

## ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณ

### การส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย

## Time Series Forecasting Models for Predicting Export Volumes of Thailand's Ribbed Smoked Sheets

อุปรีษฐา อินทรสาด\* และ นัสสมล บุตรวิเศษ

Uparittha Intarasat\* and Nassamon Bootwisas

สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา  
Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology  
Suvarnabhumi, Ayutthaya

\*E-mail: uparittha.i@rmutsb.ac.th

Received: Nov 03, 2021

Revised: Feb 07, 2022

Accepted: Feb 19, 2022

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยแบบรายเดือน และเพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันประจำปี พ.ศ. 2565 โดยใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 130 ค่า ข้อมูลทั้งหมดถูกแบ่งเป็น 2 ชุด โดยข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา โดยเทคนิคที่เลือกใช้สร้างตัวแบบมี 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้ประเมินความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ ตัวแบบที่สร้างด้วยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด เท่ากับ 11.33% เมื่อใช้ตัวแบบดังกล่าวพยากรณ์การส่งออกยางแผ่นรมควันในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 แบบรายเดือน พบว่าเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณการส่งออกสูงสุด เท่ากับ 53,910,618.14 กิโลกรัม และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 มีปริมาณการส่งออกต่ำสุด เท่ากับ 38,888,915.11 กิโลกรัม

**คำสำคัญ:** ตัวแบบการพยากรณ์ อนุกรมเวลา ปริมาณการส่งออก ยางแผ่นรมควัน

### Abstract

The objectives of this research were to build time series forecasting models for forecasting monthly export volumes of Thailand's ribbed smoked sheets and to forecast the export volumes of ribbed smoked sheets in the year 2022. Data on export volumes of ribbed smoked sheets were from the Office of Agricultural Economics from January 2011 to October 2021 with a total of 130 values. The data were separated into 2 sets. The first set of data from January 2011 to October 2020 with a total of 118 values was used to build time series forecasting models using 3 techniques including the Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, and Winters' additive exponential smoothing method. The second set of data from November 2020 to October 2021 with a total of 12 values was used to assess the accuracy of the time series forecasting models by using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) as an assessment criterion. The results showed that the most accurate model was the one built from Winters' additive exponential smoothing method with the lowest MAPE of 11.33%. When using the most accurate model to predict monthly exports of Thai ribbed smoked sheets from November 2021 to October 2022 the highest export volume was found in December 2021 with the amount of 53,910,618.14 kilograms, and the lowest export volume was found in June 2022 with the amount of 38,888,915.11 kilograms.

**Keywords:** Forecasting model, Time series, Export volume, Ribbed smoked sheets

#### 1. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากต้นยางพาราแทบทุกส่วน โดยเฉพาะยางแผ่นรมควันนับเป็นการแปรรูปยางขึ้นพื้นฐานจากน้ำยางดิบ เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมขั้นต่อไป เช่น ยางรถยนต์ ที่มีการใช้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ยางรัดของ ยางลบ ท่อยาง และยางพื้นรองเท้า เป็นต้น ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติอันดับหนึ่งของโลก โดยร้อยละ 95 ของผลผลิตจะถูกส่งออก ที่เหลืออีกร้อยละ 5 ใช้ในประเทศ ในปี พ.ศ. 2564 พบว่าผลิตภัณฑ์ส่งออกส่วนใหญ่เป็นยางแผ่นรมควันถึงร้อยละ 52 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด [1]

ในปี พ.ศ. 2557 – 2563 การผลิตยางพาราในช่วงที่ผ่านมา เนื้อที่ปลูกยางพาราของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเพิ่มขึ้นจาก 77.98 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2557 เป็น 89 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2563 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี สำหรับผลผลิตยางพาราของโลก เพิ่มขึ้นจาก 12.14 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2557 เป็น 14.59 ล้านตัน ในปี

