การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์

นายอภิวัฒน์ ทีปรักษพันธุ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2563

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

Mr.Apiwat Teeparaksapan

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Economic in Business Economic

School of Economic

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์
ชื่อและนามสกุล	นายอภิวัฒน์ ทีปรักษพันธุ์
วิชาเอก	เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล จตุพร

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2564

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมพล จตุพร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิญญา วนเศรษฐ)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิญญา วนเศรษฐ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์

ผู้ศึกษา นายอภิวัฒน์ ทีปรักษพันธุ์ **รหัสนักศึกษา** 2626000398 **ปริญญา** เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล จตุพร **ปีการศึกษา** 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการผลิต การตลาด และการค้าอลูมิเนียมในระดับโลกรวมถึงประเทศไทย และ (2) พยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน เป็นระยะเวลา 18 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ 2565

การศึกษาใช้ข้อมูลทุติยภูมิในลักษณะของอนุกรมเวลารายเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 138 เดือน จากนั้นนำมาพยากรณ์ด้วยแนวคิดของบ็อกซ์-เจนคินส์หรือแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s และราคาอลูมิเนียมที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ คือ ราคาอลูมิเนียมปฐมภูมิในตลาดโลหะลอนดอน ประเภทการชำระเงินสด

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า (1) แนวโน้มของการผลิตและการบริโภคอลูมิเนียมในตลาดโลกมีการเติบโตขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปสงค์จากประเทศจีน ด้านการค้าและการตลาดแสดงให้เห็นว่า มูลค่าการนำเข้าของทวีปเอเชียมีแนวโน้มสูงขึ้น และในระดับประเทศ สหรัฐอเมริกามีมูลค่าการนำเข้าสูงที่สุด ในขณะที่รัสเซียมีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด และ (2) การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน พบว่าแบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ เป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดซึ่งมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ ร้อยละ 3.426 และร้อยละ 95.096 ตามลำดับ และผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนในปี พ.ศ. 2565 แสดงให้เห็นว่า ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนมีแนวโน้มลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 0.123

คำสำคัญ ราคาอลูมิเนียมปฐมภูมิ ตลาดโลหะลอนดอน ตลาดล่วงหน้า

Independent Study title: Forecasting the Aluminum Price in the London Metal Exchange with Box-Jenkins Method

Author: Mr.Apiwat Teeparaksapan; **ID:** 2626000398; **Degree:** Master of Economics;

Independent Study advisor: Dr. Chalermpon Jatuporn, Assistant Professor; **Academic year:** 2020

Abstract

The objectives of this research were to (1) study the situation of production, marketing, and trade of aluminum at the world and Thailand levels, and (2) forecast the London Metal Exchange (LME) aluminum price for 18 months starting from July 2021 to December 2022.

The study used the secondary data in terms of monthly time series starting from January 2010 to June 2021, 138 months, and conducted the forecast by Box-Jenkins approach or SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s model. The aluminum price used for forecasting was the LME primary price of aluminum categorized as in cash payment.

The study results showed that (1) the trend of aluminum production and consumption within the world market was rising due to the rising demand in the industrial sector, especially the demand from China. In the trade and marketing aspects, they showed that the import value of Asia was rising. At the country level, the USA had the highest import value, and Russia had the highest export value. (2) The forecast of LME aluminum price revealed that SARIMA(0,1,0) $(2,1,1)_{12}$ model was the most appropriate model, which had a mean absolute percentage error (MAPE) and correlation coefficient equal to 3.426% and 95.096%, respectively. The forecasted results of LME aluminum price showed that, in the year 2022, the LME aluminum price had a decreasing trend with an average value of 0.123%.

Keywords: Primary Aluminum Price, London Metal Exchange (LME), Future Market

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง “การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์” ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะได้รับอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมพล จตุพร ซึ่งได้ช่วยให้คำปรึกษาตลอดจนให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมถึงได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการติดตามความคืบหน้าของการศึกษาเป็นระยะตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จด้วยดี ซึ่งผู้ศึกษาขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณบริษัท ยูเอซีเจ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้มอบความรู้ ประสบการณ์ ทักษะทางความคิดและการปฏิบัติงานเกี่ยวกับอลูมิเนียม ซึ่งเป็นจุดประกายให้ผู้ศึกษาเกิดความสนใจศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์อลูมิเนียมจนก่อให้เกิดเป็นการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่เป็นกำลังใจและคอยให้ความสนับสนุนในทุก ๆด้านจนการศึกษานี้สำเร็จลงด้วยดี

นายอภิวัฒน์ ทีปรักษพันธุ์

สิงหาคม 2564

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา 5
ขอบเขตของการวิจัย 5
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7
ทฤษฎีอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของตลาด 7
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศ 14
ตลาดโลหะลอนดอน 18
แนวคิดการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนคินส์ 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 29
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29
การเก็บรวบรวมข้อมูล 29
การวิเคราะห์ข้อมูล 30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 38
สถานการณ์ด้านการผลิต การตลาดและการค้าอลูมิเนียม 39
การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 62
สรุปการศึกษา 62
อภิปรายผล 64
ข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 67
ภาคผนวก 74
ก การทดสอบความหยุดนิ่งโดยวิธี ADF ยูนิตรูธ 75
ข การประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบ SARIMA ด้วยวิธี MLE และ
การตรวจสอบปัญหา Autocorrelation 79
ประวัติผู้ศึกษา 83

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 กลุ่มการบริโภคอลูมิเนียมแบบต่าง ๆ 42
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธี ADF unit root teat 53
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความเหมาะสมของตัวแปร 57

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมของประเทศไทย แบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ 2
ภาพที่ 1.2 มูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมของประเทศไทย แบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์ 2
ภาพที่ 2.1 เส้นอุปสงค์ 8
ภาพที่ 2.2 (ก) แสดงการเปลี่ยนแปลงภายในเส้นอุปสงค์ 9
ภาพที่ 2.2 (ข) แสดงการเลื่อนของเส้นอุปสงค์ 9
ภาพที่ 2.3 แสดงเส้นอุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งในตลาด 11
ภาพที่ 2.4 (ก) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปทาน 11
ภาพที่ 2.4 (ข) แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับอุปทาน 11
ภาพที่ 2.5 (ก) แสดงดุลยภาพตลาดและการปรับตัวกรณีเกิดอุปทานและอุปสงค์ส่วนเกิน 13
ภาพที่ 2.5 (ข) แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพ 13
ภาพที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิตอลูมิเนียมและตลาดโลหะลอนดอน 19
ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์ 21
ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการพยากรณ์อนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียมด้วยแบบจำลอง SARIMA 37
ภาพที่ 4.1 แสดงแหล่งที่มาของข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษาซึ่งมีที่มาจากตลาดโลหะลอนดอน 38
ภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิจากแหล่งผลิตทั่วโลก ม.ค. 2553 - มี.ค.2564 40
ภาพที่ 4.3 (ก) มูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของโลก พ.ศ. 2553 - 2562 44
ภาพที่ 4.3 (ข) มูลค่ารวมของการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของโลก พ.ศ. 2553 - 2562 44
ภาพที่ 4.3 (ค) มูลค่ารวมของการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปยุโรป พ.ศ. 2553 - 2562 44
ภาพที่ 4.3 (ง) มูลค่ารวมของการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปเอเชีย พ.ศ. 2553 - 2562 44
ภาพที่ 4.3 (จ) มูลค่ารวมของการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปอเมริกาเหนือ พ.ศ. 2553 - 2562 44
ภาพที่ 4.3 (ฉ) มูลค่ารวมของการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปโอเชียเนีย พ.ศ. 2553 – 2562 44
ภาพที่ 4.4 (ก) มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของโลก พ.ศ. 2553 - 2562 45

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.4 (ข) มูลค่ารวมของการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของโลก พ.ศ. 2553 - 2562 45
ภาพที่ 4.4 (ค) มูลค่ารวมของการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปยุโรป พ.ศ. 2553 - 2562 45
ภาพที่ 4.4 (ง) มูลค่ารวมของการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปเอเชีย พ.ศ. 2553 - 2562 45
ภาพที่ 4.4 (จ) มูลค่ารวมของการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปอเมริกาเหนือ พ.ศ. 2553 - 2562 46
ภาพที่ 4.4 (ฉ) มูลค่ารวมของการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปโอเชียเนีย พ.ศ. 2553 – 2562 46
ภาพที่ 4.5 (ก) แสดงมูลค่าการส่งออกและการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2562 47
ภาพที่ 4.5 (ข) แสดงราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยรายปีช่วงปี พ.ศ. 2553 - 2562 48
ภาพที่ 4.6 (ก) แสดงสัดส่วนการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของประเทศไทย พ.ศ. 2563 48
ภาพที่ 4.6 (ข) แสดงสัดส่วนการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของประเทศไทย พ.ศ. 2563 48
ภาพที่ 4.7 (ก) แสดงมูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมของประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2563 49
ภาพที่ 4.7 (ข) แสดงมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมของประเทศไทย พ.ศ. 2553 – 2563 49
ภาพที่ 4.8 แสดงการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 - 2564 50

ภาพที่ 4.9 คอร์รีโลแกรม ACF ของอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียม 53
ภาพที่ 4.10 คอร์รีโลแกรม PACF ของอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบไม่มีฤดูกาล 54
ภาพที่ 4.11 คอร์รีโลแกรม ACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบไม่มีฤดูกาล 55
ภาพที่ 4.12 คอร์รีโลแกรม PACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบไม่มีฤดูกาล 55
ภาพที่ 4.13 คอร์รีโลแกรม ACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบมีฤดูกาล 56
ภาพที่ 4.14 แสดงผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมเทียบกับราคาจริงด้วยตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือน ก.พ 2554 - มิ.ย. 2564 59
ภาพที่ 4.15 แสดงผลการพยากรณ์ล่วงหน้าด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือน ก.ค. 2564 - ธ.ค. 2565 (18 เดือน) 60

บทที่ 1
บทนำ

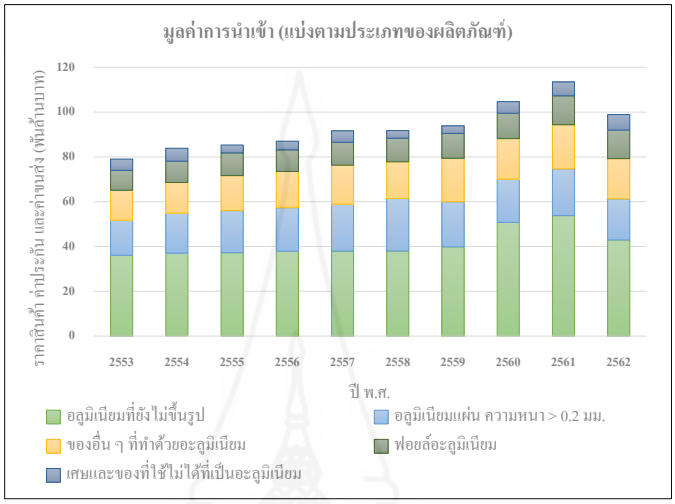
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่พบอยู่ตามธรรมชาติโดยอยู่ในรูปของแร่บอกไซต์ จากการสำรวจพบว่ามีปริมาณอลูมิเนียมอยู่ถึงร้อยละ 8 ของเปลือกโลก (ตลาดโลหะลอนดอน, 2562) เมื่อนำแร่บอกไซต์ไปผ่านกระบวนการสกัดเป็นผงอลูมินาและนำไปผ่านกรรมวิธีทางไฟฟ้า สิ่งที่ได้คือ อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 99 เรียกว่า “อลูมิเนียมปฐมภูมิ” อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งที่อุตสาหกรรมสมัยใหม่นิยมใช้ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น มีน้ำหนักเบากว่าเหล็กถึง 1 ใน 3 จึงนิยมนำไปทำเป็นชิ้นส่วนยานพาหนะสมัยใหม่ที่ต้องการน้ำหนักเบาเพื่อลดการใช้เชื่อเพลิง มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและการแลกเปลี่ยนความร้อนดีเยี่ยม จึงนิยมนำไปใช้ในระบบปรับอากาศและระบบแลกเปลี่ยนความร้อน ผิวสวยงามเหมาะแก่การใช้เป็นวัสดุประดับตกแต่ง มีความเหนียวสูงสามารถขึ้นรูปได้ดี สามารถนำไปรีดขึ้นรูปเป็นแผ่นบางเพื่อนำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ในด้านของการประหยัดพลังงาน อลูมิเนียมสามารถนำไปหลอมเพื่อนำมาใช้ใหม่ได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง โดยไม่สูญเสียคุณสมบติซึ่งใช้พลังงานเพียงร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิ

สำหรับภาพรวมและทิศทางของอุตสาหกรรมอลูมิเนียมนั้น อุปสงค์การบริโภคอลูมิเนียมทั่วโลกนั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดหลายปีที่ผ่านมาและยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อไปโดยเฉพาะตลาดอลูมิเนียมสำหรับกลุ่มบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มรวมถึงอลูมิเนียมสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ ทั้งนี้อุปสงค์ของอลูมิเนียมทั่วโลกนั้น (ธนาคารยูโอบี, 2562) คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.0 – 3.8 ต่อปี (พ.ศ. 2562 - 2567) โดยมีประเทศจีนเป็นผู้นำทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน จากข้อมูลสถิติการผลิตอลูมิเนียม (สำนักงานสถิติโลหะโลก, 2562) ระบุว่าในช่วงไตรมาส 1 – 3 ของปี พ.ศ. 2563 จีนยังมีอุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.9 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงไตรมาสเดียวกันของปี พ.ศ. 2562 แม้ว่าจะได้รับผลกระทบจากวิกฤตการแพร่ระบาดจากไวรัส COVID-19 ก็ตาม

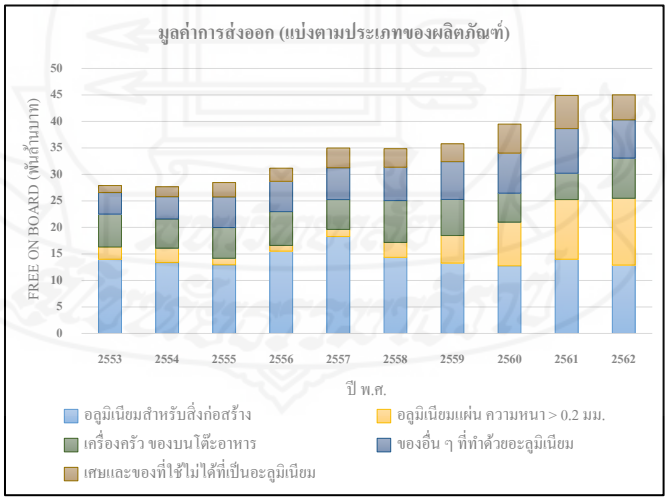
ข้อมูลสถิติมูลค่าการนำเข้าและการส่งออกของประเทศไทยโดยกรมศุลกากร แสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553 - 2562) ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าและส่งออก

อลูมิเนียมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากแหล่งนำเข้าต่าง ๆ เช่น จีน มาเลเซีย ญี่ปุ่น นำมาผ่านกระบวนการแปรรูปโดยอุตสาหกรรมภายในประเทศ จากนั้นส่งออกสู่ผู้บริโภคประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้



ภาพที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมของประเทศไทย แบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์

ที่มา : กรมศุลกากร (2564)



ภาพที่ 1.2 มูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมของประเทศไทย แบ่งตามประเภทของผลิตภัณฑ์

ที่มา : กรมศุลกากร (2564)

จากภาพที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุดิบอลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูปในปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือแผ่นอลูมิเนียมที่ความหนามากกว่า 0.2 มม. และสิ่งของอื่น ๆ ที่ทำด้วยอลูมิเนียมตามลำดับ โดยวัตถุดิบอลูมิเนียมเหล่านั้นถูกนำมาผ่านกระบวนการผลิตแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ ดังภาพที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าสินค้าอลูมิเนียมส่งออกของประเทศไทยที่มากสุดคืออลูมิเนียมสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เช่น กรอบประตู หน้าต่าง โครงหลังคา และอื่น ๆ รองลงมาคืออลูมิเนียมแผ่นความหนามากกว่า 0.2 มม. ซึ่งมีการเพิ่มปริมาณการส่งออกมากขึ้นในช่วง 5 ปีให้หลัง อันเป็นผลจากการเข้ามาลงทุนของบริษัทต่างชาติเข้ามาตั้งโรงงานผลิตอลูมิเนียมม้วนแผ่นรีดในประเทศไทย

กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมเริ่มต้นจากผู้ผลิตนำแร่บอกไซต์มาบดหรือย่อยขนาดให้ละเอียดจากนั้นนำไปผสมกับสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (sodium hydroxide) และความร้อนเพื่อละลายสารอลูมินาที่อยู่ในแร่บอกไซต์ออก อลูมินาที่ละลายออกมานั้นจะอยู่ในรูปของสารละลายอลูเนียมไฮดรอกไซด์ ($Al(OH)_3$) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการแยกโลหะอลูมิเนียมออกจากอลูมินาด้วยวิธีการแยกด้วยไฟฟ้าซึ่งเรียกว่าวิธีอิเล็กโทรไลซิส (electrolysis) ผลของกระบวนการแยกด้วยไฟฟ้าจะได้โลหะอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์กว่าร้อยละ 99 เราเรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ว่า ‘อลูมิเนียมปฐมภูมิ’ จากนั้นอลูมิเนียมจะถูกหล่อเป็นรูปร่างของก้อนหรือแท่ง ลักษณะรูปร่างแบบก้อนหรือแท่งของอลูมิเนียมนั้น (พระราชกำหนด พิกัดศุลกากร (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2559) ได้จำแนกตามประเภทโดยได้ระบุรายละเอียดเรียกว่า “อลูมิเนียมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูป (อันรอต)” จากภาพที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าเป็นอลูมิเนียมที่ประเทศไทยนำเข้ามากที่สุดและมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบสำคัญที่สามารถนำไปหลอมใหม่เพื่อปรับส่วนผสมทางเคมีและแปรรูปได้หลากหลาย อลูมิเนียมจะถูกซื้อขายผ่านตลาดโลหะซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนสินค้า

อลูมิเนียมปฐมภูมิที่ถูกนำไปปรับปรุงคุณสมบัติ เช่น นำไปหลอมใหม่และเติมธาตุผสมบางอย่างตามจุดประสงค์ของผู้ผลิต เช่น เติมแมกนีเซียม (Mg) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เติมซิลิกอน (Si) เพื่อเพิ่มความสามารถในการไหลขณะขึ้นรูป การเติมธาตุผสมต่าง ๆ นี้ส่งผลให้ความบริสุทธิ์ของอลูมิเนียมลดลง (น้อยกว่าร้อยละ 99) เราเรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ว่า ‘อลูมิเนียมอัลลอย (aluminum alloy)’

ปัจจุบันการซื้อขายอลูมิเนียม จัดอยู่ในหมวดสินค้านอกกกลุ่มเหล็ก (non-ferrous metals) มีตลาดซื้อขายใหญ่ที่สุดในโลกคือตลาดโลหะลอนดอนซึ่งเป็นตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้า (futures market) และจัดเป็นตลาดซื้อขายสินค้าอย่างเป็นทางการ (exchange market) สินค้าที่ขายในตลาดนี้มี 3 ประเภทคือ เหล็กแท่ง โลหะ และพลาสติก โดยมีเงื่อนไขสัญญาซื้อขายและระยะเวลา

การชำระเงินหลากหลายรูปแบบ (จรินทร์ ชลไพศาลและคณะ)ได้ระบุว่าร้อยละ 98 ของราคาการซื้อขายโลหะนอกกลุ่มเหล็กทั่วโลกอ้างอิงมาจากตลาดโลหะลอนดอน จุดเด่นสำคัญที่ทำให้ตลาดโลหะลอนดอน เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางมายาวนานมีอยู่ 3 ประการคือ (1) ผู้เข้าร่วมตลาดสามารถป้องการความเสี่ยงจากความผันผวนของราคา (hedging) ได้โดยการซื้อขายสัญญาล่วงหน้า (futures) และ(หรือ)การซื้อขายตราสารสิทธิ (option) (2) ราคาการชำระบัญชีของตลาดโลหะลอนดอนถูกใช้เป็นราคาอ้างอิงทั่วโลก (3) ตลาดโลหะลอนดอนมีเครือข่ายคลังสินค้าอยู่ทั่วโลกซึ่งมีผลต่อการอำนวยความสะดวกในการจัดส่งสินค้า ราคาอลูมิเนียมที่มีการซื้อขายอยู่ในตลาดโลหะลอนดอนนั้นแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะของเงื่อนไขการชำระเงิน เช่น ราคาซื้อสด (cash buyer), ราคาซื้อล่วงหน้า 3 เดือน (3-month buyer), อนุญาโตตุลาการ 3 เดือน (3-month ABR), ราคาขายล่วงหน้า 15 เดือน (15-month seller) และเงื่อนไขอื่น ๆ สำหรับประเทศไทยนั้นไม่มีการทำเหมืองแร่รวมถึงอุตสาหกรรมถลุงแร่อลูมิเนียม กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (กพร.) จึงไม่มีการประกาศราคาแร่อลูมิเนียมเพื่อเก็บค่าภาคหลวง แต่ให้อ้างอิงราคาจากตลาดโลหะลอนดอนเป็นหลัก

เนื่องจากราคาอลูมิเนียมในตลาดโลกได้รับอิทธิพลจากอุปสงค์และอุปทานเป็นปัจจัยหลัก อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากอุปสงค์และอุปทานแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่สามารถส่งผลให้ราคาอลูมิเนียมเกิดความเคลื่อนไหวได้เช่นกัน เช่น สถานการณ์การเมือง ภาวะเศรษฐกิจโลก อัตราเงินเฟ้อ สงครามทางการค้า และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นเมื่อภาวะอุปสงค์ อุปทานและสถานการณ์โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจึงได้สะท้อนไปสู่ราคาอลูมิเนียมให้มีการปรับตัวและเคลื่อนไหวไปตามสาเหตุข้างต้น บางช่วงเวลาราคาอลูมิเนียมอาจเกิดการปรับตัวหรือมีความผันผวนอย่างรุ่นแรง ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบธุรกิจอลูมิเนียมในหลาย ๆ ด้าน เช่น (1) กระทบต่อต้นทุนนำเข้าอลูมิเนียมเพื่อมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูป (2) กระทบต่อการวางแผนปริมาณสำรองวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง โดยต้องวางแผนให้สอดคล้องกับทิศทางราคาซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริหารจัดการต้นทุนและจะส่งผลไปถึงกำไร กล่าวคือหากผู้ประกอบการสามารถทราบได้ว่าราคาอลูมิเนียมในอนาคตกำลังจะปรับตัวสูงขึ้น ก็อาจจะมีการเร่งสำรองวัตถุดิบคงคลังไว้ล่วงหน้าก่อนที่ราคาจะปรับตัวสูงขึ้นเพื่อประหยัดต้นทุนในอนาคต หรือในกรณีที่ผู้ประกอบการทราบว่าราคาอลูมิเนียมในอนาคตกำลังจะปรับตัวลดลงก็อาจจะชะลอการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อรอราคาที่ต่ำกว่าจึงทำการสั่งซื้อในภายหลังซึ่งจะช่วยประหยัดต้นทุนการการผลิตและทำเพิ่มกำไรได้ (3) กระทบต่อการกำหนดราคาสินค้าหรือสัญญาซื้อขายอลูมิเนียมกับคู่ค้า กล่าวคือโดยปกติแล้วธุรกิจอลูมิเนียมผู้ซื้อและผู้ขายจะมีเงื่อนไขหรือข้อตกลงกันในเรื่องของราคาและการจ่ายเงิน โดยหนึ่งในปัจจัยที่ใช้กำหนดราคานั้นจะมีการอ้างอิงถึงราคาวัตถุดิบอลูมิเนียม ณ ช่วงเวลาที่ตกลงกัน

ตัวอย่างเช่น ใช้ราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนก่อนหน้าที่จะมีการส่งมอบสินค้าเป็นต้นทุนอ้างอิง หรือใช้ราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยสามเดือนของเดือนก่อนหน้าที่จะมีการส่งมอบสินค้าเป็นต้นทุนอ้างอิง หรือใช้ราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยของทั้งปีมาเป็นโครงสร้างในการกำหนดราคา เป็นต้น ซึ่งหากผู้ซื้อและผู้ขายสามารถทราบทิศทางของราคาล่วงหน้าก็จะสามารถกำหนดเงื่อนไขซื้อขายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาในครั้งนี้จึงได้เห็นโอกาสที่จะใช้วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติมาใช้คาดการณ์ราคาล่วงหน้าของอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่นักลงทุนผู้หวังผลกำไร อีกทั้งช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มโอกาสทำกำไรให้กับผู้ประกอบการเกี่ยวกับอลูมิเนียมที่ต้องการข้อมูลเพื่อตัดสินใจกำหนดนโยบายซื้อขายวัตถุดิบอลูมิเนียม การวางแผนการสำรองปริมาณวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง รวมถึงได้เข้าใจสถานการณ์การผลิต การค้าและการตลาดโลกของอลูมิเนียมมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ในการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์การผลิตอลูมิเนียม การตลาดและการค้า ผ่านตลาดโลหะลอนดอน

2.2 เพื่อพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน

3. ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิในลักษณะอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 138 เดือน ประเภทของราคาที่นำมาศึกษาคือราคาอลูมิเนียมชนิดปฐมภูมิสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ประเภทระยะเวลาการชำระเงินแบบซื้อสด โดยมีแหล่งที่มาของข้อมูลจากตลาดโลหะลอนดอน

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 อลูมิเนียม (Aluminum) คือผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของที่ทำด้วยอลูมิเนียม มีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ เช่น ท่อน เส้น โพรไฟล์ ม้วน แผ่นหนา แผ่นบาง แถบ ฟอยล์ หลอด ท่อ รวมถึง เศษหรือผงที่ไม่สามารถใช้การได้

4.2 อลูมิเนียมปฐมภูมิ (Primary aluminum) อลูมิเนียมที่ได้จากกระบวนการผลิตในขั้นต้นโดยการแยกโลหะอลูมิเนียมออกจากอลูมินาด้วยวิธีทางไฟฟ้า เป็นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งเจือปนและส่วนผสมทางเคมีต่ำ จำกัดปริมาณส่วนผสมทางเคมีให้มีซิลิกอน (Si) ไม่เกินร้อยละ 0.10 เหล็ก (Fe) ไม่เกินร้อยละ 0.20 และ อลูมิเนียมไม่ต่ำว่าร้อยละ 99.70

4.3 ตลาดโลหะลอนดอน (London Metal Exchange: LME) เป็นตลาดซื้อขายสินค้าล่วงหน้า จัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2430 ปัจจุบันเป็นตลาดซื้อขายสินค้า 3 ประเภท ได้แก่ เหล็กแท่ง โลหะนอกกลุ่มเหล็ก และพลาสติก เป็นสถาบันมีบทบาทในการกำหนดราคาสินค้าผ่านการบริการกลไกการซื้อขาย 3 รูปแบบคือ (1) นั่งล้อมเป็นวงแล้วพูดหรือตะโกน (ring trade) (2) ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ และ (3) ซื้อขายสินค้าทางโทรศัพท์ นอกจากนี้ตลาดโลหะลอนดอนยังมีบทบาทในการส่งมอบสินค้าและบริการจัดการความเสี่ยงด้านราคาผ่านการซื้อขายสัญญาซื้อขายสินค้าล่วงหน้า

4.4 LME ฟิวเจอร์ส (LME Futures) เป็นการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าผ่านตลาดซื้อขายสินค้าอย่างเป็นทางการ ซึ่งผู้ซื้อและผู้ขายทำการตกลงราคากัน ณ ปัจจุบันโดยมีพันธะผูกพันว่าจะมีการส่งมอบอลูมิเนียมและชำระเงินกันในอนาคตตามเงื่อนไขและราคาที่ได้ทำการตกลงกันไว้

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบถึงสถานการณ์การผลิตอลูมิเนียม การตลาดและการค้า ทั้งในระดับโลกและประเทศไทย ผ่านการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน

5.2 ทราบถึงแนวโน้มของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก

5.3 เป็นข้อเสนอแนะให้แก่ภาครัฐ ภาคธุรกิจซื้อขายอลูมิเนียมตลอดจนภาคอุตสาหกรรมอลูมิเนียมที่เกี่ยวข้อง ได้ใช้ประโยชน์จากผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมเพื่อตัดสินใจดำเนินการทางการเงิน การวางแผนการผลิต การนำเข้าและการส่งออก

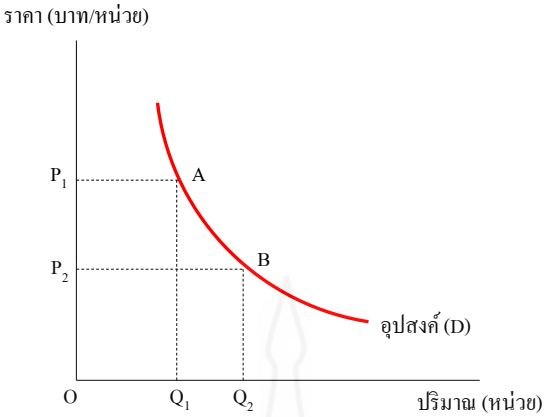
บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการผลิตอลูมิเนียม การตลาดและการค้า ทั้งในระดับโลกและประเทศไทย นอกจากนี้ยังต้องการทราบแนวโน้มราคาอลูมิเนียมในอนาคต จึงได้ใช้แนวคิดการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนคินส์ในการการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมโดยใช้วิธี SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถอธิบายแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ (1) ทฤษฎีอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของตลาด (2) ทฤษฎีเกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศ (3) ตลาดโลหะลอนดอน (4) แนวคิดการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนคินส์ (5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

1. ทฤษฎีอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของตลาด

1.1 ทฤษฎีอุปสงค์

อุปสงค์ (demand: D) มีความหมายคือ ปริมาณของสินค้าหรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคมีความต้องการที่จะซื้อที่แต่ละระดับราคาต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน กล่าวคือความต้องการที่จะซื้อนั้นต้องประกอบไปด้วยลักษณะสองประการจึงสามารถถือว่าอุปสงค์ในความหมายของเศรษฐศาสตร์ได้ นั่นคือผู้บริโภคนั้นต้องมีความเต็มใจในการซื้อ (willingness to pay) และมีความสามารถในการจ่าย (ability to pay) การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมหรือความต้องการซื้อสินค้า (quantity demanded: Q_d) ของผู้ซื้อกับระดับราคา (price: P) ที่เปลี่ยนแปลงไป เราสามารถอธิบายความสัมพันธ์นั้นได้โดยใช้กฎของอุปสงค์ (law of demand) โดยกฎของอุปสงค์นั้นมีสาระสำคัญที่ว่า ความต้องการซื้อสินค้าและบริการจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับราคาสินค้า เมื่อกำหนดให้สิ่งอื่น ๆ คงที่ กล่าวคือเมื่อระดับราคาของสินค้าและบริการสูงขึ้น ปริมาณความต้องการซื้อสินค้าชนิดนั้นของผู้ซื้อจะลดลง ในอีกทางหนึ่งเมื่อระดับราคาของสินค้าและบริการชนิดนั้นลดลง ปริมาณความต้องการซื้อสินค้าชนิดนั้นของผู้ซื้อก็จะสูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงเส้นอุปสงค์

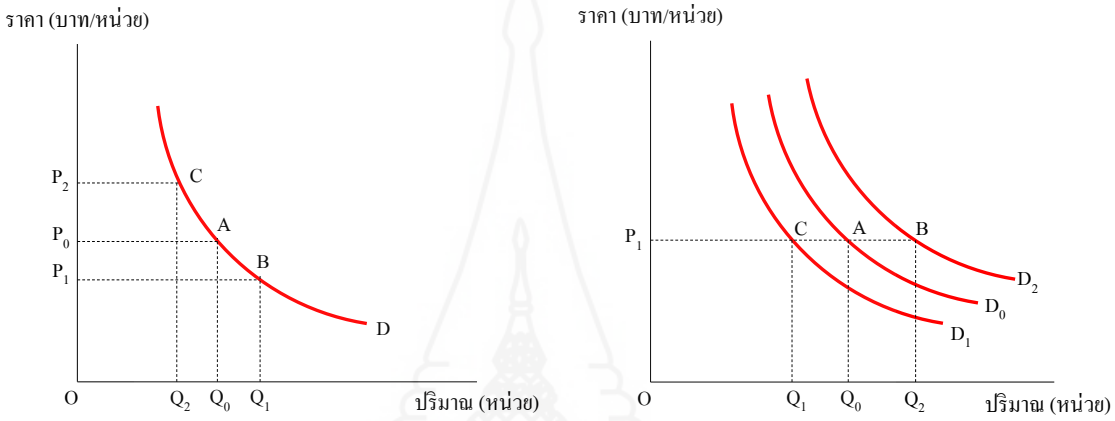
ที่มา : ปิยะศิริ เรืองศรีมั่น (2559, น.2-52)

