนี้

มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงปกติ

และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงตรวจสอบค่าเฉลี่ยในแต่ละปี โดยใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistics) พบว่ามูลค่าการส่งออกในแต่ละปี มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 77.251$, $p\text{-value} < 0.0001$) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้ม



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ในแต่ละเดือน เมื่อปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร (อนุกรมเวลาชุดที่ 1 มีความเหมาะสมกับตัวแบบคูณ จึงปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร) ไม่มีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนเท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จึงตรวจสอบค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน โดยใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ พบว่ามูลค่าการส่งออกในแต่ละเดือน เมื่อปรับแนวโน้มออกด้วยการหาร มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน (Kruskal-Wallis: $\chi^2 = 5.745$, $p\text{-value} = 0.890$) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

3.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

กราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 2 พบว่า

อนุกรมเวลายังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d = 1$) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่นับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 คือ ตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 4 ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ในตัวและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว มีความเหมาะสม และจากสมการที่ (1) สามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$(1 - B)Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ในตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.78202\varepsilon_{t-1}$$

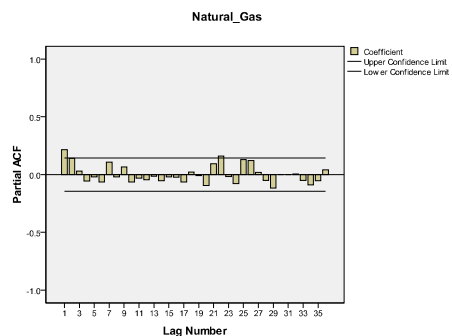
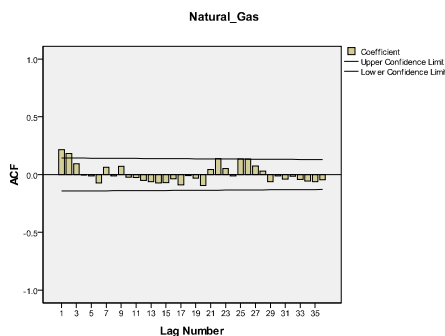
(6) เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t , Y_{t-1} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา $t-1$, ε_{t-1} แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-1$

3.2 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

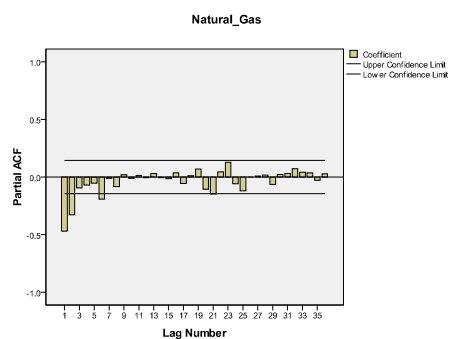
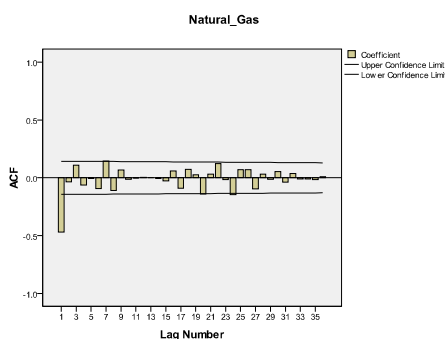
การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 10.060 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 11.888, p-value = 0.752) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 5 ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 43.9857 - 0.9071m \quad (7)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2559



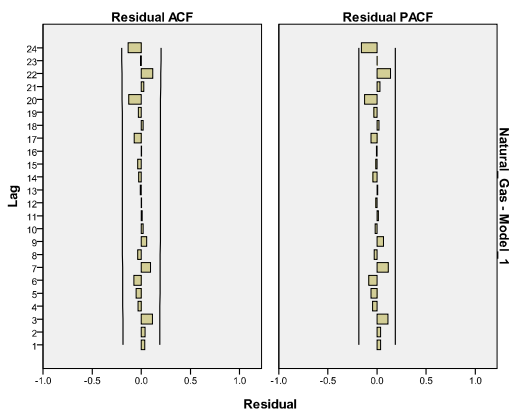
รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้