พ.ศ. 2563 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.79 ต่อปี เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนสูง เมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจอื่น จึงจูงใจให้มีการขยายเนื้อที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องใน 6-7 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในประเทศผู้ผลิตหลักรายใหญ่ของโลก 3 ประเทศ ได้แก่ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ส่งผลให้เนื้อที่กรีดยางและผลผลิตเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย [2] เมื่อความต้องการไม้ยางมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี ประกอบกับนโยบายของรัฐบาลต้องการปรับปรุงพื้นที่การผลิตยางของประเทศ และตามยุทธศาสตร์ยางพาราให้ลดพื้นที่ปลูกยางโดยการแทนที่ด้วยปาล์มน้ำมัน ทำให้การขาดแคลนไม้ยางอาจเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควัน จึงเป็นข้อมูลที่ทางภาครัฐจำเป็นต้องทราบ เพื่อดูแลให้ระบบอุตสาหกรรมไม้ยางดำเนินได้สะดวก มีการผลิตที่เพียงพอกับความจำเป็นในการตั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางปรับปรุงความสามารถในการแปรรูปไม้ยาง ใช้ในการวางแผนการผลิต [3] การปรับเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชชนิดอื่นที่มีความเหมาะสมหรือให้ผลตอบแทน

มากกว่า พร้อมกับกับการตรวจสอบคุณภาพไม้ที่ได้จากกรรมวิธีการผลิต จากการเติบโตของอุตสาหกรรมไม้ยางอย่างต่อเนื่อง ทำให้มองในระยะยาวแล้วไม่สามารถสรุปได้ว่าอุตสาหกรรมที่จะเติบโตเช่นไรต่อไปในอนาคต เมื่อต้องพบอุปสรรคข้อจำกัดด้านวัตถุดิบไม้ยางพาราที่ขาดแคลนเพราะพื้นที่โค่นยางซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบลดลง [4] สวนยางขาดประสิทธิภาพการผลิต ทำให้ได้ผลยางตกต่ำ การพยากรณ์ทางสถิติเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น เมื่อทราบค่าพยากรณ์ในอนาคต จึงส่งผลที่ดีต่อการวางแผนการปลูกยางพาราทำให้เกษตรกรสามารถประมาณการเพิ่มหรือลดพื้นที่การเพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม [5]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการที่จะพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยรายเดือน โดยการเปรียบเทียบกับวิธีการของบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮสต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เพื่อทำการคัดเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดและพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันในอนาคตที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงและมีปริมาณเท่าใดซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งสามารถนำไปวางแผนการผลิต และนำค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถของผู้ประกอบการการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยให้สามารถแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงใช้เป็นแนวทางให้รัฐบาลสามารถออกนโยบายในการสนับสนุนการส่งออกยางแผ่นรมควันได้อย่างเหมาะสมต่อไป

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 130 ค่า คณะผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด

ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่วิธีการของบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮสต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เนื่องจากทั้ง 3 วิธีการพยากรณ์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เพราะจากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรของฤดูกาล โดยที่แนวโน้มมีลักษณะเพิ่มขึ้น และความผันแปรของฤดูกาลมีลักษณะคงที่ ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด

### 2.1. การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีการพยากรณ์ ARIMA เป็นวิธีการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบอาร์มา วิธีนี้เป็นการเลือกตัวแบบ เพื่อใช้ในการพยากรณ์จากการนำอนุกรมเวลามาพิจารณากราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) และตัวแบบที่ได้อาจมีได้มากกว่า 1 ตัวแบบ โดยอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ (Stationary Time Series) นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยคงที่และความแปรปรวนคงที่ [6] โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)<sub>s=12</sub> [7] แสดงดังสมการที่ (1)

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

โดยที่

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$\Phi_P(B^S) = 1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_P B^{PS}$  แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

$(1-B)^d$  แทน ลำดับที่ d ของการหาผลต่างไม่มีฤดูกาล

$(1-B^S)^D$  แทน ลำดับที่ D ของการหาผลต่างมีฤดูกาล

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$  แทนตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q : MA(q))

$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS}$  แทนตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : SMA(Q))

$\delta = \mu \phi_p(B) \Phi_Q(B^S)$  แทน ค่าคงที่ เมื่อ  $\mu$  แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ (Stationary)

$Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n เมื่อ n

แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมชุดที่ 1

s แทน จำนวนฤดูกาล

B แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward

Operator) เมื่อ  $B^s Y_t = Y_{t-s}$

$\epsilon_t$  แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปรกติและเป็นอิสระกันด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา [8]

## 2.2. การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และไม่มีส่วนประกอบของฤดูกาล มีค่าคงที่การปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ

( $\alpha$ ) และค่าคงที่ การปรับเรียบของค่าความชัน ( $\gamma$ ) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (2) [9]

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

โดยที่

$\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+m

$a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา t

แสดง ระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้มตามลำดับ

m แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n_1$  เมื่อ

$n_1$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 [10]