จากภาพ 2.1 กำหนดให้ P แทนราคาสินค้า และ Q_d แทนความต้องการซื้อสินค้าและบริการของผู้ซื้อ จากกฎของอุปสงค์สามารถเขียนเส้นอุปสงค์ (demand curve) ที่มีความชันเป็นลบ มีลักษณะลาดลงจากด้านบนซ้ายไปด้านล่างขวา การที่ผู้ซื้อหรือผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงความต้องการซื้อสินค้าหรือบริการนั้น ๆ เมื่อระดับราคาของสินค้าหรือบริการเปลี่ยนแปลงไป สิ่งนั้นเรียกว่า “ผลของราคา” (price effect) โดยผลของราคาเกิดจากผลรวมของ “ผลการใช้สินค้าทดแทนกัน” (substitution effect) และ ผลของรายได้ของผู้บริโภค (income effect) กล่าวคือเมื่อระดับราคาของสินค้าหรือบริการชนิดนั้นเพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบกับสินค้าและบริการชนิดอื่น ผู้ซื้อจะเกิดความรู้สึกว่าสิ้นค้าหรือบริการชนิดนั้นแพงขึ้น ผู้ซื้อจึงลดการซื้อสินค้าชนิดนั้นลงและเปลี่ยนมาซื้อสินค้าหรือบริการชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่าแทน ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณการซื้อรวมถึงการบริโภคเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของราคาโดยเปรียบเทียบ (relative price) ของสินค้าหรือบริการนั้น ๆ เรียกว่า “ผลของการทดแทนกัน” (บรรจบ ซุ้นสุวรรณ, 2559) นอกจากนี้ระดับราคาที่เพิ่มขึ้นยังทำให้ผู้ซื้อมีอำนาจในการซื้อลดลง เนื่องจากเงินหรือรายได้จำนวนเท่าเดิมแต่สามารถซื้อสินค้าและบริการได้น้อยลง ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงนี้เรียกว่า “ผลของรายได้”

อุปสงค์หรือปริมาณความต้องการซื้อนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัย 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านราคา และปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ราคาของสินค้าชนิดนั้น สำหรับตัวอย่างของปัจจัยที่ไม่ได้มาจากราคา เช่น รายได้ของผู้บริโภค ราคาของสินค้าหรือบริการชนิดอื่น รสนิยมของผู้ซื้อหรือผู้บริโภค ฤดูกาล เทศกาล จำนวนประชากร การคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต การกระจายรายได้ ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ค่าใช้จ่ายในการโฆษณา ปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดให้

อุปสงค์เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งเราสามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ออกเป็น 2 ลักษณะคือ การเปลี่ยนแปลงภายในเส้นอุปสงค์ และ การเลื่อนของเส้นอุปสงค์ ดังแสดงในภาพที่ 2.2 (ก) และภาพ 2.2 (ข)

(ก) การเปลี่ยนแปลงภายในเส้นอุปสงค์ (ข) การเลื่อนของเส้นอุปสงค์



ภาพที่ 2.2 (ก) แสดงการเปลี่ยนแปลงภายในเส้นอุปสงค์ ภาพ (ข) แสดงการเลื่อนของเส้นอุปสงค์

ที่มา : ปิยะศิริ เรืองศรีมั่น (2559, น.2-55)

จากภาพที่ 2.2 (ก) แสดงการเปลี่ยนแปลงภายในเส้นอุปสงค์หรือการเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปสงค์ (change in quantity) เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการซื้อหรือการบริโภคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยราคาโดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ จากภาพแกนนอนแสดงปริมาณความต้องการซื้อ แกนตั้งแสดงระดับราคาสินค้า เส้นอุปสงค์ D มีความชันเป็นลบ ลักษณะลาดลงจากด้านบนซ้ายไปด้านล่างขวา อธิบายจากภาพคือ แรกเริ่มที่ระดับราคา P_0 ผู้บริโภคมีความต้องการซื้อสินค้าที่ปริมาณ Q_0 ซึ่งมีปริมาณอุปสงค์เท่ากับ A ในกรณีที่ระดับราคาปรับลดลงจาก P_0 มาเป็น P_1 ผู้บริโภคจะเพิ่มความต้องการการซื้อสินค้าที่มากขึ้นจากปริมาณ Q_0 เป็น Q_1 ซึ่งมีปริมาณอุปสงค์เท่ากับจุด B ในทางตรงกันข้ามหากระดับราคาปรับตัวสูงขึ้นจาก P_0 เป็น P_2 ผู้บริโภคจะลดความต้องการการซื้อสินค้าลงจาก Q_0 เหลือเพียงปริมาณ Q_2 มีปริมาณอุปสงค์เท่ากับจุด C กล่าวโดยสรุปคือ การเปลี่ยนแปลงความต้องการซื้อหรือบริโภคจากการเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด C บนเส้นอุปสงค์ เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปสงค์ สำหรับภาพที่ 2.2 (ข) แสดงการเลื่อนของเส้นอุปสงค์หรือการเปลี่ยนแปลงระดับอุปสงค์ (shift in demand curve) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

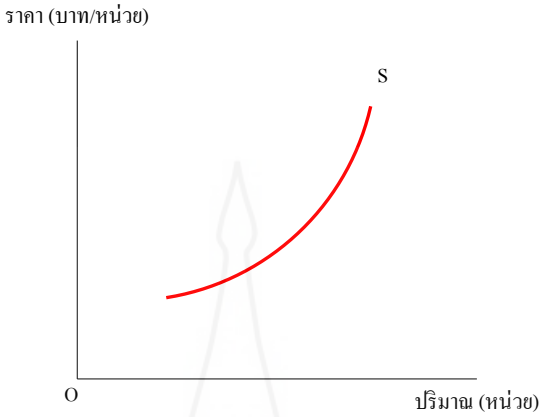
อุปสงค์ที่ไม่ได้เกิดจากปัจจัยราคาหากแต่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อปริมาณความต้องการซื้อของผู้บริโภค โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเส้นอุปสงค์จะมีลักษณะเคลื่อนที่ไปจากเดิมทั้งเส้น จากภาพแกนนอนแสดงปริมาณความต้องการซื้อ แกนตั้งแสดงระดับราคาสินค้า เส้นอุปสงค์ (D) มีความชันเป็นลบลักษณะลาดลงจากด้านบนซ้ายไปด้านล่างขวา เริ่มต้นที่ระดับราคา P_0 ผู้บริโภคมีความต้องการซื้อสินค้าที่ปริมาณ Q_0 มีปริมาณอุปสงค์เท่ากับ A ในกรณีที่อุปสงค์เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยที่ไม่ใช่ราคาหากแต่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลให้ปริมาณความต้องการซื้อสินค้าเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเพิ่มขึ้น เส้นอุปสงค์ก็จะเคลื่อนย้ายจากเส้นเดิม คือ เส้น D_0 ปริมาณอุปสงค์ A ความต้องการปริมาณสินค้า Q_0 ไปทางขวามือเป็นเส้น D_2 ปริมาณอุปสงค์ B ความต้องการปริมาณสินค้า Q_2 ในทางตรงกันข้าม หากปัจจัยอื่น ๆ ดังกล่าวนั้นส่งผลให้ปริมาณความต้องการซื้อสินค้าเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะลดลง เส้นอุปสงค์ก็จะเคลื่อนย้ายจากเส้นเดิมจากเส้น D_0 ปริมาณอุปสงค์ A ความต้องการปริมาณสินค้า Q_0 ไปทางซ้ายมือทั้งเส้นเป็นเส้น D_2 ปริมาณอุปสงค์ C ความต้องการซื้อสินค้าลดลงเหลือปริมาณ Q_1

1.2 ทฤษฎีอุปทาน

อุปทาน (supply: S) หมายถึง ปริมาณสินค้าหรือบริการชนิดใดชนิดหนึ่งที่ผู้ขายหรือผู้ผลิตหรือหน่วยผลิตมีความยินดีหรือเต็มใจเสนอขายในระดับราคาต่าง ๆ กันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง กล่าวคืออุปทานไม่ใช่สต๊อกสินค้าในโกดัง แต่อุปทานเป็นส่วนหนึ่งของสต๊อกสินค้าที่ผู้ผลิตยินดีจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค (ประพันธ์ เศวตนันทน์ และไพศาล เล็กอุทัย, 2560) เราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างราคาสินค้าและปริมาณสินค้าที่ผู้ขายหรือผู้ผลิตหรือหน่วยผลิตยินดีเสนอขาย เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ โดยใช้กฎของอุปทาน (law of supply) นั่นคือเมื่อปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ปริมาณสินค้าที่ผู้ขายหรือผู้ผลิตหรือหน่วยผลิตยินดีเสนอขายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อราคาสินค้าเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม หากราคาสินค้าลดลง ปริมาณสินค้าที่ผู้ขายหรือผู้ผลิตหรือหน่วยผลิตยินดีเสนอขายก็จะลดลงด้วย ซึ่งเราเรียกปริมาณสินค้าหรือบริการที่ผู้ขายยินดีเสนอขาย ณ ระดับราคานั้นว่าปริมาณอุปทาน (quantity supplied)

ตามกฎของอุปทาน ปริมาณอุปทานจะแปรผันตรงกับราคาสินค้าโดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ หากเรานำปริมาณอุปทานที่ระดับราคาต่าง ๆ มาเขียนเป็นกราฟตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะได้เส้นอุปทานที่มีลักษณะลาดขึ้นจากล่างซ้ายสู่ด้านขวาบนมีความชันเป็นบวก ดังในแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ขายหรือผู้ผลิตหรือหน่วยผลิตมีความเต็มใจที่จะเสนอขายสินค้าในระดับราคาที่สูงมากกว่าระดับราคาที่ต่ำ เนื่องจากยิ่งเสนอขายด้วยราคาสูงขึ้นเท่าไรก็ยิ่งมีกำไรมากขึ้น

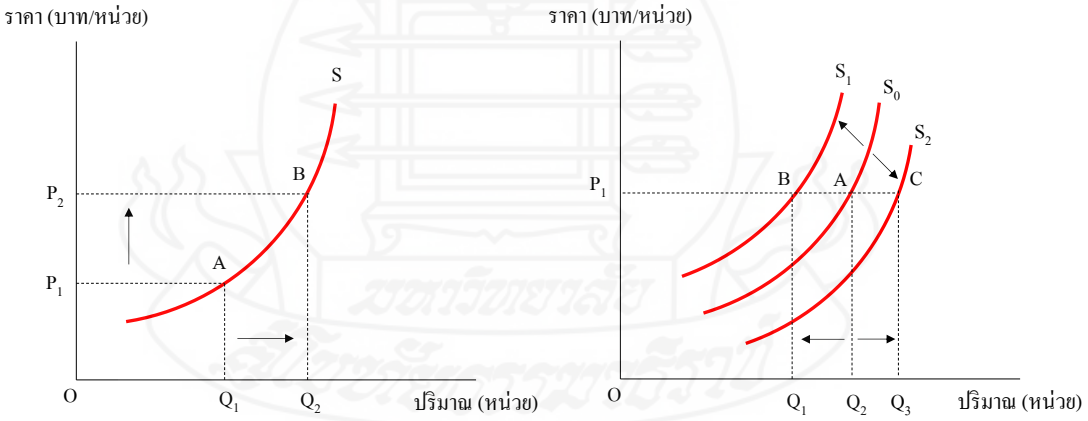
เท่านั้น ลักษณะเช่นนี้ตรงกันข้ามกับกฎของอุปสงค์ที่ว่าผู้บริโภคหรือผู้ซื้อจะมีความต้องการการซื้อมากขึ้นเมื่อราคาลดลง



ภาพที่ 2.3 แสดงเส้นอุปทานของสินค้าชนิดหนึ่งในตลาด

ที่มา : รัฐวิชญ์ จิวสวัสดิ์ (2561, น.2-7)

(ก) การเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปทาน (ข) การเปลี่ยนแปลงระดับอุปทาน



ภาพที่ 2.4 (ก) แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปทาน ภาพ (ข) แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับอุปทาน

ที่มา : รัฐวิชญ์ จิวสวัสดิ์ (2561, น.2-13)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงอุปทาน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทได้แก่ *ประเภทที่ 1* คือการเปลี่ยนแปลงปริมาณอุปทาน (change in quantity supplied) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ

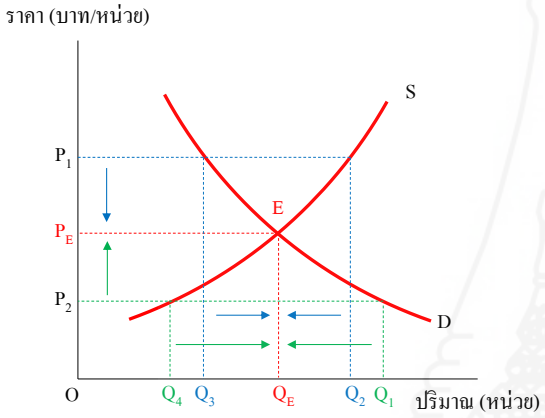
ราคาทำให้ปริมาณเสนอขายเปลี่ยนแปลงไป แสดงในภาพ 2.4 (ก) จากภาพแกนนอนแสดงปริมาณสินค้าที่ต้องการเสนอขาย แกนตั้งแสดงระดับราคา เส้นอุปทาน (S) มีความชันเป็นบวก จากภาพแสดงให้เห็นว่าที่ระดับอุปทาน A ผู้ผลิตหรือผู้ขายมีความยินดีเสนอขายที่ระดับราคา P_1 ในปริมาน Q_1 ต่อมาราคาสินค้าปรับตัวสูงขึ้นจาก P_1 ไปเป็น P_2 ผู้ผลิตหรือผู้ขายก็มีความยินดีเสนอขายในปริมาณเพิ่มขึ้นอีกเนื่องจากได้กำไรเพิ่มขึ้นจึงเพิ่มปริมาณการเสนอขายจาก Q_1 ไปเป็น Q_2 ทำให้ระดับอุปทานขยับขึ้นจากจุด A มาอยู่ที่จุด B โดยระดับอุปทานนั้นยังเคลื่อนไหวอยู่บนเส้นอุปทานเดิม *ประเภทที่ 2* เป็นการเปลี่ยนแปลงระดับอุปทาน (change in supply) เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ราคาในขณะที่ราคาสินค้าคงที่ เช่น การเปลี่ยนแปลงของราคาสินค้าชนิดที่เกี่ยวข้อง ระดับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ราคาปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตชนิดนั้น ภาษีและเงินอุดหนุน (ภาษีส่งผลต่อต้นทุน เงินอุดหนุนทำให้มีกำไรเพิ่มขึ้น) การคาดคะเนเกี่ยวกับราคาสินค้า และการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ขาย การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เส้นอุปทานเลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิมทั้งเส้นหรือกล่าวได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่ของจุดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับราคาและปริมาณความต้องการเสนอขายบนเส้นอุปทานที่ต่างเส้นกัน การเปลี่ยนแปลงระดับอุปทานสามารถเป็นไปได้สองแบบดังแสดงในภาพ 2.4 (ข) แกนนอนแสดงปริมาณสินค้าที่ต้องการเสนอขาย แกนตั้งแสดงระดับราคา เริ่มต้นจากเส้นอุปทาน S_1 ระดับอุปทานอยู่ที่จุด A ผู้ขายมีความยินดีขายในปริมาณ Q_1 ที่ระดับราคา P_1 ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ไม่ใช่ราคาในขณะที่ราคาสินค้าคงที่ ส่งผลให้อุปทานลดลงทำให้เส้นอุปทานเลื่อนไปทางซ้ายมือเป็นเส้น S_2 ผู้ขายลดปริมาณเสนอขายลงจาก Q_1 เหลือเพียง Q_2 ระดับอุปทานเลื่อนจากจุด A มาที่จุด B อีกกรณีหนึ่งถ้าการเกิดการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ไม่ใช่ราคาในขณะที่ราคาสินค้าคงที่ ส่งผลให้อุปทานเพิ่มขึ้นทำให้เส้นอุปทานเลื่อนไปทางขวามือจากเส้น S_1 ไปเป็นเส้น S_3 ผู้ขายก็จะเพิ่มปริมาณการเสนอขายขึ้นจาก Q_1 เป็น Q_3 ระดับอุปทานเลื่อนจากจุด A มาที่จุด C

