

การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์

Forecasting the Aluminum Price in the London Metal Exchange Using Box-Jenkins Method

อภิวัดน์ ทีปักษ์พันธุ์, เฉลิมพล จตุพร และ อภิญญา วนเศรษฐ

Apiwat Teepraksapan, Chalermpon Jatuporn and Apinya Wanaset

สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

School of Economics, Sukhothai Thammathirat Open University

E-mail: Chalermpon.Jat@stou.ac.th, Jatuporn.stou@gmail.com

Date Receive: 20 July 2022 Date Revised: 27 October 2022

Date Accepted: 09 June 2023 Date Accepted online: 27 June 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในตลาดโลก และพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนเป็นระยะเวลา 18 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ข้อมูลที่นำมาศึกษามีลักษณะเป็นอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 138 เดือน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในตลาดโลก และการพยากรณ์ประยุกต์ใช้แนวคิดของบ็อกซ์-เจนคินส์ หรือแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s ทั้งนี้ ราคาอลูมิเนียมที่ใช้ในการศึกษา คือ ราคาอลูมิเนียมปฐมภูมิของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ประเภทการชำระเงินแบบซื้อสดจากตลาดโลหะลอนดอน ผลการศึกษาพบว่า การผลิตและการใช้อลูมิเนียมในตลาดโลกมีแนวโน้มเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง สืบเนื่องจากอุปสงค์การใช้อลูมิเนียมในภาคอุตสาหกรรมขยายตัวขึ้นมากโดยเฉพาะความต้องการใช้อลูมิเนียมของประเทศจีน ด้านการค้าและการตลาด พบว่า มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมของทวีปเอเชียมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาในระดับประเทศพบว่า สหรัฐอเมริกามีมูลค่าการนำเข้าสูงสุด และรัสเซียมีมูลค่าการส่งออกสูงสุด สำหรับการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนพบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์คือ SARIMA(0,1,0)(2,1,1)₁₂ ซึ่งมีร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับร้อยละ 3.426 และร้อยละ 95.096 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน พบว่า ปี พ.ศ. 2565 ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย ร้อยละ 0.123 เมื่อเปรียบเทียบกับปีก่อนหน้า

คำสำคัญ : การพยากรณ์ การวิเคราะห์ทางอนุกรมเวลา ตลาดล่วงหน้า แบบจำลองซาริมา การค้าอลูมิเนียม

Abstract

This research studied the situation of aluminum production, marketing, and trade in the world market to analyze the London Metal Exchange (LME) aluminum price for 18 months, from July 2021 to December 2022. The data was a monthly time series from January 2010 to June 2021 for a total of 138 months. Descriptive statistics was used with the Box-Jenkins method and SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s model. Aluminum price was the primary aluminum futures price in the form of cash payment from the LME. Results were that production and use of aluminum in the world market tended to grow continuously due to an increasing demand in the industrial sector, especially in China. In terms of trade and marketing, Asia's aluminum imports have a tendency to increase, while the United States had the highest import values and Russia the highest export values. LME price forecasting indicated that the appropriate forecasting model was SARIMA (0,1,0)(2,1,1)₁₂, with mean absolute percentage error and correlation coefficient equal to 3.426 percent and 95.096 percent, respectively. These LME price forecasting findings suggested that aluminum prices in the LME in 2022 were likely to decrease by 0.123 percent on average compared to the previous year.

Keywords: Forecasting, Time series analysis, Future market, SARIMA model, Aluminum trade

บทนำ

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่พบอยู่ตามธรรมชาติโดยอยู่ในรูปของแร่บอกไซต์ เมื่อนำแร่บอกไซต์ไปผ่านกระบวนการสกัดเป็นผงอลูมินาและนำไปผ่านกรรมวิธีทางไฟฟ้า สิ่งที่ได้คือ อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 99 เรียกว่า “อลูมิเนียมปฐมภูมิ” อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น มีน้ำหนักเบากว่าเหล็กถึง 1 ใน 3 จึงนิยมนำไปทำเป็นชิ้นส่วนยานพาหนะสมัยใหม่ที่มีน้ำหนักเบาเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและการสามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดีเยี่ยม จึงนิยมนำไปใช้ในระบบปรับอากาศและระบบแลกเปลี่ยนความร้อน ผิวสวยงามเหมาะแก่การใช้เป็นวัสดุประดับตกแต่ง มีความสามารถด้านการขึ้นรูปดี

โดยสามารถนำไปรีดแผ่นบางหรือขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย อีกทั้งยังเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย อลูมิเนียมสามารถนำไปหลอมเพื่อนำมาใช้ใหม่ได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง โดยไม่สูญเสียคุณสมบัติซึ่งใช้พลังงานเพียงร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิ

ตลอดหลายปีที่ผ่านมา อุปสงค์การบริโภคอลูมิเนียมทั่วโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อไป โดยเฉพาะตลาดอลูมิเนียมสำหรับกลุ่มบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มรวมถึงอลูมิเนียมสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ ทั้งนี้อุปสงค์ของอลูมิเนียมทั่วโลกนั้น มีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.0 – 3.8 ต่อปี (พ.ศ. 2562 - 2567) (ธนาคารยูโอบี, 2562) โดยมีประเทศจีนเป็นผู้นำทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน จากข้อมูลสถิติการผลิตอลูมิเนียมของ World Bureau of Metal Statistics (2021) ระบุว่าในช่วงไตรมาส 1 – ไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2563 จีนมีอุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.4 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงไตรมาสเดียวกันของปี พ.ศ. 2562 แม้ว่าจะได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ก็ตาม

ข้อมูลสถิติจากมูลค่าการนำเข้าและการส่งออกของประเทศไทยโดยกรมศุลกากร พ.ศ. 2553 – 2562 แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าและการส่งออกอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากแหล่งนำเข้าต่าง ๆ เช่น จีน มาเลเซีย ญี่ปุ่น โดยมีการนำเข้าวัตถุดิบอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูปในปริมาณสูงสุด และวัตถุดิบอลูมิเนียมเหล่านั้นถูกนำมาปรับส่วนผสมทางเคมี จากนั้นแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกทั่วโลก เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ สำหรับสินค้าอลูมิเนียมส่งออกของประเทศไทยที่มากที่สุดคือ อลูมิเนียมสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เช่น กรอบประตู หน้าต่าง โครงหลังคา นอกจากนี้ ผลจากการเข้ามาลงทุนของบริษัทต่างชาติเพื่อใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตอลูมิเนียมม้วนแผ่นรีด ส่งผลให้ปริมาณการส่งออกอลูมิเนียมแผ่นรีดความหนาแน่นกว่า 0.2 มิลลิเมตร เพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วง 5 ปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2558 – 2562) (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2564)

ปัจจุบันการซื้อขายอลูมิเนียม มีตลาดซื้อขายใหญ่ที่สุดในโลกคือ ตลาดโลหะลอนดอนซึ่งเป็นตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้า (Futures Market) ทั้งนี้ จรินทร์ ชลไพศาล และคณะ (2551) ได้ระบุว่าร้อยละ 98 ของราคาการซื้อขายโลหะนอกกลุ่มเหล็กทั่วโลกอ้างอิงมาจากตลาดโลหะลอนดอน โดยข้อสำคัญที่ทำให้ตลาดโลหะลอนดอนเป็นที่ยอมรับเพื่อใช้เป็นตลาดอ้างอิงมายาวนานมีอยู่ 3 ประการคือ (1) ผู้เข้าร่วมตลาดสามารถป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาได้โดยการซื้อขายสัญญาล่วงหน้า (Futures) และ(หรือ) การซื้อขายตราสารสิทธิ (Option) (2) ราคาการซื้อขายของตลาดโลหะลอนดอนถูกใช้เป็นราคาอ้างอิงทั่วโลก และ (3) ตลาดโลหะลอนดอนมีเครือข่ายคลังสินค้าอยู่ทั่วโลกซึ่งมีผลต่อการอำนวยความสะดวกในการจัดส่งสินค้า ทั้งนี้ ราคาอลูมิเนียมที่มีการซื้อขายอยู่ในตลาดโลหะลอนดอนนั้นแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะของเงื่อนไขการชำระเงิน เช่น ราคาเงินสด (Cash Buyer), ราคาซื้อล่วงหน้า 3 เดือน (3-month Buyer), อนุญาโตตุลาการ 3 เดือน (3-month ABR) เป็นต้น สำหรับประเทศไทยนั้นไม่มีการทำเหมืองแร่รวมถึงอุตสาหกรรมถลุงแร่อลูมิเนียม ดังนั้น กรมอุตสาหกรรม