## 2.3. การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method)

การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และมีส่วนประกอบของฤดูกาล [11] มีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ ( $\alpha$ ) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน ( $\gamma$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าฤดูกาล ( $\delta$ ) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (3) [12]

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \hat{S}_{t-s+m} \quad (3)$$

โดยที่

$\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+m

m แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไป

ข้างหน้า

$a_t, b_t$  และ  $\hat{S}_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา t

แสดง ระยะตัดแกน Y ความชันของแนวโน้ม และความผันแปรตามฤดูกาล ตามลำดับ

t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n_1$  เมื่อ

$n_1$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทน จำนวนฤดูกาล [13]

#### 2.4. การเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควันของประเทศไทย โดยการเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควันในข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2564 กับค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควันจากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เพื่อคำนวณค่า MAPE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด [14] เกณฑ์ MAPE แสดงดังสมการที่ (4)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100 \quad (4)$$

โดยที่

$Y_t$  แทน ค่าจริงของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$n$  แทน จำนวนข้อมูลที่นำมาพยากรณ์

#### 2.5. ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ

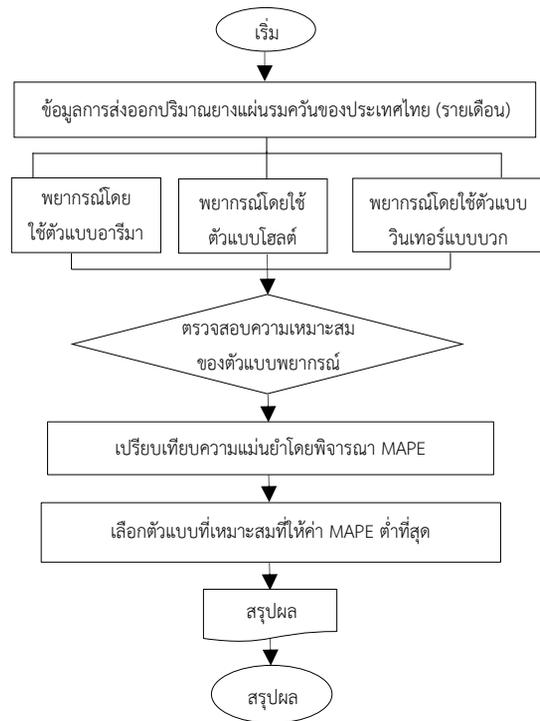


Figure 1 Process diagram

#### 3. ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควัน โดยใช้ตัวแบบอาร์มา ตัวแบบโฮลต์ และตัวแบบวินเทอร์แบบบวก เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควัน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งใช้ในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ และส่วนที่สอง จะทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ซึ่งตัวแบบที่เหมาะสมจะให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จากนั้นจะทำการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกอย่างแผ่นดินรรมควันรายเดือน สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือนข้างหน้าในปี พ.ศ. 2565

### 3.1. ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

พิจารณาจากลักษณะของสหสัมพันธ์ในตัวโดย  
 ระบุพารามิเตอร์  $q, Q$  ในตัวแบบและสหสัมพันธ์ในตัวโดย  
 ตัวบางส่วนของข้อมูลโดยระบุ  $p, P$  ในตัวแบบสามารถดู  
 ได้จากกราฟ ACF และ PACF ดังแสดงใน Figure 2  
 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ นั่นคือชุดของข้อมูลมีการ  
 เคลื่อนไหวไปตามแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลา (Time  
 Trend) และความแปรปรวนวิ่งห่างออกจากเดิมไปเรื่อย ๆ  
 ตามแนวโน้มของระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึง  
 ทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ( $d = 1$ )  
 ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูล  
 แล้ว ดังแสดงใน Figure 3 ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามี  
 ลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้  
 พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังแสดงใน Table 1  
 โดยตัวแบบพยากรณ์มีค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  
 เหมาะสม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่าสถิติ Ljung-Box  
 $Q(18)$  เท่ากับ 25.994 และค่า  $p$ -value = 0.081 ซึ่ง  
 มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นตัวแบบที่พิจารณา  
 มีความเหมาะสม เมื่อตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของ  
 ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่าความคลาด  
 เคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov  $Z =$   
 $0.065, p$ -value = 0.200) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน  
 (Ljung-Box  $Q(27) = 27.266, p$ -value = 0.369) มี  
 ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ ( $t = 0.503, p$ -value =  
 $0.616$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene  
 Statistic = 0.644,  $p$ -value = 0.786) ดังนั้นตัวแบบที่  
 เหมาะสม นั่นคือ ARIMA(1,1,1)(1,0,1)<sub>12</sub> ไม่มีพจน์ค่าคงที่  
 ซึ่งตัวแบบพยากรณ์สามารถเขียนดังสมการที่ (5) ได้ดังนี้

$$(1 - \Phi_1 B^{12})(1 - B^1)Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12})\varepsilon_t$$

$$(1 - B - \Phi_1 B^{12} + \Phi_1 B^{13})Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12})\varepsilon_t$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \Phi_1 Y_{t-12} - \Phi_1 Y_{t-13} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12}$$

เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จาก Table 1 จะได้ตัว  
 แบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.958Y_{t-12} - 0.958Y_{t-13} - 0.805\varepsilon_{t-12} \quad (5)$$

โดยที่

$\hat{Y}_t$  แทนค่าพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$   
 $Y_t$  แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$   
 $\varepsilon_t$  แทน ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา  $t$   
 $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$

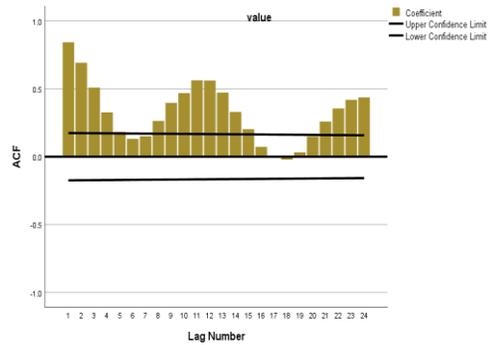


Figure 2 ACF plot of time series of export volumes of Thai ribbed smoked sheets

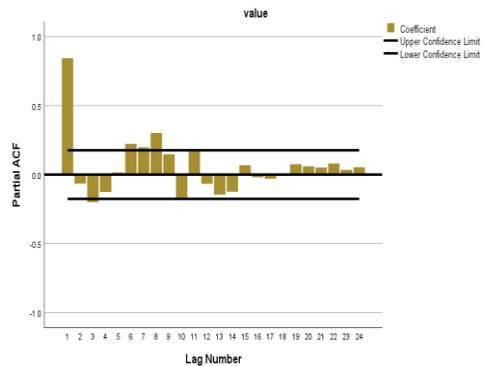


Figure 3 PACF plot of time series of export volumes of Thai ribbed smoked sheets

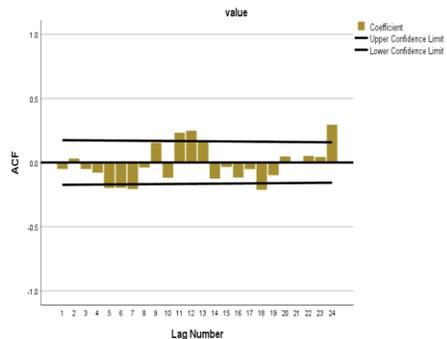


Figure 4 ACF plot of time series of export volumes of Thai ribbed smoked sheets when converting the trend difference data

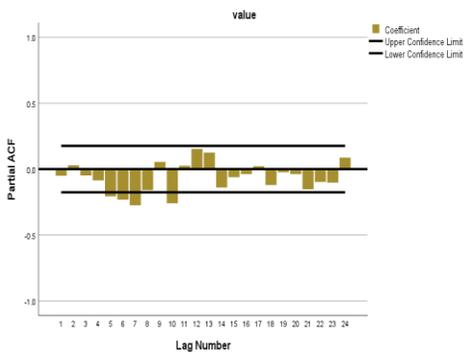


Figure 5 PACF plot of time series of export volumes of Thai ribbed smoked sheets when converting the trend difference data

Table 1 Parameters estimation of ARIMA model

ARIMA(p,d,q)(P,D,Q) <sub>12</sub>		
Parameters Estimation		ARIMA(1,1,1)(1,0,1) <sub>12</sub> Non-constant
constant	estimate	-
	p-value	-
AR(1): $\phi_1$	estimate	-
	p-value	-
MA(1): $\theta_1$	estimate	-
	p-value	-
SAR(1): $\Phi_1$	estimate	0.958
	p-value	0.000*
SMA(1): $\Theta_1$	estimate	0.805
	p-value	0.000*
Ljung-Box Q (lag 18)		25.994
p-value		0.081

### 3.2. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์

จากการตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.062, p-value = 0.200) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Durbin-Watson = 2.243) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่าง