1.3 ดุลยภาพของตลาด

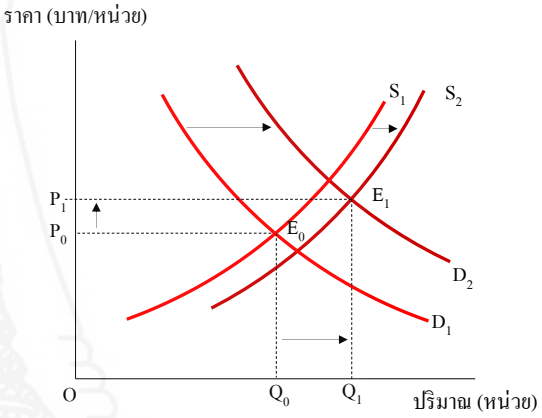
ดุลยภาพของตลาด หมายถึง สภาพความสมดุลที่เกิดขึ้น ณ ระดับราคาที่ตกลงซื้อขายกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย โดยปริมาณอุปสงค์และปริมาณอุปทานเท่ากันพอดี (รัฐวิชญ์ จิวสวัสดิ์, 2561) อธิบายด้วยภาพ 2.5 (ก) กล่าวคือจุดที่ตัดกันของเส้นอุปสงค์ D และเส้นอุปทาน S ซึ่งเป็นจุดที่ปริมาณอุปสงค์และอุปทานเท่ากัน เรียกว่าจุดดุลยภาพ มีราคาและปริมาณดุลยภาพคือ P_E และ Q_E ตามลำดับ ในกรณีที่ราคาสินค้าหรือบริการนั้นสูงกว่าในดุลภาพ เช่น P_1 ซึ่งมีอุปทานเท่ากับ Q_2 แต่มีอุปสงค์เท่ากับ Q_3 เกิดอุปทานมากกว่าอุปสงค์หรืออุปทานส่วนเกิน ผู้ขายหรือผู้ผลิตต้องลดระดับราคาสินค้าหรือบริการนั้นลง เมื่อราคาลดลงอุปสงค์ก็จะเพิ่มขึ้นและเข้าสู่ดุลยภาพที่จุด E ใน

ที่สุด ในทางตรงกันข้ามหากราคาสินค้าหรือบริการนั้นต่ำกว่าราคาดุลยภาพ เช่น P_2 ที่มีอุปทานเท่ากับ Q_4 แต่มีอุปสงค์เท่ากับ Q_1 ซึ่งทำให้เกิดอุปสงค์มากกว่าอุปทานหรืออุปสงค์ส่วนเกิน ราคาสินค้าต้องปรับตัวสูงขึ้น เมื่อราคาสินค้าปรับตัวสูงขึ้นผู้ผลิตหรือผู้ขายก็จะผลิตสินค้าออกมาขายมากขึ้นในขณะที่ผู้บริโภคก็จะลดปริมาณความต้องการซื้อลงและเข้าสู่ดุลยภาพที่จุด E ในที่สุด

(ก) ดุยภาพตลาด



(ข) การเปลี่ยนแปลงดุยภาพ



ภาพที่ 2.5 (ก) แสดงดุลยภาพตลาดและการปรับตัวกรณีเกิดอุปทานและอุปสงค์ส่วนเกิน

ที่มา : ประพันธ์ เศวตนันทน์ และไพศาล เล็กอุทัย (2560, น.35)

ภาพที่ 2.5 (ข) แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับของอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพ

ที่มา : ปรัชญ์ ปราบปรปักษ์ (2554, น.9)

จากภาพ 2.5 (ข) กรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยที่ไม่ได้มาจากราคาซึ่งทำให้เส้นอุปสงค์หรืออุปทานเปลี่ยนแปลงในลักษณะเลื่อนไปทั้งเส้นทำให้ปริมาณและราคาดุลยภาพเปลี่ยนแปลงได้ จากภาพแสดงตัวอย่างของสินค้าปกติชนิดหนึ่ง แรกเริ่มเส้นอุปสงค์ D_0 ตัดกับเส้นอุปทาน S_0 ที่จุดดุลยภาพ E_0 ราคาและปริมาณดุลยภาพเท่ากับ P_0 และ Q_0 ตามลำดับ เนื่องจากเศรษฐกิจดี ประชาชนมีรายได้สูงขึ้นทำให้อุปสงค์การบริโภคสินค้าชนิดนี้เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ทำให้เส้นอุปสงค์เลื่อนไปทางขวาเป็นเส้น D_1 ทางด้านผู้ผลิตสินค้าก็ได้นำเทคโนโลยีการผลิตเข้ามาช่วยในการผลิตรวมถึงทำกิจกรรมลดค่าใช้จ่ายส่วนเกินทำให้สามารถเพิ่มระดับอุปทานให้สูงขึ้นได้ ทำให้เส้นอุปทานเลื่อนไปทางขวาเป็นเส้น S_1 จึงทำให้เกิดดุลยภาพใหม่ที่จุด E_1 โดยเส้นอุปสงค์ D_1

ตัดกับเส้นอุปทาน S_1 ซึ่งมีราคาและปริมาณดุลยภาพใหม่เท่ากับ P_1 และ Q_1 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของอุปทานยังน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ หากผู้ผลิตสามารถเพิ่มระดับอุปทานให้สูงขึ้นได้อีกก็จะสามารถทำให้ราคาลดลงซึ่งจะให้อุปสงค์ต่อสินค้าชนิดนี้เพิ่มขึ้น

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศ

การค้าระหว่างประเทศ คือ การแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการระหว่างประเทศ การนำเข้าหรือส่งออกสินค้าหรือบริการ สามารถทำให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างรวดเร็วและมีมาตรฐานการครองชีพที่ดี (ทัชชมัย ฤกษะสุต, 2549) อีกทั้งการค้าระหว่างประเทศยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเติบโตและการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ความแตกต่างของทรัพยากรที่มีอยู่ของแต่ละประเทศ รสนิยมการบริโภคที่หลากหลายและต้นทุนในการผลิตสินค้ามีความแตกต่างกัน ทำให้แต่ละประเทศเกิดการค้าขายแลกเปลี่ยนระหว่างกัน (วริษา กังสวัสดิ์, 2555) ประโยชน์ของการเรียนรู้และเข้าใจเรื่องการค้าขายระหว่างประเทศจะทำให้ทราบถึงความสามารถในการพัฒนาสินค้าและการบริการเพื่อการส่งออกและการนำเข้า การส่งออกเป็นวิธีหนึ่งที่แสดงถึงการนำรายได้เข้าสู่ประเทศ การนำเข้านั้นเป็นวิธีที่แสดงถึงการนำวัตถุดิบที่เข้ามาเพื่อใช้ในการผลิตภายในประเทศและการส่งออก ดังนั้นสถานการณ์การนำเข้าและการส่งออกของประเทศนั้น ๆ สามารถแสดงถึงเศรษฐกิจภายในประเทศ (กนกพร ชัยประสิทธิ์, 2559) นอกจากนี้การค้าระหว่างประเทศยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประเทศกำลังพัฒนาในการสร้างความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยการส่งออกนั้นทำให้เกิดการขยายตัวของอุปสงค์ภายในประเทศ กระตุ้นให้มีการผลิตเพื่อการส่งออกอีก ทั้งยังทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มขึ้น ทำให้มีการใช้ทรัพยากรในประเทศอย่างเต็มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้าที่ตนถนัดเพื่อส่งออก เกิดการเคลื่อนย้ายเงินทุนจากประเทศที่พัฒนาแล้วไปสู้ประเทศกำลังพัฒนา รวมถึงทำให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยี ความรู้ ทักษะการทำงานต่าง ๆ ในการที่จะพัฒนาสินค้าออกขายแข่งขันกับต่างประเทศ (นิสิต พันธมิตร, 2552) สำหรับทฤษฎีเกี่ยวกับการค้าระหว่างประเทศที่สำคัญมีดังนี้

2.1 ทฤษฎีความได้เปรียบโดยสมบูรณ์

ทฤษฎีความได้เปรียบโดยสมบูรณ์ (Theory of Absolute Advantage) หรือในอีกชื่อหนึ่งคือทฤษฎีความได้เปรียบโดยเด็ดขาด เป็นแนวคิดของอดัม สมิธ (Adam Smith, 1723-1970) นักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิก สมิธได้เสนอแนวคิดการค้าระหว่างประเทศแบบเสรี โดยให้เหตุผลว่าจะทำให้สังคมโลกดีขึ้นมีสินค้าใช้ในการบริโภคมากขึ้น พื้นฐานแนวคิดของเขาเกี่ยวกับการแบ่ง

งานกันทำ (division of labor) ถูกอธิบายไว้ในหนังสือของเขาที่ชื่อว่า The Wealth of Nation โดยใจความของแนวคิดการแบ่งงานกันทำ สมิธได้กล่าวว่า หากประชาชนหรือกลุ่มคนได้ทำงานในสิ่งที่ตนถนัดหรือมีความชำนาญ “มือที่มองไม่เห็น” (invisible hand) หรือกลไกราคาจะเป็นเครื่องจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพที่สุดและจะนำประเทศมาสู่ความมั่งคั่งที่สุด โดยมีเหตุผลอย่างน้อยสามประการที่สนับสนุนว่าการแบ่งงานกันทำให้ผลผลิตรวมสูงขึ้นได้แก่

(1) แรงงานแต่ละคนย่อมสามารถพัฒนาทักษะและความชำนาญเพราะการทำการผลิตซ้ำแล้วซ้ำเล่า

(2) สามารถประหยัดเวลาได้ เพราะแรงงานไม่จำเป็นต้องไปทำงานหลายอย่างพร้อม ๆ กัน

(3) เนื่องจากการทำงานของแรงงานในบางกรณีต้องทำงานควบคู่กับเครื่องจักร แรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะอย่างย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ย้อมส่งผลให้ผลิตภาพแรงงานโดยรวมและเครื่องจักรเพิ่มขึ้น (พอพันธ์ อุยยานนท์, 2562)

ทฤษฎีความได้เปรียบโดยสมบูรณ์ตั้งอยู่บนหลักทฤษฎีมูลค่าที่เกิดจากแรงงาน (Labor Theory of Value) ซึ่งมีสมมติฐานที่สำคัญคือ (1) แรงงานเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าในการผลิตและมีคุณภาพและคุณลักษณะเหมือนกันทุกประการ (2) ต้นทุนหรือราคาสินค้าขึ้นอยู่กับชั่วโมงแรงงานที่ต้องนำมาใช้ในการผลิต (พนิดา ณ ลำเลียง, 2556)

2.2 ทฤษฎีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ

ทฤษฎีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ (Theory of Comparative Advantage) ถูกนำเสนอโดยเดวิด ริคาร์โด (David Ricado, 1772-1823) โดยริคาร์โดได้ตีพิมพ์หนังสือ The Principle of Political Economy and Taxation ซึ่งเป็นหนังสือที่ประกอบด้วยแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์หลายเรื่อง เช่น แนวคิดด้านการเงิน การคลัง มูลค่า ค่าเช่า กำไร และการค้าระหว่างประเทศ แนวคิดของริคาร์โดได้รับการกล่าวขานว่าเป็น “ผู้ก่อกำเนิดลัทธิการค้าเสรี” สำหรับทฤษฎีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบนั้น ริคาร์โดได้พัฒนามาจากทฤษฎีความได้เปรียบโดยสมบูรณ์ของอดัม สมิธ ซึ่งริคาร์โดมีความเห็นว่าแม้จะมีความแตกต่างของต้นทุน(โดยสัมบูรณ์) ของบางประเทศต่ออีกประเทศหนึ่ง แต่การค้าโดยเสรีจะสามารถนำประโยชน์มาสู่ประเทศคู่ค้าได้ การแบ่งงานกันทำระหว่างประเทศทำให้เกิดการประหยัดขึ้น (วสันต์ ภูวภัทรพรม, 2562) กล่าวคือประเทศจะซื้อหรือนำเข้าสินค้าที่ตนเองไม่มีความชำนาญในการผลิตและใช้ต้นทุนการผลิตสูงมาจากประเทศที่มีความชำนาญในการผลิตมากกว่าและผลิตด้วยต้นทุนการผลิตต่ำกว่า สำหรับการเลือกสินค้าที่จะผลิตและส่งออกขายนั้น ประเทศนั้น ๆ จะพิจารณาจากสินค้าที่ตนเองมีความชำนาญหรือประสิทธิภาพในการผลิต

สามารถผลิตด้วยต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตสินค้าชนิดนั้นในอีกประเทศหนึ่ง อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า

(1) โลกนี้มีสองประเทศ แต่ละประเทศผลิตสินค้าเพียงสองชนิด

(2) ทั้งสองประเทศมีระดับเทคโนโลยีคงที่ซึ่งแต่ละประเทศสามารถใช้เทคโนโลยีการผลิตแตกต่างกันได้แต่ผู้ผลิตภายในประเทศจะใช้เทคโนโลยีกรผลิตเหมือนกันทั้งหมด

(3) ปัจจัยการผลิตมีเพียงประเภทเดียวคือ แรงงาน แต่ละประเทศมีการจ้างงานเต็มที่และมีจำนวนแรงงานคงที่โดยที่แรงงานนั้นมีคุณลักษณะเหมือนกันทุกประการ

(4) การเคลื่อนย้ายแรงงานระหว่างอุตสาหกรรมเป็นไปได้อย่างเสรีแต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายแรงงานข้ามประเทศได้

(5) ต้นทุนไม่แปรผันกับระดับการผลิตและเป็นสัดส่วนเดียวกันกับแรงงานที่ใช้ในการผลิต

(6) เป็นตลาดแข่งขันสมบูรณ์

(7) รัฐบาลไม่เข้ามาแทรกแซงหรือเกี่ยวข้องกับการค้า การค้าระหว่างประเทศเป็นไปอย่างเสรีโดย

(8) ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสินค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศมีค่าเท่ากันและปราศจากต้นทุนในการขนส่ง

(9) ผู้ผลิตมุ่งแสวงหากำไรสูงสุด ผู้บริโภคมีเป้าหมายในการแสวงหาความพึงพอใจสูงสุด

(10) ปราศจากภาพลวงตาทางการเงิน (money illusion) และมีความสมดุลทางการค้า (balanced trade)

กล่าวโดยสรุปคือหากแต่ละประเทศผลิตในสิ่งที่ตนเองชำนาญตามหลักความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบและนำมาค้าขายกันโดยเสรี จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางการค้าแก่ประเทศคู่ค้า โดยทุก ๆ ครั้งที่มีการค้าขายจะทำให้มีพลังเพิ่มขึ้นในการเพิ่มปริมาณการผลิตขนาดใหญ่ ประชาชนทั้ง 2 ประเทศสามารถที่จะจับจ่ายใช้สอยเพื่อเพิ่มการบริโภคทั้งสองชนิดมากขึ้นและสร้างความสุขมวลรวมให้เพิ่มขึ้น

2.3 ทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศสมัยใหม่

ทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศสมัยใหม่ของอีรี่ เฮคเชอร์ และเบอร์ทิล โอห์ลิน (Eli Hitcher and Bertil Olin) ได้อธิบายถึงสาเหตุของการค้าระหว่างประเทศให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดย

พิจารณาในแง่ของปัจจัยและทรัพยากรการผลิตที่แต่ละประเทศมีอยู่ (สุรีย์พร พานิชอัตรา, 2557) แนวคิดทางการค้าระหว่างประเทศที่เฮคเชอร์และโอห์ลินเสนอเพิ่มเติมจากแนวคิดของเดวิด ริคาร์โดมีใจความเกี่ยวกับประโยชน์ที่ประเทศจะได้รับจากการผลิตและการค้าสินค้าที่มาจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่มากในประเทศภายใต้แบบจำลองที่มีปัจจัยการผลิตสองชนิดคือ แรงงานและทุน (ภัคจิรา ทวีกาญจน์, 2563) โดยสาระสำคัญของแนวคิดของเฮคเชอร์และโอห์ลินกล่าวว่าประเทศหนึ่งจะส่งออกสินค้าที่ผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่ประเทศนั้นมีอยู่มากโดยเปรียบเทียบและจะนำเข้าสินค้าที่ผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่ประเทศนั้นมีอยู่น้อยโดยเปรียบเทียบ ดังนั้นประเทศที่มีปัจจัยแรงงานมากเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยทุนก็จะส่งออกสินค้าที่เน้นการใช้ปัจจัยแรงงาน (labor intensive goods) และประเทศที่มีปัจจัยทุนมากเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยแรงงาน ก็จะส่งออกสินค้าที่เน้นหนักการใช้ปัจจัยทุน (capital intensive goods) (นิฐิตา เบญจมสุทิน และนงนุช พันธกิจไพบูลย์, 2548) แนวคิดนี้นำมาใช้ประโยชน์ในการวางนโยบายทางการค้าและอุตสาหกรรมของประเทศโดยการวิเคราะห์ความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบจากปัจจัยที่มีอยู่มากในประเทศ เพื่อกำหนดว่าประเทศควรจะผลิตและส่งออกสินค้าชนิดใด