พื้นฐานและการเหมืองแร่ (กพร.) จึงไม่มีการประกาศราคาแร่อลูมิเนียมเพื่อเก็บค่าภาคหลวง และให้อ้างอิงราคาจากตลาดโลหะลอนดอนเป็นหลัก

ด้วยเหตุนี้ ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลกได้รับอิทธิพลจากอุปสงค์และอุปทานเป็นปัจจัยหลัก แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่สามารถส่งผลให้ราคาอลูมิเนียมเกิดความเคลื่อนไหวได้เช่นกัน เช่น สถานการณ์การเมือง ภาวะเศรษฐกิจโลก อัตราเงินเฟ้อ สงครามการค้า และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นเมื่อภาวะอุปสงค์ อุปทานและสถานการณ์โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจึงได้สะท้อนไปสู่ราคาอลูมิเนียมให้มีการปรับตัวและเคลื่อนไหวไปตามสาเหตุข้างต้น ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการธุรกิจอลูมิเนียมในหลายด้าน เช่น (1) กระบหต่อต้านทุนนำเข้าอลูมิเนียมเพื่อมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูป (2) กระบหต่อการวางแผนปริมาณสำรองวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง กล่าวคือ หากผู้ประกอบการสามารถทราบได้ว่าราคาอลูมิเนียมในอนาคตกำลังจะปรับตัวสูงขึ้น ก็อาจจะมีการเร่งสำรองวัตถุดิบคงคลังไว้ล่วงหน้าก่อนที่ราคาจะปรับตัวสูงขึ้นเพื่อประหยัดต้นทุนในอนาคต และ (3) กระบหต่อการกำหนดราคาสินค้าหรือสัญญาซื้อขายอลูมิเนียมกับคู่ค้า ซึ่งหากผู้ซื้อและผู้ขายสามารถทราบทิศทางของราคาล่วงหน้าก็จะสามารถกำหนดเงื่อนไขซื้อขายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้เห็นโอกาสที่จะใช้วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติเพื่อพยากรณ์ราคาล่วงหน้าของอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักลงทุนผู้หวังผลกำไร ช่วยลดความเสี่ยง และเพิ่มโอกาสทำกำไรให้กับผู้ประกอบการอลูมิเนียมที่ต้องการข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายซื้อขายวัตถุดิบอลูมิเนียม และใช้วางแผนการสำรองปริมาณวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง รวมถึงเพื่อให้เข้าใจสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในตลาดโลก

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในตลาดโลก
2. เพื่อพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

การทบทวนวรรณกรรม

การค้าระหว่างประเทศคือ การแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการระหว่างประเทศ การนำเข้าหรือส่งออกสินค้าหรือบริการสามารถทำให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างรวดเร็วและมีมาตรฐานการครองชีพที่ดี (ทัชฌัมย์ ฤกษ์สุด, 2549) ดังนั้น การค้าระหว่างประเทศมีความสำคัญต่อประเทศกำลังพัฒนาในการสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การส่งออกนั้นทำให้เกิดการขยายตัวของอุปสงค์ภายในประเทศ กระตุ้นให้มีการผลิตเพื่อการส่งออกอีก เพิ่มการจ้างงานและทำให้มีการใช้ทรัพยากรในประเทศอย่างเต็มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าที่ตนถนัดเพื่อ

ส่งออก เกิดการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากประเทศที่พัฒนาแล้วไปสู่ประเทศกำลังพัฒนา รวมถึงทำให้เกิดการพัฒนา ด้านเทคโนโลยี ความรู้ ทักษะการทำงานต่าง ๆ ในการที่จะพัฒนาสินค้าออกขายแข่งขันกับต่างประเทศ (ธวัชรณ กนิษฐพงศ์ และนิสิต พันธมิตร, 2552)

การค้าอูมิเนียม เริ่มมีการซื้อขายในตลาดโลหะลอนดอนในปี ค.ศ. 1978 ลักษณะสัญญาการซื้อขายเป็นแบบสัญญาซื้อขายล่วงหน้า โดยผู้ซื้อและผู้ขายทำการตกลงราคากัน ณ ปัจจุบัน ซึ่งจะมีการส่งมอบอูมิเนียมและชำระเงินกันในอนาคตตามเงื่อนไขและราคาที่ได้ทำการตกลงกันไว้ จำนวนหน่วยที่ใช้ในการซื้อขายจะถูกเรียกว่า ล็อต โดยหนึ่งล็อตมีอูมิเนียมจำนวน 25 ตัน ราคาที่ใช้การออกใบเสนอราคาจะใช้เป็นสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐต่อตัน สกุลเงินที่สามารถนำมาชำระเพื่อรับสินค้าได้นั้นจะมี 4 สกุลเงินคือ ดอลลาร์สหรัฐ เยน ปอนด์ และยูโร สำหรับผลิตภัณฑ์อูมิเนียมที่นำมาซื้อขายกันนั้น ปกติอูมิเนียมจะไม่ได้ซื้อขายกันในตลาดหลักทรัพย์ ทั้งนี้ ยอดขายและการจัดส่งที่เกิดขึ้นกว่าร้อยละ 90 นั้น เกิดขึ้นภายใต้สัญญาซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อ อูมิเนียมจึงเป็นสินค้าแลกเปลี่ยนซึ่งมีคุณลักษณะที่เป็นมาตรฐาน โดยผู้บริโภคมองไม่สนใจว่าบริษัทใดเป็นผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์จึงสามารถใช้แทนกันได้ และยังง่ายต่อการขนส่งและจัดเก็บ ด้วยเหตุนี้ ในตลาดแลกเปลี่ยนวัตถุดิบจึงมีการซื้อขายผลิตภัณฑ์ต้นน้ำมากกว่าสินค้าสำเร็จรูปหรือสินค้าสำเร็จรูป (UC Rusal, 2021) ราคาแลกเปลี่ยนที่กำหนดขึ้นจากการซื้อขาย เป็นเกณฑ์มาตรฐานราคาสำหรับผู้ขายและผู้ซื้ออูมิเนียมทั่วโลก อย่างไรก็ตาม ราคานี้ยังไม่ใช่ต้นทุนสุดท้ายของโลหะ ดังนั้น ราคาอูมิเนียมขั้นสุดท้ายสำหรับผู้บริโภคจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ (1) ราคาตลาดโลหะลอนดอน (2) ค่าพรีเมียมระดับภูมิภาคที่ขึ้นอยู่กับความพร้อมของโลหะในตลาดเฉพาะ และ (3) ส่วนเพิ่มของสินค้าโภคภัณฑ์ขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าโภคภัณฑ์สำหรับราคาอูมิเนียมนั้น เนื่องจากอูมิเนียมไม่ใช่เครื่องมือป้องกันความเสี่ยงอีกทั้งไม่ได้ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการลงทุน ราคาอูมิเนียมส่วนใหญ่ยังคงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของโลกโดยเคลื่อนไหวไปตามพลวัตของอุปสงค์และอุปทาน (Forbes, 2019)

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์ (Box-Jenkins) เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมต่อการคาดการณ์แนวโน้มข้อมูลอนุกรมเวลา ทั้งนี้ หลักการในการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์จะพิจารณาจากค่าอัตสหสัมพันธ์ (Autoregressive process: AR) ระหว่าง Y_t ณ คาบเวลา t (Y_t) กับคาบเวลาในอดีต (Y_{t-1} , Y_{t-2} , ...) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving average process: MA) ในอดีต (ϵ_{t-1} , ϵ_{t-2} , ...) ซึ่งเมื่อได้สมการพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้วก็จะใช้สมการดังกล่าวเพื่อพยากรณ์หรืออธิบายพฤติกรรมของข้อมูลในอนาคต (Y_{t+1} , Y_{t+2} , ...) (พิชญารณ ตวงกิจกุล และอรรถพล สืบพงศกร, 2564; Pisuttinusart et al., 2022) ทั้งนี้ วิธีบ็อกซ์-เจนคินส์มีความเหมาะสมต่อการพยากรณ์ทางอนุกรมเวลาเพราะสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลที่มีองค์ประกอบของแนวโน้มเวลาและอิทธิพลของฤดูกาล หรือเรียกตัวแบบพยากรณ์ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average หรือ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) การกำหนดรูปแบบจำลอง ด้วยวิธีการทดสอบความหยุดนิ่งด้วยวิธี ADF unit root จากนั้นจึงหาลำดับของรูปแบบ AR(p) และ MA(q) ตามลำดับ (2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s ที่ได้เลือกไว้ ด้วยวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood: ML) (3) การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ว่าต้องไม่มีปัญหาความคลาดเคลื่อน มีสหสัมพันธ์กัน โดยใช้สถิติ Ljung-Box (Q-statistic) และ (4) การพยากรณ์ออกไปข้างหน้า (จิรัฐา คำบุญ และคณะ, 2564; ภูมิฟ้า รัศมีเนตร และคณะ, 2564; Gujarati & Porter, 2009)