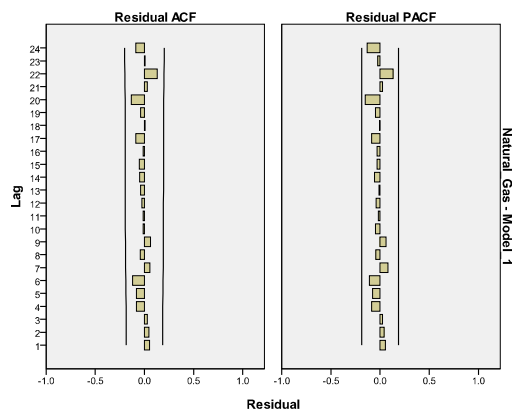
รูปที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ ค่า BIC และค่าสถิติ Ljung-Box Q ของตัวแบบ ARIMA(p, d, q)

ค่าประมาณพารามิเตอร์		ARIMA(p, d, q)			
		ARIMA(2, 1, 1)	ARIMA(2, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว	ARIMA(1, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว	ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว
ค่าคงตัว	ค่าประมาณ	-0.61250	-	-	-
	p-value	0.044			
AR(1): ϕ_1	ค่าประมาณ	0.19471	0.19201	0.19663	-
	p-value	0.011	0.014	0.015	
AR(2): ϕ_2	ค่าประมาณ	0.15326	0.15055	-	-
	p-value	0.044	0.051		
MA(1): θ_1	ค่าประมาณ	0.99533	0.97203	0.94882	0.78202
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000
BIC		10.158	10.133	10.127	10.078
Ljung-Box Q (ณ lag 18)		17.017	14.142	17.757	9.300
p-value		0.318	0.515	0.338	0.930



รูปที่ 4 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว



รูปที่ 5 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

3.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก

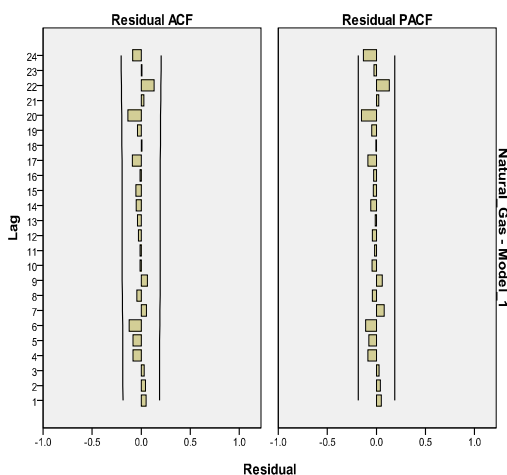
พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 10.093 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 11.870, p-value = 0.698) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 6 ซึ่งพบว่าคุณสมบัติสหสัมพันธ์ในตัวและสมบัติสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความ

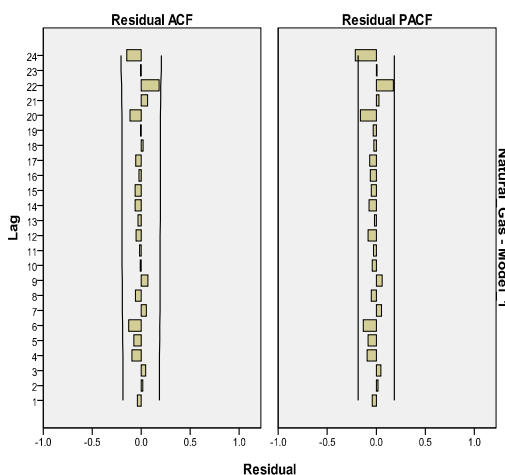
เหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 43.9948 - 0.8867 \sum_{i=1}^m (0.9994)^i \quad (8)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 6 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม



รูปที่ 7 กราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

3.4 ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณพบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 10.014 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.306, p-value = 0.656) เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (แสดงรายละเอียดในรูปที่ 7 ซึ่งพบว่าคุณสมบัติสหสัมพันธ์ในตัวและสมบัติสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ยกเว้นช่วงเวลาที่ 24 มีค่า

สมบัติสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนเกินจากขอบเขตเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลเสียแต่อย่างใด เนื่องจากเป็นความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนที่ห่างกันถึง 24 ช่วงเวลา) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (54.6868 - 1.5619m) \hat{s}_t \quad (9)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนมกราคม พ.ศ. 2559, $\hat{s}_t$ แทนค่าดัชนีฤดูกาล รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี มีค่ามากกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า

ตารางที่ 2 ดัชนีฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ จากวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.87816	พฤษภาคม	0.97624	กันยายน	0.62445
กุมภาพันธ์	1.11467	มิถุนายน	0.79625	ตุลาคม	0.86332
มีนาคม	0.90125	กรกฎาคม	0.56865	พฤศจิกายน	0.6449
เมษายน	0.92674	สิงหาคม	0.68511	ธันวาคม	0.7013

3.5 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์

การใช้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ในสมการที่ (6) ถึง (9) ตามลำดับ ได้ค่าพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาชุดที่ 2 ซึ่งคือ มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน 2559 แสดงดัง

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าจริงกับค่าพยากรณ์ พบว่า วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณเป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด ซึ่งทั้ง 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

ตารางที่ 3 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ (ล้านบาท) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559

ช่วงเวลา	มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติ	มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติ จากการพยากรณ์โดยวิธี			
		บอกซ์-เจนกินส์*	โฮลต์	แฉก	วินเทอร์
ม.ค. 2559	37.10	45.65	43.08	43.11	46.65
ก.พ. 2559	54.60	45.65	42.17	42.22	57.48
มี.ค. 2559	47.50	45.65	41.26	41.34	45.06
เม.ย. 2559	52.50	45.65	40.36	40.45	44.89
พ.ค. 2559	55.80	45.65	39.45	39.57	45.76
มิ.ย. 2559	38.70	45.65	38.54	38.69	36.08
MAPE		15.4215	17.4766	17.3177	12.5685
RMSE		7.6906	10.3596	10.2952	6.7210

*ค่าพยากรณ์จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์ในสมการที่ (6) ของเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 = $21.30 + 0.78202 \times 31.14 = 45.65$ ขณะที่ค่าพยากรณ์ของเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 = $45.65 + 0.78202 \times 0 = 45.65$ (เนื่องจากไม่มีข้อมูลชุดที่ 2 ในโปรแกรม SPSS ทำให้โปรแกรมกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 0)

4. สรุปและวิจารณ์ผล

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 198 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 192 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 6 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด พบว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณเป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด เมื่อใช้วิธีการพยากรณ์นี้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4 และรูปที่ 8 ซึ่งพบว่ามูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม มูลค่าการส่งออกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เพราะนโยบายการค้าระหว่างประเทศ ภาวะเศรษฐกิจ และปัจจัยที่เกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศ [11] ดังนั้นเมื่อมีมูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