สำหรับสมมติฐานของแนวคิดของเฮคเชอร์และโอห์ลินมีดังต่อไปนี้

(1) มีประเทศที่ทำการค้ากัน 2 ประเทศ โดยทั้งสองประเทศทำการผลิตสินค้าเหมือนกันสองชนิด คือสินค้าชนิด ก และสินค้าชนิด ข

(2) มีปัจจัยที่ใช้ในการผลิตเพียง 2 ชนิดคือ ปัจจัยทุน และปัจจัยแรงงาน (แตกต่างจากทฤษฎีของเดวิด ริคาร์โดซึ่งมีเพียงแต่ปัจจัยแรงงานเท่านั้น)

(3) สินค้า ก เป็นสินค้าที่เน้นการใช้ปัจจัยแรงงาน สินค้า ข เป็นสินค้าที่เน้นการใช้ปัจจัยทุน

(4) การผลิตสินค้า ก และ ข มีลักษณะของผลได้ต่อขนาดคงที่

(5) การผลิตสินค้าทั้งสองชนิดไม่ได้เกิดจากความชำนาญเฉพาะอย่าง หรือกล่าวได้ว่าเป็นแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete specialization)

(6) ทั้งสองประเทศมีรสนิยมในการบริโภคเหมือนกัน โดยทั้งสองประเทศมีรูปร่างและตำแหน่งของเส้นความพอใจเท่ากันของสังคมเหมือนกันทุกประการ

(7) การเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตภายในประเทศเป็นไปได้อย่างเสรีแต่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายปัจจัยการผลิตระหว่างประเทศได้

3. ตลาดโลหะลอนดอน

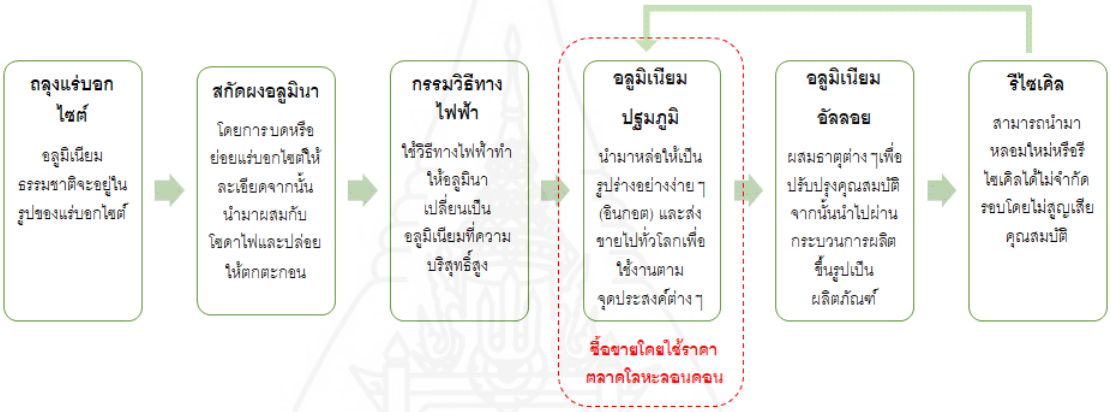
ตลาดโลหะลอนดอน ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1877 เป็นศูนย์กลางการซื้อขายโลหะอุตสาหกรรมระดับโลก มีบทบาทหน้าที่ในการกำหนดราคาสินค้า (price discovery) การบริหารจัดการความเสี่ยงด้านราคา (price risk management) และการส่งมอบสินค้า (physical delivery) ธุรกรรมที่เกิดขึ้นในตลาดแห่งนี้เกี่ยวกับธุรกิจซื้อขายสินค้าล่วงหน้า สินค้าที่ขายในตลาดนี้ได้แก่ เหล็กแท่ง พลาสติก และโลหะ รวมถึงโลหะนอกกลุ่มเหล็ก เช่น อลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว เป็นต้น มีผู้เกี่ยวข้องในการทำธุรกรรมหลายกลุ่ม เช่นผู้ผลิตโลหะ ผู้บริโภคโลหะ, ผู้ทำธุรกิจเกี่ยวกับโลหะ, นักธุรกิจด้านการเงิน, ธนาคาร, กองทุนการเงินและที่ปรึกษาการซื้อขายสินค้าภัณฑ์, ผู้ค้าที่เป็นกรรมสิทธิ์, นายหน้า รวมถึงสถาบันหักบัญชีเข้ามาทำธุรกรรมซื้อขายหรือทำข้อตกลงป้องกันความเสี่ยงด้านราคาร่วมกัน การซื้อขายโลหะล่วงหน้าในตลาดโลหะลอนดอนมีความแตกต่างจากการซื้อขายโดยทั่วไปซึ่งซื้อขายกันด้วยเงินสดและส่งมอบทันที (spot หรือ physical market) เนื่องจากการซื้อขายโลหะล่วงหน้าเป็นการทำธุรกรรมกันระหว่างคู่สัญญา โดยสัญญาระบุถึงการซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้ากันในอนาคตตามราคาที่ตกลงกันไว้ในปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสียงปัญหาที่เกิดจากคู่สัญญาผิดเงื่อนไขหรือไม่ทำตามสัญญา ตลาดโลหะลอนดอนจึงได้มีสำนักหักบัญชีเข้ามาทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการประกันการชำระเงินและการส่งมอบสินค้าโดยทำหน้าที่เป็นคู่สัญญาของผู้ขายและผู้ซื้อในทุกสัญญาซื้อขาย

ความไม่แน่นอนของการผลิตแร่จากเหมืองและการถลุงแร่ที่บางครั้งเกิดการหยุดชะงักหรือเกิดความล่าช้าในการผลิตจากปัญหาต่าง ๆ เช่น ดินฟ้าอากาศ แรงงาน ส่งผลต่อความสมดุลของอุปสงค์และอุปทานในตลาดโลหะลอนดอนรวมถึงคาดหวังและปฏิกิริยาของผู้ค้าซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างของราคาโลหะในปัจจุบันและอนาคตขึ้น ราคาที่แตกต่างกันในแต่ละวันสร้างโอกาสในการ“ถือครอง” กล่าวคือการซื้อสัญญาที่ตกลงกันในวันที่หนึ่งและขายสัญญาที่ตกลงกันไว้อีกวันหนึ่ง ส่วนต่างของราคาสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้นทุนของการจัดเก็บสินค้าซึ่งอาจจะมาจากหลากหลายสาเหตุ เช่น ค่าเช่าที่ หรืออัตราดอกเบี้ยมีการเปลี่ยนแปลง แม้ว่าสัญญาซื้อขายในตลาดโลหะลอนดอนสามารถตกลงกันได้แต่ผู้เข้าร่วมตลาดมักไม่ค่อยได้รับมอบโลหะและมักจะได้รับกำไรหรือขาดทุนจากส่วนต่างระหว่างราคาที่ซื้อสัญญาและราคาขายก่อนที่สัญญาจะหมดอายุ

จุดเด่นของตลาดโลหะลอนดอนมี 3 ประการคือ (1) ผู้เข้าร่วมตลาดสามารถป้องการความเสี่ยงทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจากความผันผวนของราคาได้โดยการซื้อขายสัญญาล่วงหน้า และ(หรือ) การซื้อขายตราสารสิทธิ์ (2) ราคาการชำระบัญชีของตลาดโลหะลอนดอนถูกใช้เป็นราคาอ้างอิงทั่วโลกโดยราคาโลหะที่ถูกกำหนดผ่านตลาดโลหะลอนดอนนั้นได้รับการยอมรับ

ในระดับสากลว่าเป็นมาตรฐานสำหรับการกำหนดราคาโลหะขั้นพื้นฐาน (3) ตลาดโลหะลอนดอนมีเครือข่ายคลังสินค้าอยู่ทั่วโลกซึ่งมีผลต่อการอำนวยความสะดวกในการจัดส่งสินค้าโดยมีคลังสินค้า กว่า 500 แห่งใน 34 พื้นที่ทั่วโลก

สำหรับอลูมิเนียมเริ่มมีการซื้อขายในตลาดโลหะลอนดอนในปี ค.ศ. 1978 ซึ่งการซื้อขายอลูมิเนียมได้กลายเป็นการซื้อขายสัญญาที่มีสภาพคล่องมากที่สุดของตลาดโลหะลอนดอน สำหรับกลไกการซื้อขายอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนมี 3 รูปแบบคือ (1) Ring trading เป็นการซื้อขายโดยการพูดหรือตะโกนหรืออาจส่งสัญญาณมือช่วยในการสื่อสาร วิธีนี้จำกัดประเภทสมาชิกในการเข้าซื้อขาย (2) LME select เป็นการซื้อขายผ่านระบบคอมพิวเตอร์ (3) Telephone trading ซึ่งเป็นการซื้อขายผ่านทางโทรศัพท์



ภาพที่ 2.6 แสดงกระบวนการผลิตอลูมิเนียม ตลอดจนแสดงให้ทราบว่าการซื้อขายอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนอยู่ในขั้นตอนใดของกระบวนการผลิตอลูมิเนียม

ที่มา : ตลาดโลหะลอนดอน (2564)

ลักษณะสัญญาการซื้อขายอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนเป็นแบบสัญญาซื้อขายล่วงหน้า โดยผู้ซื้อและผู้ขายทำการตกลงราคากัน ณ ปัจจุบัน ซึ่งจะมีการส่งมอบอลูมิเนียมและชำระเงินกันในอนาคตตามเงื่อนไขและราคาที่ได้ทำการตกลงกันไว้ จำนวนหน่วยที่ใช้ในการซื้อขายจะถูกเรียกว่าล็อต (lot) โดยหนึ่งล็อตมีอลูมิเนียมจำนวน 25 ตัน ราคาที่ใช้การออกใบเสนอราคาจะใช้เป็นสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐฯต่อตัน อย่างไรก็ตามสกุลเงินที่สามารถนำมาชำระเพื่อรับสินค้าได้นั้นจะมี 4 สกุลเงินคือ ดอลลาร์สหรัฐฯ เยน ปอนด์ และยูโร ราคาซื้อขายอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามระยะเวลาการชำระเงิน คือ ราคาปัจจุบันหรือราคาชำระทันที (cash) และ ราคาล่วงหน้า (future) สำหรับราคาล่วงหน้านั้นถูกแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ

ขึ้นกับระยะเวลาในการชำระเงิน ได้แก่ (1) ราคาล่วงหน้าประเภทรายวัน มีระยะเวลาในการชำระเงินได้สูงสุดถึง 3 เดือน (2) ราคาล่วงหน้าประเภทรายสัปดาห์ มีระยะเวลาในการชำเงินตั้งแต่ 3 เดือนถึง 6 เดือน (3) ราคาล่วงหน้าประเภทรายเดือน มีระยะเวลาในการชำระเงินตั้งแต่ 7 เดือนถึง 123 เดือน อย่างไรก็ตามราคาของอลูมิเนียมมีลักษณะที่เรียกว่า contango กล่าวคือราคาปัจจุบันจะต่ำกว่าราคาในอนาคต โดยราคาจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการชำระเงินที่นานขึ้น อย่างไรก็ตามราคาปัจจุบันหรือราคาซื้อสดนิยมนำมาใช้ในธุรกิจอลูมิเนียมหรืออุตสาหกรรมอลูมิเนียมส่วนใหญ่โดยใช้เกี่ยวกับการกำหนดนโยบายทางด้านราคา การกำหนดโครงสร้างราคาสินค้า การวางแผนงบประมาณประจำปี การกำหนดกลยุทธ์ทางการค้า ตลอดจนการทำธุรกรรมต่าง ๆ

4. แนวคิดการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนคินส์

George E.P. Box และ Gwilym M.Jenkins ได้นำเสนอแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาซึ่งต่อมาได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมในการนำมาใช้พยากรณ์ทางเศรษฐศาสตร์ วิธีบ็อกซ์-เจนคินส์เป็นวิธีที่ใช้คัดเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมให้กับข้อมูลอนุกรมเวลาโดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่คาบเวลา t (Y_t) และคาบเวลาในอดีต (Y_{t-1}, Y_{t-2}, …) เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วก็จะใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์หรืออธิบายพฤติกรรมของข้อมูล (Y_{t+1}, Y_{t+2}, …) ในอนาคต (พิชญาภรณ์ ตวงกิจกูล, 2564) ข้อมูลอนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบสำหรับการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์ได้นั้นจะต้องปรับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ให้มีความหยุดนิ่ง (stationary) ก่อนเสมอเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดหรือวิเคราะห์ผิดไปจากความเป็นจริงซึ่งลักษณะของข้อมูลที่มีความหยุดนิ่งนั้น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและความแปรปรวนรวมของข้อมูลจะมีลักษณะคงที่ในแต่ละช่วงเวลา

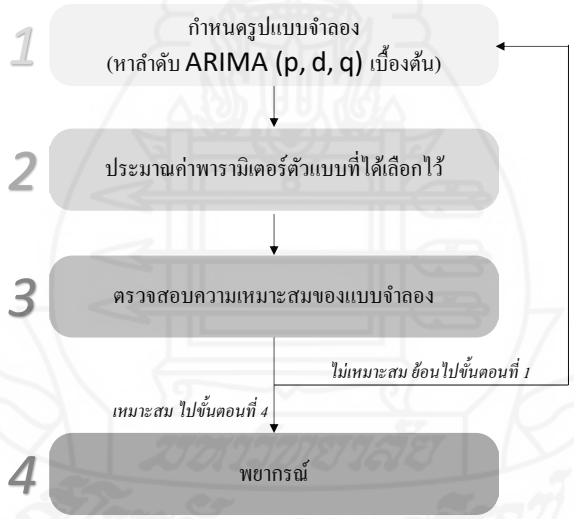
วิธีบ็อกซ์-เจนคินส์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล มีตัวแบบในรูปทั่วไป คือ seasonal autoregressive integrated moving average หรือ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s แต่ในกรณีที่อนุกรมเวลามีเพียงส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น ตัวแบบจะสามารถลดรูปเหลือเพียง autoregressive integrated moving average หรือ ARIMA(p,d,q) (วรางคณา เรียนสุทธิ์, 2562) ขั้นตอนการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) การกำหนดรูปแบบจำลอง ทำได้โดยการทดสอบยูนิตรูทเพื่อหาลำดับความหยุดนิ่งของอนุกรมเวลา (d) จากนั้นจึงหาลำดับของ AR(p) และ MA(q) เบื้องต้น โดยพิจารณากราฟ PACF และ ACF

2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบที่ได้เลือกไว้ ทำได้โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(p) และ MA(q) จากนั้นนำไปประมาณค่าพารามิเตอร์โดยอาจใช้วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด หรือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับที่กำหนดไว้ (0.01,0.05 หรือ 0.1) ทั้งหมด

3) ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ตรวจสอบแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ว่าแบบจำลองต้องไม่มีปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กันโดยใช้สถิติ Ljung-Box (Q-statistic) เป็นตัวทดสอบ หากพบปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กันในแบบจำลอง ต้องกลับไปเลือกแบบจำลองใหม่ในขั้นตอนที่หนึ่งและทำซ้ำในขั้นตอนที่สองและสาม จนกว่าจะได้แบบจำลองที่เหมาะสม

4) พยากรณ์อนุกรมเวลาโดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่สาม ในกรณีมีแบบจำลองมากกว่าหนึ่งแบบให้พิจารณาเลือกแบบจำลองที่มีค่า Bayesian Information Criterion (BIC) หรือ Akaike Information Criterion (AIC) ที่มีค่าต่ำที่สุด



ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์

ที่มา : Gujarati and Porter (2009, p.841)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ashkenazi (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของอลูมิเนียมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยผู้ศึกษาได้ค้นคว้ารายละเอียดข้อเท็จจริงเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของอลูมิเนียมผ่านช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีการค้นพบจนถึงปัจจุบันตลอดจนการนำอลูมิเนียมมาใช้งานทั้งในแง่ของการทหารจนถึงการพานิชย์โดยเชื่อมโยงเข้ากับสังคมและวัฒนธรรมในแต่ละยุคสมัย ความก้าวหน้าทางโลหะวิทยาที่พัฒนาอลูมิเนียมให้มีการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพผลักดันให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ทำให้มีการใช้งานอลูมิเนียมอย่างแพร่หลายจนสามารถนำมาใช้งานทดแทนวัสดุบางชนิด เช่น เหล็กและทองแดงได้ ผู้ศึกษายังแสดงให้ทราบอีกว่า เหตุใดอลูมิเนียมจึงได้มาเป็นสัญลักษณ์ของความทันสมัย เป็นที่ต้องการการบริโภคอย่างสูงทั้งในด้านวิศวกรรม ศิลปกรรมและการบริโภคในชีวิตประจำวัน รวมถึงแสดงให้เห็นว่าอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่ทำให้เกิดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตลอดจนส่วนช่วยพัฒนาโลกไปสู่ความยังยืน