จากศูนย์ (t = 0.154, p-value = 0.878) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.146, p-value = 0.337) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสมสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (6)

$$\hat{Y}_{t+m} = 84,536,104.366 - 402,841.754(m) \quad (6)$$

โดยที่

$\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+m เมื่อ m เท่ากับ 1 ถึง 12 (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า)

### 3.3. ผลการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก

เมื่อนำข้อมูลชุดที่ 1 ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยรายเดือน มาเขียนกราฟเทียบกับเวลา เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันรายเดือน พบว่า อนุกรมเวลาที่มีความแปรผันตามฤดูกาลคงที่ เนื่องจากความผันแปรตามฤดูกาลมีค่าไม่เพิ่มไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ และคำนวณค่าดัชนีฤดูกาลแสดงดัง Table 2 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.076, p-value = 0.064) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Durbin-Watson = 0.975) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ (t = 0.285, p-value = 0.776) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.768, p-value = 0.670) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสมสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (7)

$$\hat{Y}_{t+m} = 62,821,885 - 647,229(m) + \hat{S}_{t-S+m} \quad (7)$$

โดยที่

$\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t+m เมื่อ m เท่ากับ 1 ถึง 12 (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า)

$\hat{S}_t$  แทน ค่าดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t รายละเอียดแสดงดัง Table 2

**Table 2** Positive seasonal index for Thailand's export volume forecast of rubber smoked sheet from November, 2020 to October, 2021

Year	Month	$\hat{S}_t$
2020	November	5,199,926.057
	December	13,063,547.994
2021	January	8,162,328.803
	February	3,829,378.824
	March	2,833,777.240
	April	-5,555,957.851
	May	-10,383,242.872
	June	-10,925,998.826
	July	-7,424,833.418
	August	-115,379.535
	September	139,243.903
	October	1,177,209.682

### 3.4. การเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี

จากการพยากรณ์ของทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการของบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งมีการตรวจสอบความแม่นยำ คือ เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า ได้ค่าพยากรณ์และค่า MAPE แสดงได้ดัง Table 3 ผลการตรวจสอบพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่แตกต่างจากข้อมูลจริงน้อยที่สุด โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพยากรณ์ต่อไป

**Table 3** Actual and forecast values of smoked sheet rubber export volumes from November, 2020 to October, 2021 and the mean absolute error percentage (MAPE)

Year	Month	Real value	forecasting methods		
			BJ	HOLT	Winter Add
2020	November	37.937	49.428	47.238	47.417
	December	35.646	54.017	47.008	53.911
2021	January	33.608	50.938	46.778	50.163
	February	39.248	48.581	46.547	47.138
	March	52.358	48.787	46.317	45.107
	April	35.369	42.061	46.087	42.236
	May	36.305	39.290	45.857	40.620
	June	41.208	38.256	45.627	38.889
	July	42.660	41.112	45.397	43.198
	August	46.917	45.741	45.167	48.372
	September	41.748	44.665	44.936	47.988
	October	47.477	46.437	44.706	49.637
MAPE			12.911	13.981	11.334

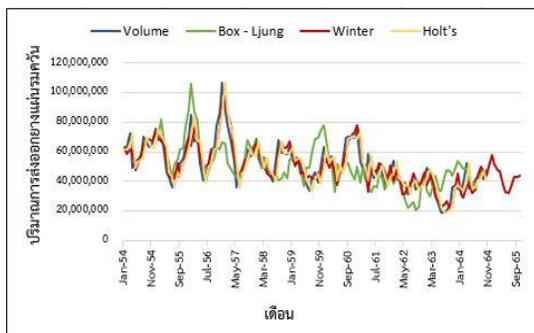
\* Unit: Million Baht

### 3.5. ผลการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควัน

การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ ซึ่งพบว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการดังกล่าวในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควัน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2565 รายละเอียดดังแสดงใน Table 4 และ Figure 6

**Table 4** Forecast of export volumes of Thai ribbed smoked sheets during November, 2021 to December, 2022 using Winters' additive exponential smoothing.