การประยุกต์ใช้แนวคิดด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์เพื่อพยากรณ์ราคาสินค้าโภคภัณฑ์ เช่น Dooley and Lenihan (2005) ได้พยากรณ์ราคาตะกั่วในตลาดโลหะลอนดอนพบว่า แบบจำลอง ARIMA ให้ผลลัพธ์ในการพยากรณ์ได้ดีกว่าแบบจำลอง Lagged Forward Prices นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงข้อดีจากการพยากรณ์ราคาตะกั่วล่วงหน้าคือ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อบริษัททำเหมืองหากสามารถคาดการณ์ราคาโลหะเพื่อช่วยในการวางแผนล่วงหน้าได้ ต่อมา Lu et al. (2012) ได้พยากรณ์ราคาตะกั่วด้วยแบบจำลอง ARIMA(3,1,4) โดยแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือและมีความแม่นยำสูง ซึ่งมีความผิดพลาดในการทำนายเพียงร้อยละ 2.97 อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์ดังกล่าวมีความแม่นยำสูงในระยะสั้น แต่การพยากรณ์ยังมีระยะเวลานานมากขึ้นจะส่งผลให้มีความแม่นยำลดน้อยลง สำหรับการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมนั้น Ru and Ren (2012) ได้พยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดจีนด้วยแบบจำลอง ARMA(1,0) โดยตัวแบบพยากรณ์มีความแม่นยำสูงและมีความผิดพลาดในการทำนายเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ เอกชัย นิตยาเกษตรวัฒน์ (2553) ได้พยากรณ์ราคาทองคำด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์ หรือแบบจำลอง ARIMA และพบว่าผลการพยากรณ์ด้วยข้อมูลรายวันมีประสิทธิภาพมากที่สุด อย่างไรก็ตาม บรรจบ ชื่นสุวรรณ (2559) ได้พยากรณ์ราคาผลผลิตน้ำมันปาล์มของประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองต่าง ๆ ซึ่งได้พบว่า แบบจำลอง SARIMA(2,1,2)(0,1,1)₁₂ มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ด้วยวิธีอื่น ๆ พิจารณาจากสถิติ Root Mean Square Error (RMSE) ทั้งนี้ การวัดประสิทธิภาพความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ นอกจากการประยุกต์ใช้สถิติ RMSE แล้ว ยังสามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง (Actual Value) กับค่าพยากรณ์ (Forecasted Value) เช่น การศึกษาของ ไพศาล เรืองฤทธิ์ และคณะ (2563) และ Jatuporn et al. (2020) เป็นต้น

ระเบียบวิธีวิจัย

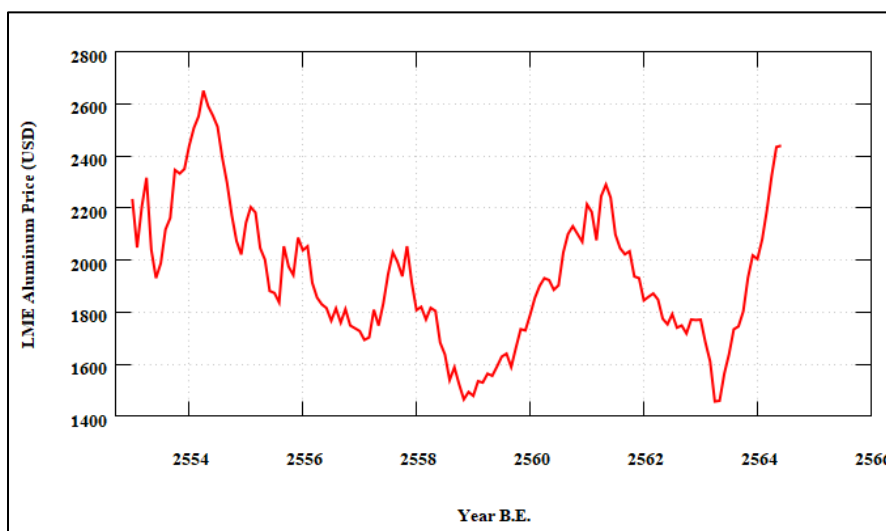
1. ข้อมูลและตัวแปร

การศึกษาใช้ข้อมูลทุติยภูมิ สืบค้นจากตลาดโลหะลอนดอน เป็นราคาอลูมิเนียมชนิดปฐมภูมิของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ประเภทระยะเวลาการชำระแบบซื้อสด เนื่องจากเป็นราคาอ้างอิงในการทำธุรกรรม มีลักษณะ

เป็นอนุกรมเวลารายเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 รวม 138 เดือน และกำหนดซื้อตัวแปรคือ Al

2. การวิเคราะห์ข้อมูลและตัวแบบพยากรณ์ทางเศรษฐมิติ

การศึกษาได้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ตอน ได้แก่ (1) การใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในตลาดโลก และ (2) การใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน



ภาพที่ 1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยรายเดือน เริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 - 2564

(The London Metal Exchange, 2021)

จากภาพที่ 1 ราคาอลูมิเนียมในช่วงที่ทำการศึกษามีการเคลื่อนไหวแบบมีองค์ประกอบของแนวโน้มเวลาและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี SARIMA สำหรับการพยากรณ์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การกำหนดรูปแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s เบื้องต้น (2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (3) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ และ (4) การพยากรณ์ ตามลำดับ

(1) การกำหนดรูปแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อยคือ การทดสอบความหยุดนิ่งของอนุกรมเวลา ด้วยวิธี ADF unit root โดยความหยุดนิ่งของข้อมูล หมายถึง ค่าเฉลี่ยค่าความแปรปรวน และค่าความแปรปรวนร่วม ของข้อมูลมีลักษณะคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงตลอดช่วงระยะเวลาอย่างไรก็ตาม ถ้าหากพบว่าข้อมูลยังไม่มี ความหยุดนิ่ง จะต้องเพิ่มผลต่างของข้อมูลเข้าไปที่ละลำดับชั้น จนกว่า

ข้อมูลดังกล่าวจะมีความหยุดนิ่ง ทั้งนี้ การทดสอบความหยุดนิ่งของข้อมูล ด้วยวิธี ADF unit root สามารถแสดงรูปแบบได้ดังนี้

แบบจำลอง ADF ปราศจากองค์ประกอบของค่าคงที่และตัวแปรแนวโน้มเวลา

$$\Delta Al_t = \beta_1 Al_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta Al_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

แบบจำลอง ADF มีองค์ประกอบของค่าคงที่ แต่ปราศจากตัวแปรแนวโน้มเวลา

$$\Delta Al_t = \alpha_0 + \beta_1 Al_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta Al_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

แบบจำลอง ADF มีทั้งองค์ประกอบของค่าคงที่และตัวแปรแนวโน้มเวลา

$$\Delta Al_t = \alpha_0 + \delta T + \beta_1 Al_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{2i} \Delta Al_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

โดยกำหนดให้

Al หมายถึง อนุกรมเวลาของราคาอูมิเนียม

Δ หมายถึง ลำดับของผลต่าง

α_0 หมายถึง ค่าคงที่

T หมายถึง ค่าแนวโน้มเวลา

β หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์

t หมายถึง คาบเวลาในอดีต

ε หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน

เมื่อการตรวจสอบความหยุดนิ่งพบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีความหยุดนิ่งแล้ว ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการพิจารณาแผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram) เพื่อกำหนดลำดับของค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล AR(p) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาล MA(q) ค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาล SAR(P) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล SMA(Q) สำหรับการกำหนดลำดับของ AR(p) และ SAR(P) พิจารณาได้จากแผนภาพคอร์รีโลแกรมของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) และการกำหนดลำดับของ MA(q) และ SMA(Q) พิจารณาได้จากแผนภาพคอร์รีโลแกรมของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF)