Sverdrup et al. (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวโน้มในอนาคตของอลูมิเนียมเกี่ยวกับความเพียงพอและความยั่งยืนของอุปทานอลูมิเนียมทั่วโลก โดยได้สร้างแบบจำลองพลวัตของระบบบูรณาการสำหรับวัฏจักรอลูมิเนียมทั่วโลกซึ่งวิเคราะห์จากปริมาณสำรองอลูมิเนียม (คาดการณ์) อัตราการผลิตขั้นต้น อัตราอุปทานในตลาดและราคาตลาดโลก สำหรับวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นเพื่อที่จะสร้างราคาอลูมิเนียมจากแบบจำลองจากปัจจัยพื้นฐานทางการตลาด นอกจากนี้ยังศึกษากลไกของตลาดตลอดจนผลกระทบต่ออุปสงค์และอุปทานเพื่ออธิบายกระบวนการสร้างราคาอีกด้วย ในการศึกษาพบว่า การผลิตอลูมิเนียมจากการขุดแร่จะถึงจุดสูงสุดประมาณปี ค.ศ. 2030 และลดลงหลังจากปี ค.ศ. 2040 เนื่องจากคุณภาพแร่ที่ลดลงและราคาพลังงานที่สูงขึ้น อุปทานสูงสุดของการผลิตอลูมิเนียมจะอยู่ในช่วงปี ค.ศ. 2080 – 2090 จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนเท่ากับระดับอุปทานของปี ค.ศ. 2014 อีกครั้งในปี ค.ศ. 2300 ซึ่งกล่าวได้ว่าจะไม่มีการขาดแคลนอลูมิเนียมในอนาคตอันใกล้นี้ สำหรับช่วงเวลาของการใช้ประโยชน์จากเศษและการรีไซเคิลอลูมิเนียมจะเริ่มหลังปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป อย่างไรก็ตามเมื่ออลูมิเนียมใกล้หมดลง จะมีสัญญาณปรากฏ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นแรก (คาดว่าจะเกิดช่วง ค.ศ. 2050-2100) เมื่อการอุปทานถึงจุดสูงสุดแต่อุปสงค์ยังคงเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ราคาเพิ่มขึ้นในขณะที่การผลิตทรงตัวหรือลดลง แต่การเพิ่มขึ้นของราคาก็ทำให้อุปสงค์ลดลงไปพร้อม ๆ กันด้วย ขั้นที่สอง (คาดว่าจะเกิดช่วง ค.ศ. 2100-2250) เนื่องจากทรัพยากรที่มีจำกัดทำให้การผลิตลดลงแต่ราคาจะเพิ่มขึ้นไปอีก ขั้นสุดท้าย (คาดว่าจะเกิดช่วง ค.ศ. 2250-2400) การผลิตลดลงอย่างมากและการจัดหาทรัพยากรเป็นไปอย่างจำกัด

Chen and Shi (2012) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับปริมาณสำรองอลูมิเนียมและการเคลื่อนที่ของวัสดุ(การไหล)ในวงจรการผลิตอลูมิเนียมในจีนแผ่นดินใหญ่ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ถึง ค.ศ. 2009 โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของอัตราการขุด การผลิต การแปรรูป การผลิต การค้า และอัตราการสูญเสีย นำมาสร้างเป็นแบบจำลองของเสียโดยใช้วิธีไดนามิกแบบบนลงล่าง จากการศึกษาพบว่าอัตราการเติบโตของกระแสทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากทศวรรษสู่ทศวรรษ โดย 75% ของการไหลส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา

ด้านการนำเข้า การส่งออกและการสะสมอลูเนียมในจีน พบว่าการนำเข้าอลูมิเนียมรวมของจีนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ถึง ค.ศ. 2009 คือ 230 ล้านตัน โดย 58% มาจากการสกัดภายในประเทศ และ 42% มาจากการนำเข้า โดยอลูมิเนียม 230 ล้านตันที่เข้ามาสู่สังคมการบริโภคของจีนนั้น มีเพียง 34% ที่สะสมอยู่ในคลังสินค้าที่ใช้งานอยู่

ด้านการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิของจีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก โดยจากปี ค.ศ. 1960 ถึง 1990 การผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิของจีนเพิ่มขึ้นจาก 1.21 แสนตัน เป็น 8.54 แสนตัน ซึ่งมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีประมาณ 7% และส่วนแบ่งการผลิตทั่วโลกเพิ่มขึ้นจาก 2.7% เป็น 4.4% อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีในช่วงปี ค.ศ. 1990 ถึง 2000 เพิ่มขึ้นเป็น 13% ในช่วงนี้จีนมีการนำเข้าวัตถุดิบแต่ส่งออกผลิตภัณฑ์ สะท้อนให้เห็นว่าจีนค่อย ๆ กลายเป็นศูนย์กลางการผลิตที่สำคัญในช่วงนี้ อีกทั้งอุตสาหกรรมภายในประเทศและการขยายตัวของเมืองส่งผลให้ในความต้องการวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงปี ค.ศ. 2000 ถึง 2009 การผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิของจีนเพิ่มขึ้นเป็น 16% โดยเพิ่มขึ้นเป็น 2.989 ล้านตัน ในปี ค.ศ. 2000 และ 13.63 ล้านตันในปี ค.ศ. 2009 และส่วนแบ่งการผลิตทั่วโลกเพิ่มขึ้นเป็น 12% และ 36% ตามลำดับ โดยสรุปแล้วพลวัติสำคัญที่ขับเคลื่อนการเพิ่มขึ้นของการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิของจีนในระหว่างปี ค.ศ. 1991 ถึง 2009 มาจากสองภาคส่วนใหญ่ ๆ คือ กลุ่มภาชนะบรรจุภัณฑ์ และ อลูมิเนียมสำหรับภาคการขนส่ง

Dudin et al. (2016) ได้ศึกษาแนวโน้มสมัยใหม่และความท้าทายของการพัฒนาอุตสาหกรรมอลูมิเนียมทั่วโลก โดยมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับพลวัต โครงสร้าง และการแบ่งส่วนตลาดอลูมิเนียมทั่วโลกอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงอลูมิเนียมในแง่ที่ว่าอลูมิเนียมค่อนข้างเป็น “โลหะเชิงกลยุทธ์” กล่าวคือเป็นโลหะมีใช้คุณสมบัติและความสามารถเฉพาะตัวในการตอบสนองความต้องการการบริโภคทั้งด้านความปลอดภัยด้านพลังงาน เศรษฐกิจ การทหาร และการขนส่งของประเทศ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงสาเหตุที่เกิดอุปทานอลูมิเนียมล้นตลาดในปี ค.ศ. 2015 ว่าสาเหตุหลักของการละเมิดความสมดุลคือความต้องการอลูมิเนียมลดลงและการส่งออกจากจีนเพิ่มขึ้น สำหรับราคาวัตถุดิบและสินค้าอลูมิเนียมทั่วโลกนั้นมักมีราคาไม่คงที่ โดยพบว่าบ่อยครั้งที่

ตลาดนี้ได้รับผลกระทบจากการควบรวมกิจการของผู้อยู่ในตลาดอลูมิเนียม ทางด้านการบริโภคอลูมิเนียมมี 4 กลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็นปัจจัยขับเคลื่อนหลักของอุตสาหกรรมอลูมิเนียมทั่วโลกคือ วิศวกรรมการขนส่งและอากาศยาน การก่อสร้าง วิศวกรรมไฟฟ้า และการผลิตวัสดุบรรจุภัณฑ์

โดยสรุปความต้องการอลูมิเนียมทั่วโลกยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการเพิ่มขึ้นของผู้บริโภคอลูมิเนียมขั้นสุดท้าย สำหรับการแก้ปัญหาอุปทานล้นตลาด ผู้วิจัยเสนอว่าผู้ผลิตอลูมิเนียมควรจะต้องทำการลดปริมาณสำรองส่วนเกิน ปรับกระบวนการทางธุรกิจให้เหมาะสม ลดสินเชื่อที่ไม่สามารถดำเนินการได้โดยใช้เครื่องมือทางการตลาดรวมถึงควรจัดให้มีข้อเสนอใหม่เชิงคุณภาพเพื่อตอบสนองความต้องการที่แท้จริงสำหรับผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมและอลูมิเนียมปฐมภูมิ

Rusal (2021) ได้กล่าวถึงการตลาด การค้าและโครงสร้างของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก โดยมีใจความสำคัญว่า ปกติแล้วอลูมิเนียมนั้นไม่ได้ซื้อขายกันในตลาดหลักทรัพย์ ในความเป็นจริงแล้วกว่าร้อยละ 90 ของยอดขายและการจัดส่งทางการยภาพที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นภายใต้สัญญาซื้อขายโดยตรงระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อ อลูมิเนียมถือเป็นสินค้าแลกเปลี่ยนซึ่งมีคุณลักษณะของผู้บริโภคที่เป็นมาตรฐาน ผู้บริโภคไม่สนใจว่าบริษัทใดเป็นผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ใช้แทนกันได้อีกทั้งยังง่ายต่อการขนส่งและจัดเก็บ ด้วยเหตุนี้เองในตลาดแลกเปลี่ยนวัตถุดิบจึงมีการซื้อขายผลิตภัณฑ์ต้นน้ำมากกว่าสินค้ากึ่งสำเร็จรูปหรือสินค้าสำเร็จรูป

ตลาดซื้อขายโลหะมีอยู่หลายแห่งในโลก เช่น ในประเทศจีน คือตลาดล่วงหน้าเซี่ยงไฮ้ (Shanghai Futures Exchange: SHFE) ในอเมริกาเหนือ คือตลาดสินค้าโภคภัณฑ์ชิคาโก (Chicago Mercantile Exchange: CME) สำหรับการซื้อขายแลกเปลี่ยนโลหะและอลูมิเนียมที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือตลาดโลหะลอนดอน ซึ่งจัดตั้งขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1978 อย่างไรก็ตามในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2012 ตลาดหลักทรัพย์ฮ่องกง (HKEX) ได้กลายเป็นเจ้าของตลาดโลหะลอนดอนรายใหม่ อลูมิเนียมเป็นสินค้าแลกเปลี่ยนโลหะที่ใหญ่ที่สุดในโลกในแง่ของปริมาณการซื้อขาย คิดเป็นเกือบหนึ่งในสามของสัญญาทั้งหมดที่ทำในตลาดโลหะลอนดอนอลูมิเนียมกว่า 100 ยี่ห้อจากผู้ผลิตชั้นนำมีการซื้อขายแลกเปลี่ยนและทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มที่ให้บริการคลังสินค้าโลหะเฉพาะทางมากกว่า 700 แห่งใน 14 ประเทศ ผู้มีอำนาจหลักที่รับผิดชอบในการจัดการกิจกรรมการค้านี้คือ คณะกรรมการแลกเปลี่ยน โดยทุกวันจะประกาศราคาอลูมิเนียมของวันอย่างเป็นทางการ ซึ่งพิจารณาจากผลสะสมของช่วงการซื้อขายครั้งก่อน การซื้อขายดำเนินการตามสัญญาแลกเปลี่ยนมาตรฐานโดยสัญญาแต่ละฉบับระบุปริมาณของสินค้า (สำหรับอลูมิเนียมอย่างน้อย 25 ตัน) เงื่อนไขการจัดส่ง (อาจเป็นคลังสินค้าของตลาดโลหะลอนดอน) ระยะเวลาดำเนินการ (จัดส่งทันที สามเดือน หกเดือน และอื่น ๆ) รวมถึงข้อกำหนดด้านคุณภาพ ราคาแลกเปลี่ยนที่กำหนดขึ้นจากการซื้อขายเป็นเกณฑ์มาตรฐาน

ราคาสำหรับผู้ขายและผู้ซื้ออลูมิเนียมทั่วโลก อย่างไรก็ตามราคานี้ยังไม่ใช่ต้นทุนสุดท้ายของโลหะ ราคาอลูมิเนียมขั้นสุดท้ายสำหรับผู้บริโภคประกอบด้วยสามองค์ประกอบคือ (1) ราคาตลาดโลหะลอนดอน (2) ค่าพรีเมียมระดับภูมิภาคที่ขึ้นอยู่กับความพร้อมของโลหะในตลาดเฉพาะ (3) ส่วนเพิ่มของสินค้าโภคภัณฑ์ขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าโภคภัณฑ์

Forbes (2019) ได้แสดงผลการศึกษาเกี่ยวกับราคาอลูมิเนียมในช่วง 15 ปี (ค.ศ. 2004 - 2018) โดยวิเคราะห์จากพลวัตของการผลิต อุปสงค์ และ GDP กล่าวโดยสรุปคือ ช่วงปี ค.ศ. 2004 – 2018 ราคาอลูมิเนียมมีความผันผวนอย่างมาก โดยบางช่วงที่ราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นและการเติบโตทั่วโลกได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่บางช่วงเวลาก็ได้รับผลกระทบจากเศรษฐกิจถดถอยทั่วโลกซึ่งส่งผลต่อการหดตัวของอุปสงค์และการชะลอตัวของภาคอุตสาหกรรม ทำให้ราคาอลูมิเนียมลดลง อย่างไรก็ตามเนื่องจากอลูมิเนียมไม่ใช่เครื่องมือป้องกันความเสี่ยงอีกทั้งไม่ได้ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการลงทุน ราคาอลูมิเนียมส่วนใหญ่ยังคงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเติบโตของ GDP โลกโดยเคลื่อนไหวไปตามพลวัตของอุปสงค์และอุปทาน

ด้านการบริโภคและส่วนแบ่งการใช้งานในตลาดพบว่าภาคการขนส่งและการก่อสร้างมีสัดส่วนกว่าครึ่งหนึ่งของการบริโภคอลูมิเนียมทั้งหมด รองลงมาคือการใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์และวิศวกรรมทางไฟฟ้า อีกปัจจัยหรือที่ทำให้การบริโภคอลูมิเนียมสูงขึ้นอย่างรวดเร็วคือ การเติบโตของโครงสร้างพื้นฐานของประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ เช่น อินเดียและจีน ซึ่งมีความต้องการการบริโภคอลูมิเนียมสูงขึ้นอย่างมาก

ด้านการผลิต การผลิตอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด 15 ปี ซึ่งจีนเป็นผู้ผลิตอลูมิเนียมรายใหญ่ที่สุดโดยได้เพิ่มส่วนแบ่งการผลิตจากร้อยละ 22 ในปี ค.ศ. 2004 มาเป็นร้อยละ 57 ในปี ค.ศ. 2018 นอกจากนี้ยังมีการลงทุนอย่างมหาศาลในการเพิ่มความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านการถลุงแร่อีกด้วย

Dooley and Lenihan (2005) ได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถของเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ใช้งานง่ายสองแบบคือ แบบจำลอง ARIMA และ แบบจำลอง Lagged forward prices เพื่อทำนายราคาในอนาคตของตะกั่วและสังกะสี เหตุผลที่ต้องการพยากรณ์ราคาล่วงหน้าเนื่องจาก (1) การเคลื่อนไหวของราคาในปัจจุบันและในอดีตเป็นตัวกำหนดความคาดหวังเกี่ยวกับราคาในอนาคตและผลกำไรจากการสำรวจและการขุด (2) ราคามีอิทธิพลต่อรายได้จากการขุดและต้นทุนของเงินทุนสำหรับการสำรวจทางการเงิน ซึ่งการพยากรณ์ราคาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งหากบริษัททำเหมืองสามารถคาดการณ์ราคาโลหะเพื่อช่วยในการวางแผนล่วงหน้าได้ ข้อมูลที่ใช้ในการ

วิเคราะห์มาจากราคาตะกั่วและสังกะสีจากตลาดโลหะลอนดอน ประเภท ราคาเงินสด, ราคาล่วงหน้า 3 เดือนและราคาล่วงหน้า 15 เดือนตามลำดับ เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2531 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2542 ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ทั้งสองแบบจำลองมีความสามารถของการพยากรณ์ราคาสังกะสีใกล้เคียงกันซึ่งไม่มีหลักฐานแน่ชัดที่ชี้ว่าแบบจำลองหนึ่งมีความสามารถในการพยากรณ์ที่ดีกว่าอีกแบบหนึ่ง ด้านการพยากรณ์ราคาตะกั่วพบว่าแบบจำลอง ARIMA ให้ผลลัพธ์ในการพยากรณ์ได้ดีกว่าการสร้างแบบจำลอง Lagged forward prices นอกจากนี้ผู้ศึกษายังได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของตลาดโลหะลอนดอน มี 3 ประการคือ (1) การให้ราคาอ้างอิงที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกและใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมโลหะ (2) การป้องกันความเสี่ยงที่เกิดจากความเคลื่อนไหวด้านราคา (3) จัดหาสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เข้าร่วมตลาดสามารถสร้างหรือใช้การส่งมอบสินค้าที่ได้รับการอนุมัติซื้อขาย