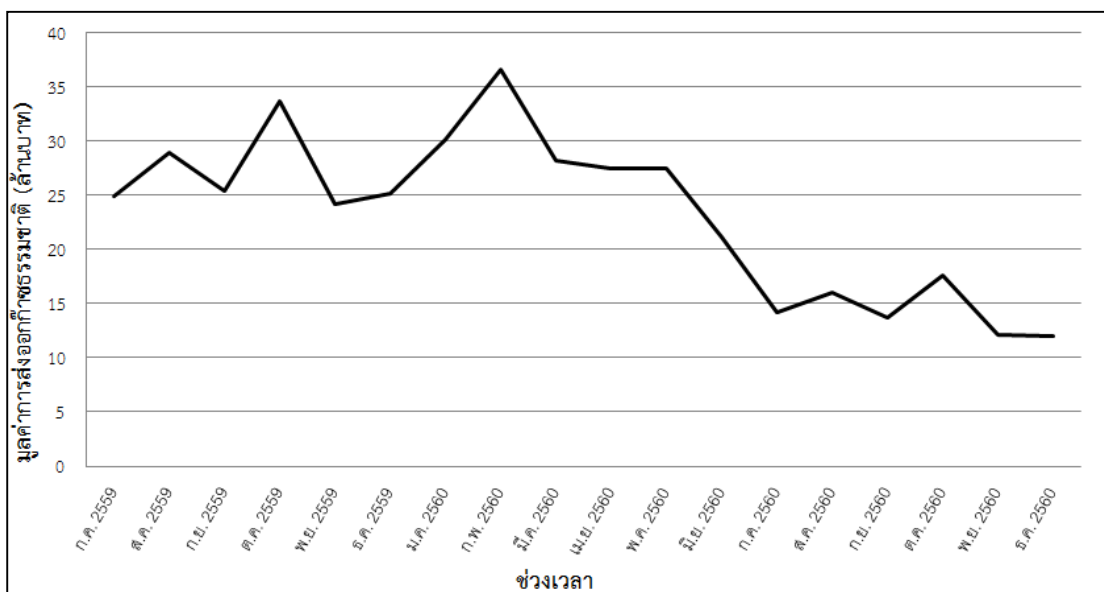
ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ (ล้านบาท) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์
ก.ค. 2559	24.88	ม.ค. 2560	30.19	ก.ค. 2560	14.22
ส.ค. 2559	28.91	ก.พ. 2560	36.58	ส.ค. 2560	16.06
ก.ย. 2559	25.37	มี.ค. 2560	28.17	ก.ย. 2560	13.67
ต.ค. 2559	33.73	เม.ย. 2560	27.52	ต.ค. 2560	17.55
พ.ย. 2559	24.19	พ.ค. 2560	27.47	พ.ย. 2560	12.10
ธ.ค. 2559	25.21	มิ.ย. 2560	21.16	ธ.ค. 2560	12.06

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, มาตรฐานของก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ก๊าซธรรมชาติ, แหล่งที่มา : <http://www.deqp.go.th/knowledge/พล-งานาน/มาร-จ-กประโยชน์-ขอ>
- [2] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), ก๊าซธรรมชาติ คืออะไร, แหล่งที่มา : [https://dscng.pttplc.com/\(S\(5sec5ftuw4ct3w2gnmpn4qlh\)\)/Knowle](https://dscng.pttplc.com/(S(5sec5ftuw4ct3w2gnmpn4qlh))/Knowle)

ง-กาธรรมชาติ-natural-gas-ก-นเถอะ, 25 พฤศจิกายน 2560.



รูปที่ 8 แนวโน้มของมูลค่าการส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ (ล้านบาท)

dge/Knowledge-inside?p=Basic_of_Natural_Gas, 25 พฤศจิกายน 2560.

[3] วิชาการ.คอม, ก๊าซธรรมชาติคืออะไร, แหล่งที่มา : <http://www.vcharkarn.com/varticle/43984>, 25 พฤศจิกายน 2560.

[4] ธนาคารแห่งประเทศไทย, มูลค่าสินค้าส่งออกและนำเข้าผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้, แหล่งที่มา : <http://www2.bot.or.th/statistics/ReportPage.aspx?reportID=597&language=th>, 25 พฤศจิกายน 2560.

[5] ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549, การพยากรณ์เชิงปริมาณ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[6] Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T., 1993, Forecasting and Time Series: An Applied Approach, 3rd Ed., Duxbury Press, California.

[7] Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C., 1994, Time Series Analysis: Forecasting and Control, 3rd Ed., Prentice Hall, New

Jersey.

[8] วรางคณา เรียนสุทธิ, 2559, การพยากรณ์ราคาน้ำมัน, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24(2): 211-224.

[9] IBM Corporation, 2017, IBM SPSS Statistics Information Center, Available Source: <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?>, November 25, 2017.

[10] สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548, เทคนิคการพยากรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

[11] ยิ่งยง แสนเดช, นิดา ขาญบรยง และประสิทธิ์ พัยคณพงษ์, 2554, การศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งสดแช่แข็ง, ว.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) 3(ฉบับพิเศษที่ 2): 32-44.