(2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการ (4) ด้วยวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood: ML) โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ สามารถแสดงรูปแบบของ SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)_s (Box et al., 1994; Rueangrit et al., 2020) ได้ดังนี้

$$\theta_p(B)\Theta_P(B^s)\Delta^d\Delta_s^D A_t = \alpha_0 + \varphi_q(B)\Phi_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (4)$$

โดยกำหนดให้

A_t	หมายถึง ค่าของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ต้องการพยากรณ์ ณ เวลา t
θ_p	หมายถึง สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล อันดับที่ p หรือ $AR(p)$
Θ_P	หมายถึง สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาล อันดับที่ P หรือ $SAR(P)$
φ_q	หมายถึง สัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาล อันดับที่ q หรือ $MA(q)$
Φ_Q	หมายถึง สัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล อันดับที่ Q หรือ $SMA(Q)$
α_0	หมายถึง ค่าคงที่
s	หมายถึง ความถี่ของคาบฤดูกาล
Δ^d	หมายถึง อันดับผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล หรือ $I(d)$
d	หมายถึง อันดับความนิ่งแบบไม่มีฤดูกาล
Δ^D	หมายถึง อันดับผลต่างแบบมีฤดูกาลหรือ $I(D)$
D	หมายถึง อันดับความนิ่งแบบมีฤดูกาล
B	หมายถึง ตัวดำเนินการย้อนกลับ

(3) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาความคลาดเคลื่อน มีสหสัมพันธ์กัน โดยพิจารณาจากสถิติ Ljung-Box (Q_{LB}) ซึ่งมีสมมติฐานหลัก (H_0) คือ ตัวแบบพยากรณ์ไม่มีปัญหาความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กัน ดังนั้น ถ้าหากสถิติ Q_{LB} ทุกคาบเวลาในอดีต ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ ณ นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะสรุปได้ว่า ตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวไม่พบปัญหาความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ระหว่างกัน อย่างไรก็ตาม $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ และโดยปกติการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อค้นหาตัวแบบที่เหมาะสมนั้น จะมีการกำหนดตัวแบบเพื่อเลือกมากกว่า 1 ตัวแบบเสมอ จึงทำให้มั่นใจว่าตัวแบบที่เลือกมาใช้งานน่าจะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการใช้อธิบายอนุกรมเวลา ทั้งนี้ การพิจารณาเลือกตัวแบบที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์มากที่สุดจากสถิติ AIC ที่มีค่าต่ำสุด นอกจากนี้ มีการวัดความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยประยุกต์ใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่ออธิบายประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

(4) การพยากรณ์ ราคาอูมิเนียมล่วงหน้าออกไปข้างหน้า จำนวน 18 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

ผลการศึกษา

1. สถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าอูมิเนียมในตลาดโลก

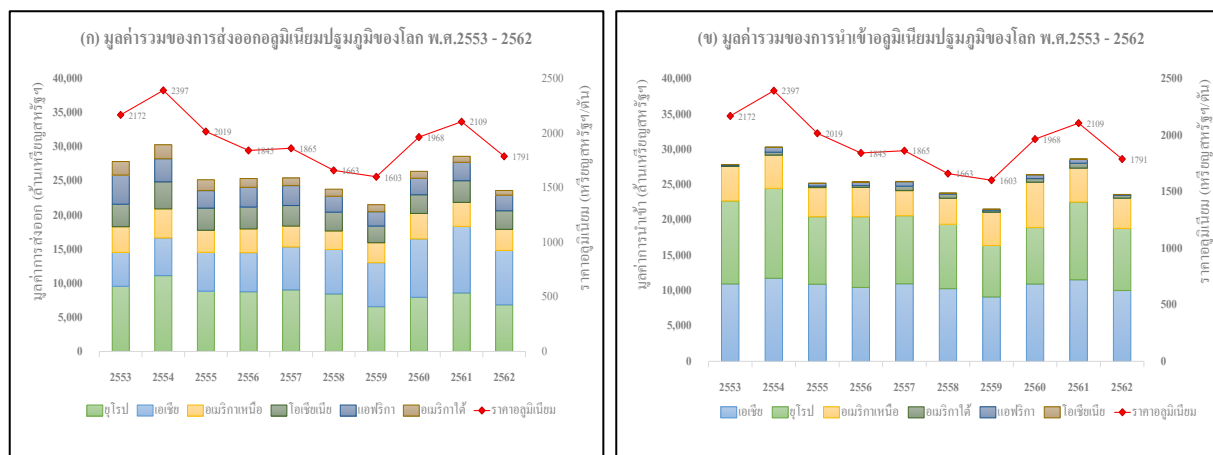
การผลิต โดยภาพรวมการผลิตอูมิเนียมจากทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณรวมการผลิตอูมิเนียมปฐมภูมิทั่วโลก 5.74 ล้านตัน โดยมีสัดส่วนการผลิตมาจากจีนถึงร้อยละ 58 รองลงมาคือ ผู้ผลิตจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับร้อยละ 9 และประเทศกลุ่มเอเชีย (ไม่รวมจีน) ร้อยละ 7

จีนมีการผลิตอูมิเนียมสูงที่สุดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2564 การผลิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 130 แม้ว่าในระยะเวลาที่ผ่านมาสถานการณ์การผลิตอูมิเนียมโลกอาจเผชิญสภาวะต่าง ๆ เช่น ภาวะอูมิเนียมล้นตลาดในช่วง พ.ศ. 2554 - 2556 สงครามการค้าระหว่างจีนและสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2561 การแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ในปี พ.ศ. 2563 แต่เนื่องจากจีนมีขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมาก มีความต้องการบริโภคอูมิเนียมสูง ต้นทุนทางพลังงานต่ำ รวมทั้งได้พัฒนาความสามารถด้านการถลุงแร่ด้วยตัวเอง จีนจึงมีระดับการผลิตสูงที่สุดมาอย่างต่อเนื่อง

สำหรับผู้ผลิตอูมิเนียมจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับ ซึ่งประกอบด้วย บาห์เรน โอมาน กาตาร์ ซาอุดีอาระเบีย และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ มีการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องร้อยละ 161 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 ด้านประเทศกลุ่มเอเชีย (ไม่รวมจีน) รัสเซียและอินเดียมีความพยายามที่จะเชื่อมโยงการผลิตเข้าด้วยกันเพื่อเป็นผู้ผลิตอันดับที่สองรองจากจีนแต่ปริมาณการผลิตยังน้อยกว่าจีนอย่างมาก

กลุ่มอเมริกาเหนือ (สหรัฐอเมริกาและแคนาดา) สถานการณ์การผลิตในสหรัฐอเมริกาลดลงต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากได้รับผลกระทบจากจีนที่มีการขยายกำลังการผลิตถึงร้อยละ 1150 ในช่วงเวลาดังกล่าว รวมถึงการขยายการผลิตอย่างมากของอินเดียและตะวันออกกลาง ทำให้เกิดปัญหาการผลิตเกินดุลทั่วโลก ส่งผลให้ราคาตลาดโลกลดลงอย่างมาก ผู้บริโภคอูมิเนียมของสหรัฐอเมริกาจึงหันไปพึ่งพาการนำเข้าเป็นหลักเนื่องจากราคาถูกกว่าในประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2560 สหรัฐอเมริกาได้นำเข้าอูมิเนียมมากถึง 6.2 ล้านตัน ทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้ผลิตภายในประเทศที่ไม่สามารถแบกรับภาระด้านต้นทุนได้ทำให้โรงถลุงแร่ อูมิเนียมจำนวน 18 แห่ง จาก 23 แห่ง ได้ปิดตัวลง กระทบต่อการจ้างงานกว่า 13000 ตำแหน่ง อย่างไรก็ตามในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้กำหนดอัตราภาษีนำเข้าอูมิเนียมในอัตราร้อยละ 10 มาตรการดังกล่าวนี้เป็นกำแพงเพื่อลดการนำเข้าและกระตุ้นให้เกิดการลงทุน เพิ่มการจ้างงานและลดการนำเข้า ผลจากการใช้มาตรการทางภาษีทำให้การผลิตอูมิเนียมปฐมภูมิในสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 โดยในปี พ.ศ. 2563 สหรัฐอเมริกานำเข้าอูมิเนียมลดลงเหลือเพียง 3.2 ล้านตันเท่านั้น