Ru and Ren (2012) ผู้ศึกษาได้นำเสนอวิธีการทำนายราคาอลูมิเนียมด้วยแบบจำลอง ARMA โดยใช้ข้อมูลราคาอ้างอิงจากราคาอลูมิเนียมในตลาดประเทศจีน (Yangtze river non-ferrous spot market) ช่วงเวลาตั้งแต่ต้นเดือนมกราคม ค.ศ. 2006 ถึงปลายเดือนสิงคมหา ค.ศ. 2011 รวมทั้งสิ้น 272 ตัวอย่าง แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ (1) สำหรับสร้างแบบจำลองจำนวน 264 ตัวอย่าง (2) สำหรับทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำของการพยากรณ์จำนวน 8 ตัวอย่าง การทดลองประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ (1) ทดสอบความหยุดนิ่ง (2) ประมาณค่าพารามิเตอร์ (3) ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง และ (4) พยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดจีน ผลการทดลองพบว่าแบบจำลอง ARMA(1,0) มีข้อผิดพลาดของการทำนายเพียงเล็กนอย การคาดคะเนมีความแม่นยำสูง แต่เพื่อความแม่นยำของการพยากรณ์มากขึ้นควรพิจารณาปัจจัยอื่นด้วย เนื่องจากราคาอลูมิเนียมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ปริมาณอุป-สงค์และอุปทาน สถานการณ์ทางการเมืองและเศรษฐกิจภายในประเทศ

Castro et al. (2013) ได้เปรียบการคาดการณ์ราคาอลูมิเนียมโดยใช้โมเดล VAR, VEC และ ARIMA โดยใช้ข้อมูลราคาจากตลาดโลหะลอนดอนรายวันและราคาล่วงหน้า 3 เดือน นำมาเฉลี่ยเพื่อให้ได้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 1992 ถึง เมษายน ค.ศ. 2012 แบ่งเป็น 2 ชุดข้อมูล คือ 99 ตัวอย่าง สำหรับสร้างแบบจำลอง และ 24 ตัวอย่าง สำหรับตรวจสอบความแม่นยำด้วยค่า RMSE, MAE และMAPE ผลการศึกษาพบว่า โมเดล VEC ให้ประสิทธิภาพความแม่นยำในการพยากรณ์ดีที่สุด ส่วน VAR เป็นวิธีที่ดีที่สุดอันดับสอง

Weng and Shy (2013) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการคาดการณ์ราคาหลาย ๆ แบบ โดยคาดการณ์และทดสอบว่าแบบจำลองอย่างง่ายทำงานได้ดีกว่าแบบซับซ้อนหรือไม่โดยใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง 4 ชนิดคือ โกโก้ กาแฟ ข้าวโพด และฝ้าย ข้อมูลเป็นข้อมูลรายวันจำนวน 1936 ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2001 ถึงสิงหาคม ค.ศ. 2008 และข้อมูลรายสัปดาห์จำนวน 404 ข้อมูล โดยมีรูปแบบการพยากรณ์ราคาที่นำมาเปรียบเทียบกัน ได้แก่ (1) วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียล (2) วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (3) ARIMA (4) ARCH (5) GARCH จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปแนนเชียล มีความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลรายวันได้ดีแต่รายสัปดาห์ไม่ดี ส่วนแบบจำลองค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เกือบทั้งหมดทำได้ไม่ดีกับข้อมูลรายวันของทุกวัตถุดิบแต่ทำงานได้ดีกับข้อมูลรายสัปดาห์ สำหรับโมเดล ARIMA นั้นมีความสามารถในการพยากรณ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งข้อมูลรายวันและรายสัปดาห์

Kriechbaumer et al. (2013) ได้พัฒนาการพยากรณ์ราคาโลหะด้วยวิธี ARIMA โดยการปรับปรุง wavelet กล่าวคือ พฤติกรรมวัฏจักรเป็นลักษณะเด่นของราคาโลหะ การวิเคราะห์ wavelet ช่วยให้สามารถจับวัฏจักรนี้ได้โดยการแยกอนุกรมเวลาออกเป็นความถี่และโดเมนเวลา งานวิจัยนี้ประเมินความเป็นประโยชน์ของวิธีการปรับปรุงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบบูรณาการแบบ wavelet ร่วมกับโมเดล ARIMA โดยพยากรณ์ราคารายเดือนของอลูมิเนียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี จากการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแบบจำลอง ARIMA ในการพยากรณ์ราคาโลหะแสดงให้เห็นว่าเพิ่มขึ้นอย่างมากผ่านการวิเคราะห์หลายความละเอียดตามเวฟเล็ต

Huang et al. (2012) ได้พยากรณ์ราคาตะกั่วด้วยแบบจำลอง ARIMA โดยเลือกข้อมูลตัวอย่างทั้งหมด 232 ชุดเป็นราคาเฉลี่ยโลหะนอกกลุ่มเหล็กของจีน ผู้วิจัยยังพบว่าโมเดล ARIMA(3,1,4) สามารถพยากรณ์ราคาตะกั่วได้อย่างน่าเชื่อถือและมีความแม่นยำสูงโดยมีความผิดพลาดเพียงร้อยละ 2.97 โดยเฉลี่ย นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า การพยากรณ์มีความแม่นยำสูงในระยะสั้น แต่ว่ายิ่งระยะเวลานานมากขึ้นการพยากรณ์ก็จะยากมากขึ้นความแม่นยำก็จะลดลง นอกจากนี้ยังแนะนำว่าควรมีการนำปัจจัยอื่น ๆ มาพิจารณาเพื่อให้ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องด้วย เช่น อุปสงค์ อุปทาน อัตราเงินเฟ้อ เป็นต้น

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2562) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาพริกไทยดำโดยได้เปรียบเทียบวิธีทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มี

แนวโน้มแบบแดม ข้อมูลที่ใช้คือราคาพริกไทยดำเฉลี่ยรายเดือนจำนวน 168 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 แหล่งที่มาของข้อมูลจากจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยโดยใช้เกณฑ์ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) โดยพิจารณาค่าต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม มีความเหมาะสมมากที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์” เป็นการศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการผลิตอลูมิเนียม การตลาดและการค้า ทั้งในระดับโลกและประเทศไทย กล่าวคือเพื่อเข้าใจถึงสถานการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีตจนถึงปัจจุบันและเพื่อคาดการณ์แนวโน้มที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต นอกจากการศึกษาสถานการณ์ดังกล่าวแล้ว ได้มีการนำข้อมูลราคาอลูมิเนียมจากตลาดโลหะลอนดอนซึ่งเป็นตลาดซื้อขายอลูมิเนียมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในโลกมาทำการพยากรณ์ราคาล่วงหน้าอีกด้วยโดยมีวิธีดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิของราคาอลูมิเนียมซึ่งถูกเก็บรวบรวมและเผยแพร่ไว้บนเว็บไซต์ของตลาดโลหะลอนดอน ลักษณะข้อมูลเป็นรูปแบบอนุกรมเวลารายเดือน ช่วงข้อมูลที่นำมาศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 138 เดือน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

วิเคราะห์ทางเศรษฐมิติและประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แนวคิดที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียมนั้นใช้แนวคิดของบ็อกซ์-เจนคินส์ สำหรับวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมนั้นใช้วิธี Seasonal ARIMA (SARIMA)

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีลักษณะเป็นข้อมูลทุติยภูมิ แหล่งที่มาของข้อมูลมาจากจากตลาดโลหะลอนดอน โดยตลาดโลหะลอนดอนได้ทำการรวบรวมข้อมูลประวัติราคาซื้อขายและได้เผยแพร่ไว้บนเว็บไซต์ของหน่วยงาน ประเภทของราคาอลูมิเนียมนั้นมีหลายประเภทแบ่งตาม

ลักษณะของสัญญาซื้อขาย เช่น futures, options, monthly average future เป็นต้น การศึกษานี้เลือกราคาอลูมิเนียมชนิดปฐมภูมิสัญญาซื้อขายล่วงหน้า (futures) ประเภทระยะเวลาการชำระเงินแบบซื้อสด (cash buyer) มาทำการศึกษาเนื่องจากจากการค้นคว้าพบว่าผู้ประกอบการและนักธุรกิจเกี่ยวกับอลูมิเนียมนิยมใช้ราคาสด (cash) มาเป็นราคาอ้างอิงในการทำธุรกรรม เช่น กำหนดโครงสร้างราคาสินค้า วางแผนงบประมาณประจำปี วางแผนกลยุทธ์การทำตลาด เป็นต้น ช่วงเวลาที่นำข้อมูลมาศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 138 เดือน ข้อมูลราคาอลูมิเนียมที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลมานั้น กำหนดชื่อตัวแปร คือ Al ซึ่งใช้สำหรับดำเนินการวิเคราะห์และพยากรณ์ในลำดับต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ในการศึกษานี้ได้แบ่งการวิเคราะห์เป็นสองตอน ได้แก่ (1) การใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (2) การใช้สถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

เป็นการใช้สถิติเชิงพรรณนาอธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมในช่วงที่ทำการศึกษา มีรูปแบบการนำเสนอในลักษณะแผนภาพและการบรรยายซึ่งเน้นการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการผลิต การตลาดและการค้าอลูมิเนียม เชื่อมโยงไปสู่ผลซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงของราคาอลูมิเนียมรวมทั้งผลกระทบและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นต่อประเทศไทย

ตอนที่ 2 การใช้สถิติเชิงอนุมานวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพยากรณ์

จากการสังเกตุข้อมูลราคาอลูมิเนียมในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่า ลักษณะของข้อมูลมีการเคลื่อนไหวแบบมีอิทธิผลของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียมด้วยวิธี SARIMA ภายใต้สมมติฐานที่ว่าโครงสร้างและการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมนั้นมีรูปแบบที่ไม่แตกแตกต่างจากในอดีตรวมถึงไม่เกิดสภาวะอุปสงค์เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (demand shock) หรือเกิดสภาวะการผลิตเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (supply shock) กล่าวคืออุปสงค์และอุปทานเป็นไปตามกลไกของตลาดและได้สะท้อนผลกระทบนั้นผ่านราคาอลูมิเนียมออกมาแล้ว สำหรับเกณฑ์การเลือกใช้แบบจำลองนั้นพิจารณาความสามารถ

ในการพยากรณ์ของแบบจำลองจากค่า AIC หรือ SIC โดยเลือกแบบจำลองที่มีค่า AIC หรือ SIC ต่ำที่สุดมาทำการพยากรณ์ เมื่อทำการพยากรณ์ออกมาแล้วสามารถอธิบายประสิทธิภาพของการพยากรณ์ได้ด้วยค่าสถิติร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมด้วยตัวแบบ SARIMA มีขั้นตอนการดำเนินการทั้งสิ้น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำหรับการกำหนดรูปแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s เบื้องต้น โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ การทดสอบความหยุดนิ่งและการตรวจสอบตัวแปร

การทดสอบความหยุดนิ่ง มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ว่าข้อมูลนั้นมีความหยุดนิ่งหรือไม่ กล่าวคือลักษณะของข้อมูลที่มีความหยุดนิ่งนั้น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและความแปรรวนรวมของข้อมูลจะมีลักษณะคงที่ในแต่ละช่วงเวลา การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีความหยุดนิ่งแล้วเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดหรือวิเคราะห์ผิดไปจากความเป็นจริง ในกรณีที่พบว่าข้อมูลยังไม่หยุดนิ่ง จำเป็นต้องเพิ่มผลต่างอันดับให้กับข้อมูลเพื่อหาผลต่างอันดับที่ d ที่ทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลามีความหยุดนิ่งซึ่งสามารถเขียนได้ในรูป I(d) สำหรับผลต่างอันดับฤดูกาลลำดับที่ D สามารถเขียนได้ในรูป I(D) วิธีที่ใช้ทดสอบความหยุดนิ่งในการศึกษานี้ใช้วิธี ADF ยูนิตรูธ โดยได้กำหนดแบบจำลองสามรูปแบบที่แตกต่างกันสำหรับการทดสอบได้แก่

แบบจำลอง ADF ที่ปราศจากองค์ประกอบของค่าคงที่และตัวแปรเวลา

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

แบบจำลอง ADF ที่มีองค์ประกอบของค่าคงที่แต่ปราศจากตัวแปรเวลา

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

แบบจำลอง ADF ที่มีทั้งองค์ประกอบของค่าคงที่และตัวแปรเวลา

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

โดยกำหนดตัวแปรในแบบจำลอง ADF คือ

Al หมายถึง ตัวแปรข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียม

Δ หมายถึง ลำดับผลต่างของตัวแปร Al

α หมายถึง ค่าคงที่

T หมายถึง ค่าแนวโน้มเวลา (time trend)

β หมายถึง ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์

t หมายถึง คาบเวลาในอดีต (time lag)

ε หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อน (error)

ขั้นตอนต่อมาเป็นการตรวจสอบตัวแปรโดยพิจารณาแผนภาพคอร์รีโลแกรม (correlogram) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อตรวจสอบความหยุดนิ่งของข้อมูล กรณีที่ข้อมูลมีความหยุดนิ่งแล้วสามารถใช้ภาพคอร์รีโลแกรมเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลเกี่ยวข้อง AR(p), สัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลเกี่ยวข้อง MA(q), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลเกี่ยวข้อง SAR(P) และสัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลเกี่ยวข้อง SMA(Q)

การระบุค่า AR(p) และ SAR(P) สามารถพิจารณาได้จากแผนภาพคอร์รีโลแกรมของฟังชันก์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน Partial Autocorrelation Function (PACF) ส่วนการระบุค่า MA(q) และ SMA(Q) นั้น พิจารณาโดยใช้แผนภาพคอร์รีโลแกรมของฟังชันก์สหสัมพันธ์ในตัวเอง Autocorrelation Function (ACF) สำหรับวิธีการพิจารณาแผนภาพคอร์รีโลแกรมนั้นทำได้โดยพิจารณาช่วง 3-5 คาบเวลาแรกว่ามีแท่งกราฟยื่นเกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ที่แท่งที่ลำดับเท่าใด ส่วนการระบุ SAR(P) และ SMA(Q) นั้นให้พิจารณาคาบเวลาที่เป็นฤดูกาล เพื่อกำหนด P และ Q ตามลำดับ ในกรณีที่พบว่ามีแท่งกราฟจำนวนมากกว่า 5 คาบเวลาแรกได้ยื่นเกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ออกมาและมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ แสดงว่าข้อมูลนั้นยังไม่หยุดนิ่ง

4.2 หลังจากที่ทำการทดสอบความหยุดนิ่งของข้อมูลจนทราบลำดับผลต่างความหยุดนิ่งทั้งแบบไม่มีฤดูกาล I(d) และแบบมีฤดูกาล I(D) รวมถึงนำแผนภาพคอร์รีโลแกรมมาพิจารณาจนสามารถระบุค่า AR(p), MA(q), SAR(P) และ SMA(Q) ได้แล้ว ในขั้นตอนต่อมาจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยการใช้วิธีการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด Maximum Likelihood Estimation (MLE) เพื่อทดสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(p), MA(q), SAR(P) และ SMA(Q) ในแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s นั้นมีระดับนัยสำคัญทางสถิติตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 0.05 กรณีที่พบว่าผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของ AR(p), MA(q), SAR(P) และ SMA(Q)มีระดับนัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 0.05 จะต้องทำการเลือกแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s ใหม่และใช้วิธี MLE ประมาณค่าพารามิเตอร์อีกครั้ง

ผลจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี MLE จะทำให้สามารถทราบตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s ที่เป็นไปได้ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามตัวแบบเหล่านั้นยังไม่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ได้ เนื่องจากตัวแบบอาจมีปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนระหว่างคาบเวลา ซึ่งจำเป็นต้องทำการตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s สำหรับพยากรณ์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

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

โดยกำหนดตัวแปรในสมการคือ

Al_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 องค์ประกอบฤดูกาล

Δ^d หมายถึง อันดับผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล หรือ I(d)

Δ^D หมายถึง อันดับผลต่างแบบมีฤดูกาลหรือ I(D)

B หมายถึง ตัวดำเนินการย้อนกลับ (backward shift Operator)