Year	Month	Forecast (kilogram)
2021	November	47,416,518.17
	December	53,910,618.14
2022	January	50,162,610.72
	February	47,137,966.30
	March	45,106,651.93
	April	42,236,492.16
	May	40,620,188.11
	June	38,888,915.11
	July	43,198,476.60
	August	48,371,512.76
	September	47,988,495.24
	October	49,636,808.70



**Figure 6** Comparison of export volumes of Thai ribbed smoked sheets and predictive values from 3 methods

#### 4. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 130 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม

พ.ศ. 2554 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 118 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก อนุกรมเวลาข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด เท่ากับร้อยละ 11.334 ซึ่งค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันสูงสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 เท่ากับ 53,910,618.14 กิโลกรัม และต่ำสุดคือเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 เท่ากับ 38,888,915.11 กิโลกรัม รองลงมา คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ ตามลำดับ จึงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Riansut [8] ที่ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาน้ำยางสด โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของการยางแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 130 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 จำนวน 120 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 10 ค่า นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความ

ถูกต้องของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษานั้นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ดังนั้นผู้ที่นำตัวแบบการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ควรระมัดระวังอาจมีผลกระทบที่เกิดจากความไม่แน่นอน เช่น การเมือง เศรษฐกิจ ภัยธรรมชาติ เป็นต้น เมื่อมีข้อมูลปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันที่เป็นปัจจุบัน ควรนำมาปรับปรุงและสร้างตัวแบบการพยากรณ์ใหม่อยู่เสมอ เพื่อให้การพยากรณ์ถูกต้องแม่นยำและเป็นปัจจุบันต่อไป

## 5. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด หรือมีค่า MAPE ต่ำที่สุด จึงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทย โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 11.334 ซึ่งค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันสูงสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 เท่ากับ 53,910,618.14 กิโลกรัม และต่ำสุดคือเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 เท่ากับ 38,888,915.11 กิโลกรัม และค่าพยากรณ์จากวิธีการทางสถิติทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่าพยากรณ์ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าจริงและการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์เหมาะสมที่จะนำไปพยากรณ์ปริมาณการส่งออกยางแผ่นรมควันของประเทศไทยต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำหรับข้อมูลการส่งออกปริมาณยางแผ่นรมควันของประเทศไทย และสาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัด

พระนครศรีอยุธยา ที่อนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 7. References

- [1] Admin, C. 2019. **Industrial Drop.** <https://numismaticliteraryguild.org>. Accessed 5 September, 2021. (in Thai)
- [2] Business information center. 2019. **Rubber Exports of Thailand.** <http://www.thaibiz.net>. Accessed 5 September, 2021. (in Thai)
- [3] Sowcharoensuk, C. 2019. **Processing Rubber Industry.** [https://km.raot.co.th/uploads/dip/userfiles/1\\_km/IO\\_Rubber\\_190617\\_TH\\_EX.pdf](https://km.raot.co.th/uploads/dip/userfiles/1_km/IO_Rubber_190617_TH_EX.pdf). Accessed 5 September, 2021. (in Thai)
- [4] Office of Agricultural Economics. 2019. **Export.** <https://impexp.oae.go.th>. Accessed 5 September, 2021. (in Thai)
- [5] Rubber Authority of Thailand. 2018. **Rib Smoked Sheet.** <http://www.raot.co.th>. Accessed 5 September, 2021. (in Thai)
- [6] Taesombat, S. 2006. **Quantitative Forecasting,** Bangkok: Kasetsart University Press. (in Thai)
- [7] Box, G.E.P. and et al. 2016. **Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5<sup>th</sup> Edition.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Riansut, W. 2016. Forecasting Natural Rubber Latex Price. **Science and Technology Journal.** 24(2): 211-214. (in Thai)
- [9] Montgomery, D.C., Jennings, C.L. and Kulahci, M. 2008. **Introduction to Time Series Analysis and Forecasting.** New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- [10] Rajakovich, D. and Vladimirov, V. 2009. Prediction markets as a medical forecasting tool: Demand for hospital services. **The Journal of Prediction Markets**. 3(2): 78-106.
- [11] Choopradit, B. and Chaipitak, C. 2018. Forecasting model for mango export volumes of Thailand. **Naresuan University Journal: Science and Technology**. 26(2): 74-85. *(in Thai)*
- [12] Jatuporn, C. and Sukprasert, P. 2016. Forecasting models for rubber production and export quantity of Thailand. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 44(2): 219-228. *(in Thai)*
- [13] Saetern, M. 2016. **Rubber History**. <https://sites.google.com/site/manlikasaetern/prawati-khxng-yangphara>. Accessed 30 November 2021. *(in Thai)*
- [14] Riansut, W. 2016. Forecasting model for the export values of rubber wood and furniture of Thailand. **Burapha Science and Technology Journal**. 24(3): 108-122. *(in Thai)*