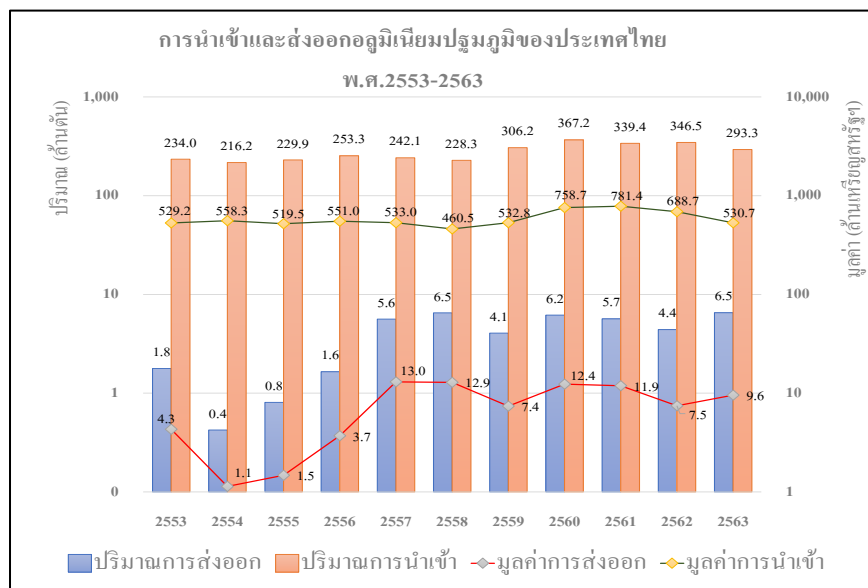
การบริโภค เนื่องจากอลูมิเนียมมีคุณสมบัติสำคัญที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรม และการบริโภคสมัยใหม่นั้นคือ มีความแข็งแรงสูงแต่น้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่าย ถูกกัดกร่อนยาก นำไฟฟ้าได้ดี ติดไฟยาก สะท้อนแสงได้ดี มีผิวที่สวยงาม ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย สามารถรีไซเคิลได้ไม่จำกัดรอบโดยไม่สูญเสียคุณสมบัติ อีกทั้งยังมีปริมาณมากและมีแหล่งผลิตกระจายตัวอยู่ทั่วโลก อลูมิเนียมจึงถูกนำไปใช้งานหลากหลาย โดยสามารถแบ่ง ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ (1) ภาคอุตสาหกรรมขนส่ง เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนอากาศยาน ชิ้นส่วน รถไฟ เรือ อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ โดยมีการนำอลูมิเนียมมาใช้ในชิ้นส่วนต่าง ๆ จุดประสงค์หลักคือ ต้องการ ลดน้ำหนักของยานพาหนะลงโดยยังคงรักษาความแข็งแรงและง่ายต่อการผลิต น้ำหนักที่เบาส่งผลให้ ยานพาหนะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง ในปี พ.ศ. 2562 ภาคการขนส่งทั่วโลกใช้อลูมิเนียมทั้งหมด ประมาณร้อยละ 26 ปัจจุบันจีนเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์และรถยนต์ไฟฟ้าและยังมียุทธศาสตร์ที่จะใช้เครื่องบิน พาณิชยที่ผลิตเองมากกว่าร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ. 2568 ทำให้จีนยังมีความต้องการใช้อลูมิเนียมอีกในปริมาณ มากในอนาคต (2) การใช้อลูมิเนียมในภาคการก่อสร้างและโครงสร้าง อลูมิเนียมร้อยละ 25 ที่ถูกผลิตขึ้นในโลกถูก ใช้ไปเป็นส่วนประกอบของอาคารและสิ่งก่อสร้าง ปัจจุบันภาคการก่อสร้างในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกมีขนาดใหญ่ ที่สุดในโลก และกำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะจีนและอินเดียเนื่องจากการขยายตัวประชากรและการเพิ่มขึ้นของ รายได้ของชนชั้นกลาง (3) การใช้อลูมิเนียมในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มีฐานการผลิตใหญ่ ที่สุดอยู่ที่ประเทศจีนโดยทำการผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศและการส่งออก อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทใช้แล้วทิ้งจะถูก ผลิตเพิ่มมากขึ้นในอนาคตยิ่งทำให้อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สำหรับการผลิตสายไฟและสาย เคเบิลต่าง ๆ มีการนำอลูมิเนียมมาใช้ทดแทนทองแดง เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถนำไฟฟ้าได้ดีและมีราคาถูกกว่า ทองแดงมาก และที่สำคัญที่สุดคือ น้ำหนักเบาซึ่งมีประโยชน์ทั้งในด้านการผลิต การติดตั้งและการบำรุงรักษา และ (4) การใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์อาหารและยาจากอลูมิเนียมกำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก ความง่ายในการผลิตและการรีไซเคิล อีกทั้งตัวอลูมิเนียมเองไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่มหรืออาหารภายในและไม่ เป็นพิษต่อร่างกาย ในแต่ละปีมีกระป๋องอลูมิเนียมถูกผลิตมากกว่า 250 พันล้านกระป๋อง โดยร้อยละ 40 ถูกผลิต ขึ้นที่สหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 2 (ก - ข) แสดงมูลค่าการนำเข้าและการส่งออกอูมิเนียมปฐุมภูมิแต่ละทวีป

(The Observatory of Economic Complexity, 2021)

การตลาดและการค้าอูมิเนียม ในส่วนนี้จะอธิบายสถานการณ์เกี่ยวกับการตลาดและค้าผ่านข้อมูลสถิติการส่งออกและการนำเข้าซึ่งมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของราคาอูมิเนียมในตลาดโลก โดยภาพรวมมูลค่าการส่งออกอูมิเนียมของทวีปเอเชียมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องดังแสดงในภาพที่ 2 (ก) ในขณะที่มูลค่าการส่งออกของทวีปยุโรปมีแนวโน้มลดลง ทางด้านประเทศแคนาดาและออสเตรเลียมีแนวโน้มมูลค่าการส่งออกค่อนข้างคงที่ สำหรับมูลค่าการส่งออกสุทธิของโลกในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่า 23.6 พันล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งลดลงกว่า 5 พันล้านเหรียญสหรัฐ จากปีก่อนหน้า



ภาพที่ 3 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกอูมิเนียมปฐุมภูมิของประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2562
(สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2564)

ด้านการนำเข้า จากภาพที่ 2 (ข) มูลค่าการนำเข้าอูมิเนียมของทวีปเอเชียมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากอุปสงค์ที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากประเทศจีน ในขณะที่มูลค่าการนำเข้าของทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือมีแนวโน้มลดลง สำหรับทวีปอเมริกาใต้มีประเทศบราซิล โคลัมเบีย และเอกวาดอร์เป็นผู้นำเข้าหลัก

สำหรับประเทศไทยมีมูลค่านำเข้าอูมิเนียมสูงกว่าการส่งออกมาโดยตลอด จากภาพที่ 3 การนำเข้าสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าสูงถึง 759 ล้านเหรียญสหรัฐ หรือปริมาณกว่าสามแสนหกหมื่นตัน

ด้านการส่งออก ในช่วงปี พ.ศ. 2554 - 2557 มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 92.5 เนื่องจากอุปสงค์อูมิเนียมโลกสูงขึ้น หลังจากนั้นมียะดักค่อนข้างคงที่

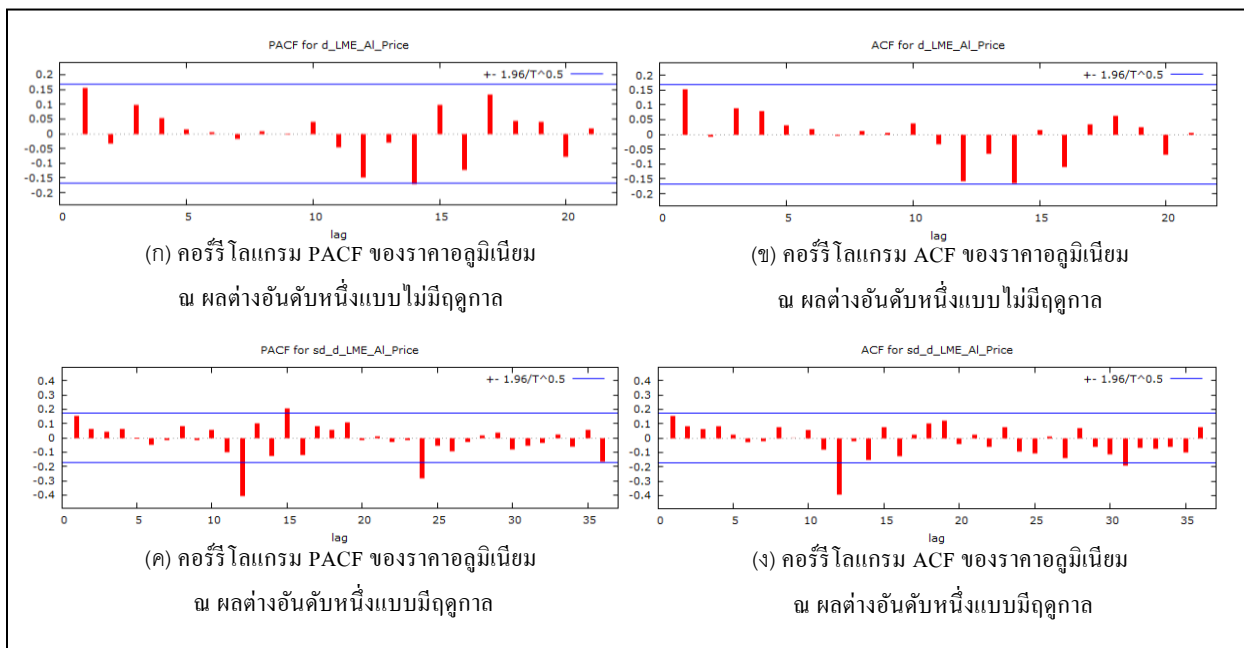
2. การพยากรณ์ราคาอูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน

การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ด้วยวิธี ADF unit root ในตารางที่ 1 พบว่า อนุกรมเวลา AI ไม่พบความหยุดนิ่งของข้อมูล เนื่องจากให้ค่า t-statistics ซึ่งไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีความหยุดนิ่ง) ดังนั้น จึงได้เพิ่มผลต่างเข้าไปอีก 1 ลำดับชั้นแบบไม่มีฤดูกาลและแบบมีฤดูกาล จากนั้นทำการทดสอบความหยุดนิ่ง ด้วยวิธี ADF unit root อีกครั้งหนึ่งพบว่าอนุกรมเวลา AI มีความหยุดนิ่งแบบไม่มีฤดูกาล $I(d)$ และแบบมีฤดูกาล $I(D)$ ณ ผลต่างลำดับหนึ่ง หรือมี $I(d)$ เท่ากับ $I(1)$ และมี $I(D)$ เท่ากับ $I(1)$

ตารางที่ 1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ด้วยวิธี ADF unit root

Variable	I(0)		I(1)		Seasonal I(1)	
	t-statistics	p	t-statistics	p	t-statistics	p
without α and T						
Al	0.010	0	-10.144*	0	-9.629*	0
with α and without T						
Al	-1.667	1	-10.117*	0	-9.590*	0
with α and T						
Al	-0.993	0	-10.150*	0	-9.777*	0

* หมายถึง การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ p หมายถึง คาบเวลาในอดีตที่เหมาะสม (Optimal Lag Selection)



ภาพที่ 4 (ก – ง) แสดงแผนภาพคอรัลโลแกรม PACF และ ACF ของราคาออลูมิเนียม
ณ ผลต่างอันดับหนึ่งทั้งแบบไม่มีฤดูกาลและแบบมีฤดูกาล

การพิจารณาลำดับของ AR(p) และ SAR(P) จาก PACF และลำดับของ MA(q) และ SMA(Q) จาก ACF โดยภาพที่ 4 (ก – ง) แสดงแผนภาพคอรัลโลแกรม PACF และ ACF ของราคาออลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่ง

ทั้งแบบไม่มีฤดูกาลและแบบมีฤดูกาล พบว่า ลำดับของ $AR(p)$ มีค่าเท่ากับ $AR(0)$ ลำดับของ $MA(q)$ มีค่าเท่ากับ $MA(0)$ ลำดับของ $SAR(P)$ มีค่าเท่ากับ $SAR(1)$ $SAR(2)$ และลำดับของ $SMA(Q)$ มีค่าเท่ากับ $SMA(1)$ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แบบจำลอง $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ เบื้องต้น คือ $SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$

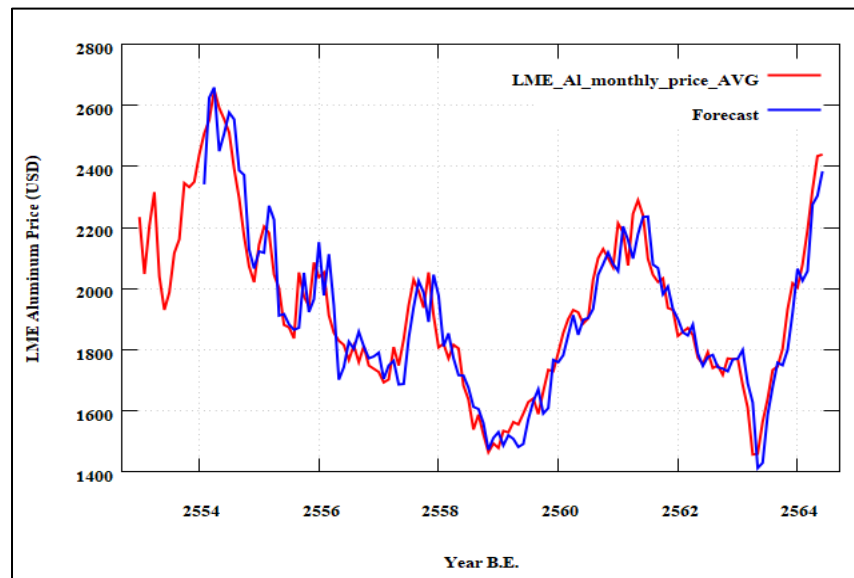
ตารางที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$

Variable	$SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$			$SARIMA(0,1,0)(0,1,1)_{12}$			$SARIMA(0,1,0)(1,1,0)_{12}$		
	Coefficient	S.E.	Z	Coefficient	S.E.	Z	Coefficient	S.E.	Z
Φ_1	-0.297*	0.118	-2.513	-	-	-	-0.488*	0.085	-5.708
Φ_2	-0.315*	0.112	-2.817	-	-	-	-	-	-
Θ_1	-0.808*	0.134	-6.004	-1.000*	0.162	-6.135	-	-	-
Q_6 (p value)	0.262			0.462			0.324		
Q_{12} (p value)	0.619			0.906			0.423		
AIC	1490.901			1495.582			1529.642		
r (%)	95.096			94.980			92.318		

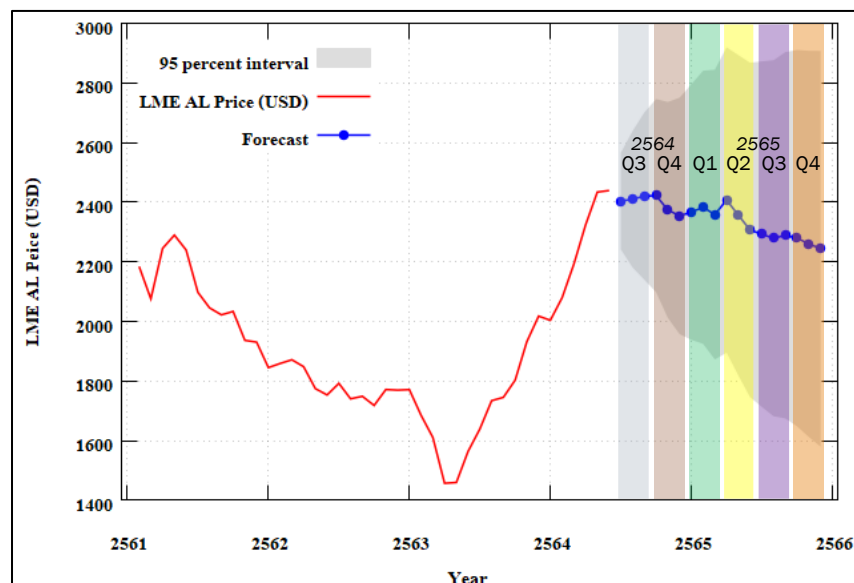
* หมายถึง การมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 2 เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ พบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์อนุกรมเวลา AI ประกอบด้วย 3 แบบจำลอง ได้แก่ $SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ $SARIMA(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ และ $SARIMA(0,1,0)(1,1,0)_{12}$ โดยตัวแบบพยากรณ์ดังกล่าวไม่พบปัญหาความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 2 พบว่า ตัวแบบ $SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ มีความเหมาะสมต่อการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าสถิติ AIC ต่ำที่สุดและเป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพการทำนายมากที่สุดเพราะให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 95.096

ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบราคาอาลูมิเนียมระหว่างค่าจริง (Actual Value) และค่าพยากรณ์ (Forecasted Value) ของตัวแบบ $SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 พบว่า ราคาที่ได้จากการพยากรณ์และราคาจริงมีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ร้อยละ 95.096 นอกจากนี้ มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับร้อยละ 3.426 สามารถสรุปได้ว่า ผลการพยากรณ์ในครั้งนี้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง



ภาพที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบราคาอลูมิเนียมระหว่างค่าจริง (Actual Value) และค่าพยากรณ์ (Forecasted Value) ของตัวแบบ SARIMA(0,1,0)(2,1,1)₁₂



ภาพที่ 6 แสดงผลการพยากรณ์ราคาล่วงหน้าด้วยตัวแบบ SARIMA(0,1,0)(2,1,1)₁₂ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565

ภาพที่ 6 แสดงผลการพยากรณ์ซึ่งอธิบายเป็นรายไตรมาส พบว่า ช่วงไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2564 ราคาโดยเฉลี่ยของไตรมาสนี้เท่ากับ 2411 เหรียญสหรัฐต่อตัน เพิ่มขึ้นจากไตรมาส 2 ร้อยละ 0.5 เมื่อเปรียบเทียบ

กับราคาออลูมิเนียมในช่วงไตรมาส 3 ของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2563) พบว่าราคาสูงกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 41.3

จากภาพที่ 6 พบว่า ช่วงไตรมาสสุดท้ายของปี พ.ศ. 2564 มีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 2383 เหรียญสหรัฐต่อตัน ลดลงจากไตรมาส 3 ร้อยละ 1.2 เมื่อเปรียบเทียบกับราคาออลูมิเนียมในช่วงไตรมาส 4 ของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2563) พบว่าราคาสูงกว่าถึงร้อยละ 19.5 โดยภาพรวมครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2564 ราคาออลูมิเนียมลดลงจากช่วงกลางปี เล็กน้อยแต่ยังคงสูงกว่า 2300 เหรียญสหรัฐต่อตันโดยประมาณ

ผลการพยากรณ์ราคาออลูมิเนียมในปี พ.ศ. 2565 พบว่า ราคาจะมีการลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยในไตรมาสแรกของปีมีราคาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2369 เหรียญสหรัฐต่อตัน ลดลงเล็กน้อยจากไตรมาสสุดท้ายของปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 0.6 ไตรมาส 2 ของ พ.ศ. 2565 ราคายังลดลงจากไตรมาสแรกอีกร้อยละ 0.5 ราคาโดยเฉลี่ยของไตรมาสที่อยู่ที่ 2357 เหรียญสหรัฐต่อตัน ช่วงครึ่งปีหลังของปี พ.ศ. 2565 ราคาออลูมิเนียมยังลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยไตรมาส 3 และไตรมาส 4 มีราคาอยู่ที่ 2287 และ 2261 เหรียญสหรัฐต่อตัน ตามลำดับ โดยในแต่ละไตรมาสมีราคาต่ำกว่าช่วงไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2564) อยู่ประมาณร้อยละ 5

สรุปและอภิปรายผล

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสถานการณ์การผลิต การตลาด และการค้าออลูมิเนียมในตลาดโลก และ (2) พยากรณ์ราคาออลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน โดยประยุกต์ใช้แนวคิดบ็อกซ์-เจนกินส์ หรือแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s และใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 รวมข้อมูลทั้งสิ้น 138 เดือน ทั้งนี้ การคาดการณ์แนวโน้มของราคาล่วงหน้าถึงสถานการณ์ออลูมิเนียมโลกมีความสำคัญต่อภาครัฐเพื่อใช้ในการวางแผนการและการกำหนดนโยบายต่าง ๆ เช่น มาตรการทางด้านการค้าและภาษี การสนับสนุนการผลิต การจ้างงาน รวมถึงการนำเข้าส่งออก ในขณะที่เดียวกันภาคเอกชนได้ใช้ประโยชน์จากการพยากรณ์ราคาเพื่อใช้ในการวางแผนต้นทุนและการผลิต การจัดการวัตถุดิบ ตลอดจนการกำหนดเงื่อนไขทางการค้า โดยผลการศึกษารังนี้สามารถสรุปได้ดังนี้

ด้านการผลิต ออลูมิเนียมปฐุมภูมิยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอุปสงค์ทั่วโลกยังคงขยายตัวต่อเนื่อง โดยเฉพาะจากประเทศจีน ปัจจุบันประเทศจีนเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคออลูมิเนียมปริมาณมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ด้านการบริโภค ทิศทางการบริโภคออลูมิเนียมทั่วโลกได้รับความนิยมสูงขึ้น โดยมีการนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ สาเหตุที่ออลูมิเนียมได้รับความนิยมเนื่องจากน้ำหนักที่เบาแต่แข็งแรง ขึ้นรูปง่าย นำไฟฟ้าได้ดี และมีความสามารถในการรีไซเคิล ด้านการตลาดและการค้า ในปี พ.ศ. 2562 ทวีปเอเชียมีสัดส่วนมูลค่าการนำเข้าสูงสุด ในระดับประเทศ สหรัฐอเมริกามีมูลค่าการนำเข้าสูงสุด ด้านการส่งออกประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ ได้แก่ รัสเซีย อินเดีย และแคนาดา ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าค่อนข้างคงที่ในทศวรรษที่ผ่านมา

โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 585 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี แต่การส่งออกพบว่าการขยายตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุปสงค์อลูมิเนียมโลกสูงขึ้น

การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนล่วงหน้า เป็นระยะเวลา 18 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 โดยใช้แบบจำลอง SARIMA(0,1,0)(2,1,1)₁₂ พบว่าภาพรวมในครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2564 ราคาอลูมิเนียมมีแนวโน้มลดลงจากช่วงกลางปีเล็กน้อย แต่ยังคงรักษาระดับราคาสูงกว่า 2300 เหรียญสหรัฐต่อตัน โดยในไตรมาส 3 และไตรมาส 4 มีราคาสูงกว่าไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 41.3 และร้อยละ 19.5 ตามลำดับ ราคาเฉลี่ยปี พ.ศ. 2564 มีราคาเท่ากับ 2321 เหรียญสหรัฐต่อตันซึ่งถือว่าเป็นราคาที่สูงที่สุดในรอบ 10 ปี และการพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2565 พบว่า แนวโน้มราคาอลูมิเนียมปรับตัวลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง โดยไตรมาส 1 ถึงไตรมาส 4 มีราคาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2369 2357 2287 และ 2261 ตามลำดับ ราคาเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2565 มีราคาเท่ากับ 2319 เหรียญสหรัฐต่อตัน ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 เล็กน้อยเพียงร้อยละ 0.1 ซึ่งนับว่าเป็นช่วงที่อลูมิเนียมมีราคาแพงที่สุดในทศวรรษนี้

การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาศาสนาการผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียม กล่าวคือ อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมมียังอยู่ในระดับสูงเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและความต้องการใช้วัสดุที่ตอบสนองต่อกระแสโลกยุคใหม่ที่มุ่งเน้นไปสู่เป้าหมายการสร้างที่ยั่งยืนทั้งในด้านการผลิต การบริโภค แนวคิดด้านการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่สามารถตอบสนองต่อเป้าหมายเหล่านี้ได้ทั้งหมด จากการค้นคว้าและการศึกษายังพบว่า ราคาของอลูมิเนียมเคลื่อนไหวไปตามพลวัตของอุปสงค์และอุปทานเป็นหลัก ดังเช่นช่วงหลังไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากการคลี่คลายของวิกฤต COVID-19 และการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐทำให้อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมทั่วโลกสูงขึ้นส่งผลให้ราคาอลูมิเนียมปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่พบว่ามีปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากอุปสงค์และอุปทานที่ส่งผลต่อราคาอลูมิเนียมเช่นกัน เช่น ต้นทุนทางพลังงาน ต้นทุนด้านคลังสินค้า ความสามารถในการผลิตและการขนส่งอันเนื่องมาจากฤดูกาล นโยบายการส่งเสริมหรือควบคุมจากภาครัฐ นโยบายด้านภาษี สงครามการค้า ปัญหาทางด้านแรงงาน

เนื่องจากผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในระยะ 6 ไตรมาสล่วงหน้าพบว่าทิศทางของราคาอลูมิเนียมกำลังปรับตัวในทิศทางลดลงและมีแนวโน้มจะลดลงอีกอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจอลูมิเนียม ได้แก่ (1) ด้านการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิ ควรชะลอการนำเข้าในช่วงไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2564 ออกไปก่อนเนื่องจากราคายังมีโอกาสลดลงไปอีก สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมคือไตรมาส 4 ของปี พ.ศ. 2564 และตั้งแต่ช่วงกลางของไตรมาส 2 ของปี พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป (2) ด้านการวางแผนปริมาณสำรองวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง ควรวางแผนให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการนำเข้าอลูมิเนียมที่อาจจะเพิ่มมากขึ้นเพื่อสำรองไว้ใช้ในระยะยาว และ (3) ด้านการวางแผนการผลิต ควรเพิ่มกำลังการผลิตในช่วงที่ต้นทุนวัตถุดิบต่ำจากนั้นเก็บสำรอง

ผลิตภัณฑ์ไว้อย่างในช่วงที่ราคาอลูมิเนียมปรับตัวสูงขึ้นก็จะมีโอกาสทำกำไรได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s เพียงวิธีเดียว จึงไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์กับเทคนิคการพยากรณ์อื่น ๆ ได้ อีกทั้งตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้ในครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงตัวแปรอิสระภายนอกอื่น ๆ เช่น อัตราแลกเปลี่ยน ราคาน้ำมัน และค่าระวางพาหนะ เป็นต้น ดังนั้น ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งถัดไปอาจมีการนำปัจจัยอิสระเหล่านั้นมาทำการพยากรณ์ร่วมกับปัจจัยด้านเวลา เช่น การพยากรณ์ด้วยวิธี SARIMAX ซึ่งอาจจะมีผลทำให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง/References

- จิรัฐา คำบุญ, เฉลิมพล จตุพร, วสุ สุวรรณวิหค และ นาริรัตน์ สิริสาร. (2564). การพยากรณ์ปริมาณและราคาส่งออกน้ำมันปาล์มดิบของประเทศไทย: กรณีศึกษาการวิเคราะห์ทางอนุกรมเวลา. *Journal of Modern Learning Development*. 6(4), 315-329.
- จิรินทร์ ชลไพศาล, พรธวัช เพ่งศรี, กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน และ วิษณุ ทับเที่ยง. (2551). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการซื้อขายโลหะของ London Metal Exchange (LME). *รายงานวิชาการ. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่*.
- กิมฟ้า รัศมีเนตร, เฉลิมพล จตุพร, วสุ สุวรรณวิหค และ นาริรัตน์ สิริสาร. (2564). การพยากรณ์ปริมาณการนำเข้ากาแฟของประเทศไทย: กรณีศึกษาเชิงประจักษ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์. *Journal of Roi Kaensarn Academi*. 6(8), 318-331.
- ธวัชวรรณ กนิษฐ์พงศ์ และ นิสิต พันธมิตร (2552). *เศรษฐศาสตร์การค้าระหว่างประเทศเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ธนาคารยูโอบี. (2562). *อลูมิเนียม-โลหะสู่ความก้าวหน้า: มุมมองอุตสาหกรรม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.uobgroup.com/industry-insights-th/industrials/aluminium-the-metalprogress.page>.
- ทัชขมัย ฤกษ์สุด. (2549). *เกดต์และองค์การการค้าโลก*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วิญญูชน.
- บรรจบ ชื่นสุวรรณ. (2559). *การพยากรณ์ราคาและผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทย (การศึกษาค้นคว้าอิสระ)*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไพศาล เรืองฤทธิ์, เฉลิมพล จตุพร, วสุ สุวรรณวิหค และ อภิญา วนเศรษฐ. (2563). การพยากรณ์ราคาทุเรียนในประเทศไทยและราคาทุเรียนส่งออกของประเทศไทย. *วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*. 2(2), 19-31.
- พระราชกำหนดพิทักษ์อัตราศุลกากร (ฉบับที่6) พ.ศ. 2559. (2559, 26 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 133 ตอนที่ 110 ก. หน้า 1-2.

- พิชญารณณ์ ดวงกิจกุล และ อรรถพล สืบพงศกร. (2564). การพยากรณ์ราคาอย่างแม่นยำคุณภาพดีด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์. *วารสารวิชาการศิลปศาสตร์ประยุกต์*. 14(1), 1-13.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2564). *สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย: มูลค่าการนำเข้าและส่งออก อลูมิเนียมปฏรมภูมิของประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2562*. สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, กระทรวงพาณิชย์. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2564, จาก <https://tradereport.moc.go.th/TradeThai.aspx>.
- เอกชัย นิตยาเกษตรวัฒน์. (2553). การพยากรณ์ราคาทองคำด้วยวิธี ARIMA. *วารสารบริหารธุรกิจ นิด้า*. 1(7), 28-51.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time series analysis: Forecasting and control*. New Jersey: Englewood Cliffs Prentice-Hall.
- Dooley, G., & Lenihan, H. (2005). An assessment of time series methods in metal price forecasting. *Resources Policy*, 30(3), 208-217.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics*. 5th Ed. New York: McGraw-Hill.
- Jatuporn, C., Sukprasert, P., Tongchure, S., Suvanvihok, V., & Thongkaew, S. (2020). Forecasting import demand of table grapes: Empirical evidence from Thailand. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 10(2), 578-586.
- Lu, L. L., Ma, X., Wang, Y. X., & Yu, G. B. (2012). Lead price forecasting based on ARIMA model. *In Advanced Materials Research*. 488, 1582-1586. Trans Tech Publications Ltd.
- Pisuttinusart, C., Jatuporn, C., Suvanvihok, V., & Seerasarn, N. (2022). Forecasting the import demand for chemical fertilizer in Thailand. *The EUrASEANs: Journal on Global Socio-economic Dynamics*. 3(34), 61-70.
- The London Metal Exchange. (2021). *LME aluminium*. Retrieved August 19, 2021, from <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Aluminium#Trading+day+summary>.
- The Observatory of Economic Complexity. (2021). *Aluminum import export 2010-2019*. Retrieved August 19, 2021, from <https://oec.world/en/profile/hs/raw-aluminium>.
- Ru, Y., & Ren, H. J. (2012). Application of ARMA model in forecasting aluminum price. *In Applied Mechanics and Materials*. 155, 66-71. Trans Tech Publications Ltd.
- Forbes. (2019). *Aluminum prices: 15-year price analysis and production-demand-gdp dynamics*. Retrieved August 19, 2021, from <https://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2019/>

11/05/aluminum-prices-15-year-price-analysis-and-production-demand-gdp-dynamics/?sh=2cf042621dad.

Rueangrit, P., Jatuporn, C., Suvanvihok, V., & Wanaset, A. (2020). Forecasting production and export of Thailand's durian fruit: An empirical study using the Box-Jenkins approach. *Humanities and Social Sciences Letters*. 8(4), 430-437.

UC Rusal. (2021). *How aluminum market works*. Retrieved August 19, 2021, from https://www.aluminiumleader.com/economics/howaluminiummarket_works/.

World Bureau of Metal Statistics. (2021). *Press release: January to December 2020 metals balances*. Retrieved August 19, 2021, from <https://world-bureau.co.uk/news/january-to-december-2020-metals-balances/>.