4.3 ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองที่ได้จากการกำหนดในขั้นตอนก่อนหน้า โดยจะทำการตรวจสอบเพื่อดูว่าแบบจำลองมีปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนระหว่างคาบเวลาหรือปัญหา autocorrelation ของตัวแบบหรือไม่ วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบคือวิธี Ljung-Box Statistics โดยพิจารณาจากค่าคอร์รีโลแกรมหลงเหลือ (residual correlogram) ว่าค่าสถิติ Q ของ Ljung-Box ของทุกคาบเวลาในอดีตมีค่านัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 0.05 หรือไม่ (พิจารณาจากค่า p-value) ซึ่งในขั้นตอนนี้ได้กำหนดสมมติฐานหลัก (H_0) ว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่มีปัญหา autocorrelation ดังนั้นหากค่าสถิติ Q ของ Ljung-Box ของทุกคาบเวลาในอดีตมีค่านัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 0.05 นั่นหมายความว่าผลการทดสอบไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ หรือกล่าวได้ว่าแบบจำลองไม่มีปัญหา autocorrelation นั่นเอง

รูปแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s ที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์และผ่านการตรวจสอบปัญหา autocorrelation อาจเป็นไปได้มากกว่า 1 รูปแบบ ดังนั้นการเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดจะพิจารณาจากค่า AIC หรือ SIC โดยเลือกแบบจำลองที่มีค่า AIC หรือ SIC ต่ำที่สุดไปใช้ในการพยากรณ์ ค่าทั้งสองสามารถบอกได้ถึงประสิทธิ์ภาพของแบบจำลองว่าแบบจำลองเหล่านั้นมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์มากน้อยเพียงใดหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลจริงได้ดีเพียงใด

มีสูตรคือ

$$\text{AIC} = e^{(\frac{2k}{n})} \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}$$

$$\text{SIC} = e^{(\frac{k}{n})} \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}$$

โดยกำหนดให้ t คือ ช่วงเวลา ตั้งแต่ 1, 2, 3, …, n
k คือจำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณในแบบจำลอง
n คือ จำนวนข้อมูล

4.4 หลังจากได้คัดเลือกแบบจำลองที่ไม่มีปัญหา autocorrelation และมีความเหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาจากค่า SIC และ AIC แล้ว ขั้นต่อไปจะทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมด้วยตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s ที่เหมาะสมที่สุดโดยทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมย้อนหลังเพื่อเปรียบเทียบกับราคาอลูมิเนียมจริง จากนั้นพิจารณาประสิทธิภาพของการพยากรณ์

ประสิทธิภาพของการพยากรณ์สามารถอธิบายได้จากค่าสถิติ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) หรือค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย สามารถบ่งบอกถึงความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยพิจารณาได้จากแบบจำลองที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุด มีสูตรคือ

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{Al_t - \widehat{Al}_t}{Al_t}\right| x100$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรในสมการคือ

t คือ ช่วงเวลา ตั้งแต่ 1, 2, 3, …, n
$\widehat{\text{Al}}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาอลูมิเนียม ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

Al_t คือ ราคาอลูมิเนียม(ค่าจริง) ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

n คือ จำนวนข้อมูล

ค่าสถิติอีกตัวหนึ่งที่นำมาใช้ในการอธิบายประสิทธิภาพการพยากรณ์คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ correlation coefficient (r) ซึ่งใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างราคาจริง (Al) และราคาที่ได้จากการพยากรณ์ ($\widehat{Al}$) ว่ามีความสัมพันธ์กันระดับใดและเป็นไปในทิศทางใด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าอยู่ตั้งแต่ -1 ถึง 1 สำหรับทิศทางของความสัมพันธ์นั้น ถ้า r มีค่าเป็นบวกแสดงว่าราคาจริงและราคาพยากรณ์มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือถ้าราคาจริงเพิ่มขึ้นราคาที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และยิ่งถ้าค่า r เข้าใกล้ 1 มากแสดงว่าราคาจริงและราคาพยากรณ์มีความสัมพันธ์กันมาก ในทางตรงกันข้ามถ้า r มีค่าเป็นลบแสดงว่าราคาจริงและราคาพยากรณ์มีความสัมพันธ์แบบผกผันกัน ยิ่งถ้าค่า r เข้าใกล้ -1 มากแสดงว่าราคาจริงและราคาพยากรณ์ยิ่งใกล้ที่จะผกผันกันอย่างสมบูรณ์ สำหรับการคำนวณค่า r มีสูตรคือ

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum(x_i-\bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}\sum(y_i-y)^2}}$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรในสมการคือ

i คือ ช่วงเวลา (t) ตั้งแต่ 1, 2, 3, …, n

n คือ จำนวนข้อมูล

x_i คือ ราคาอลูมิเนียม (Al_t) ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

y_i คือ ค่าพยากรณ์ราคาอลูมิเนียม ($\widehat{Al}_t$) ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

ดังนั้นสามารถเขียนสมการสำหรับหาค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของราคาอลูมิเนียมได้เป็น

$$r = \frac{\sum_{t=1}^{n}(Al_t-\overline{Al})(\widehat{Al}_t-\overline{\widehat{Al}})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(Al_t-\overline{Al})^2 \sum_{t=1}^{n}(\widehat{Al}_t-\overline{\widehat{Al}})^2}}$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรในสมการคือ

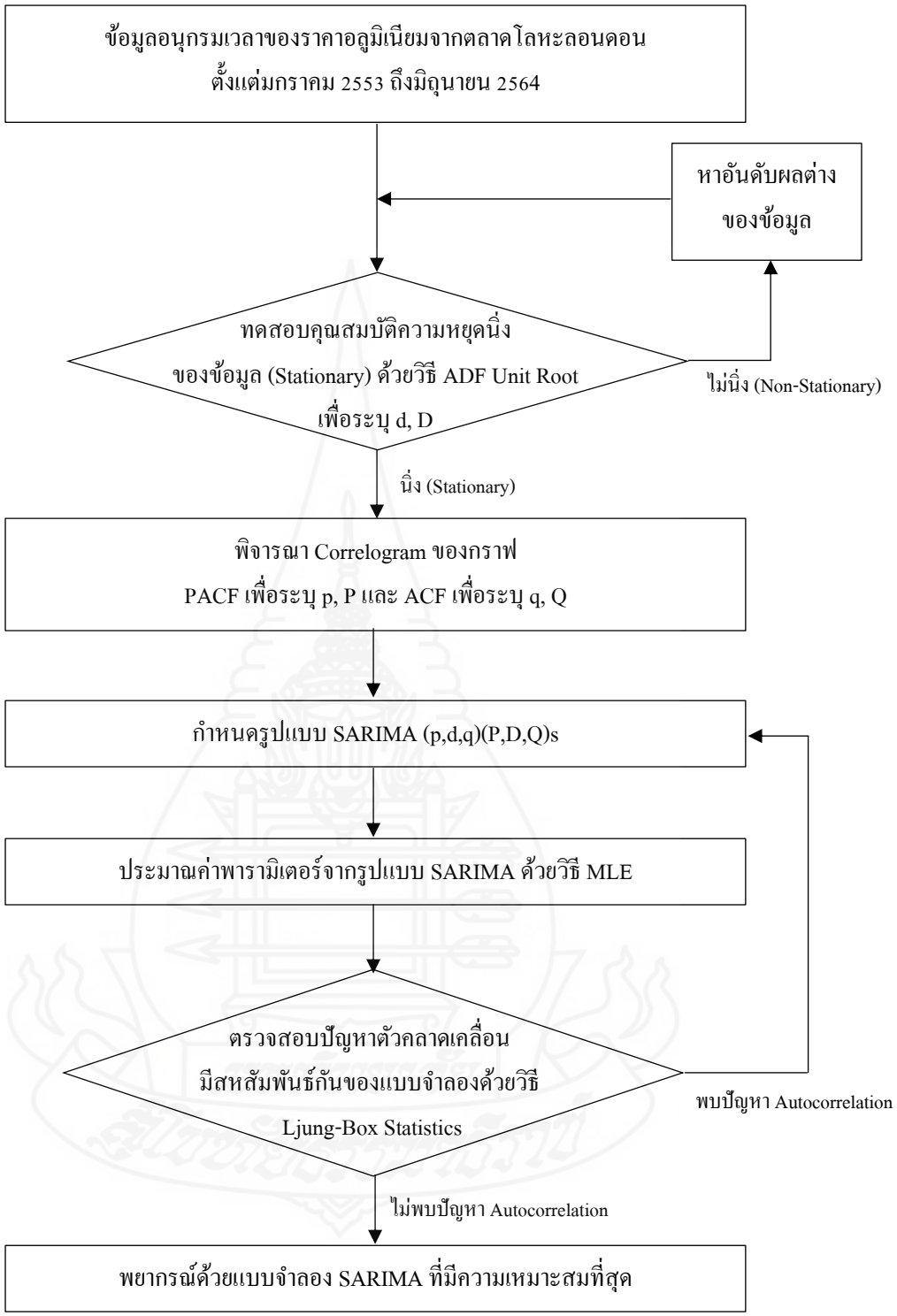
t คือ ช่วงเวลา ตั้งแต่ 1, 2, 3, …, n

n คือ จำนวนข้อมูล

Al_t คือ ราคาอลูมิเนียม(ค่าจริง) ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

$\widehat{Al}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาอลูมิเนียม ตั้งแต่เดือนที่ 1, 2, 3, …, n

หลังจากทราบประสิทธิภาพของการพยากรณ์และมีความมั่นใจในแบบจำลองแล้ว ต่อไปจะทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมล่วงหน้าออกไปอีก 6 ไตรมาส (18 เดือน) คือ พยากรณ์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จากนั้นพิจารณาการลักษณะเคลื่อนไหวของราคาและนำไปวิเคราะห์ร่วมกับสถานการณ์การผลิต การตลาดและการค้าต่อไป

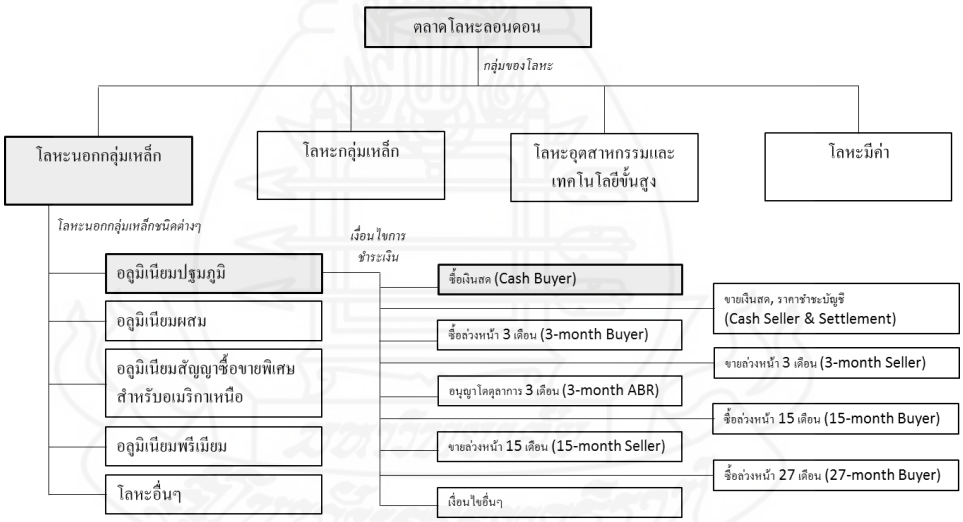


ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาอลูมิเนียมด้วยแบบจำลอง SARIMA

ที่มา : Gujarati and Porter (2009, p.841)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนคินส์” เป็นการศึกษาสถานการณ์การผลิตอลูมิเนียม การตลาดและการค้าผ่านการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน ช่วงข้อมูลที่นำมาศึกษาเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 138 เดือน ราคาอลูมิเนียมที่ถูกเผยแพร่บนเว็บไซต์ของตลาดโลหะลอนดอนนั้นมีหลายหมวดหมู่ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้ตามกระบวนการผลิตอลูมิเนียมและประเภทของสัญญาซื้อขาย สำหรับประเภทสัญญาซื้อขายนั้นในการศึกษานี้ใช้ราคาอลูมิเนียมปฐมภูมิชนิดสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ประเภทระยะเวลาการชำระเงินแบบซื้อสด ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงแหล่งที่มาของข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษาซึ่งมีที่มาจากตลาดโลหะลอนดอน

ที่มา : ตลาดโลหะลอนดอน (2564)

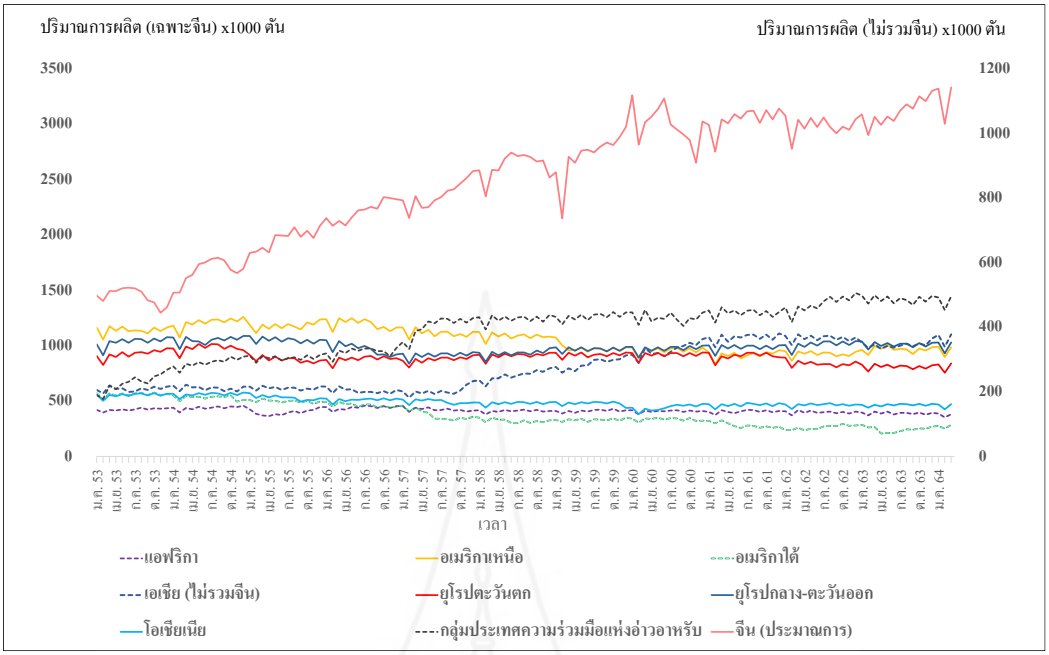
สำหรับผลการศึกษาได้แบ่งเป็นสองตอนคือ (1) สถานการณ์ด้านการผลิต การตลาด และการค้า (2) ผลการพยากรณ์ราคาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางอนุกรมด้วยวิธีของบ็อกซ์-เจนคินส์ มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สถานการณ์ด้านการผลิต การตลาดและการค้าอลูมิเนียม

การผลิต

ปริมาณการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิทั่วโลกในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจีนเป็นประเทศที่มีการผลิตสูงที่สุด ถึงแม้ว่าในระยะที่ผ่านมาสถานการณ์การผลิตอลูมิเนียมโลกอาจเผชิญสภาวะต่าง ๆ เช่น ภาวะอลูมิเนียมล้นตลาดในช่วง พ.ศ. 2554 ถึง 2556 มาตรการณ์การห้ามส่งออกแร่ดิบของอินโดนีเซียในปี พ.ศ. 2557 สงครามการค้าระหว่างจีนและสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2561 การแพรระบาดของไวรัส COVID-19 ในปี พ.ศ. 2563 แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากจีนมีขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมาก มีความต้องการบริโภคอลูมิเนียมสูง ต้นทุนทางพลังงานต่ำ รวมทั้งได้พยายามลดการนำเข้าโดยการพัฒนาความสามารถด้านการถลุงแร่ด้วยตัวเอง จีนจึงมีระดับการผลิตสูงที่สุดมาอย่างต่อเนื่อง จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 การผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิในจีนมีการเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 130 อย่างไรก็ตามในช่วงปี พ.ศ. 2558 ได้เกิดการขยายตัวของอุตสาหกรรมถลุงอลูมิเนียมอย่างมากในจีน อีกทั้งยังขาดการควบคุมอย่างเหมาะสมจึงทำให้เกิดอุปทานส่วนเกิน ส่งผลให้ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลกลดลงซึ่งจะเห็นว่าช่วงในปี พ.ศ. 2558 ถึง 2559 จีนมีการลดระดับการผลิตลงเป็นจำนวนมากเพื่อปรับดุลภาพของตลาด ในด้านผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 จีนได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยโดยในไตรมาสที่ 3 ของปี พ.ศ. 2563 สามารถกลับมาผลิตได้ในปริมาณสูงกว่าช่วงก่อนเกิดการแพร่ระบาดเนื่องจากสถานการณ์ที่คลี่คลายลงและมีการกระตุ้นเศรษฐกิจจากภาครัฐ อย่างไรก็ตามปัจจุบันจีนเริ่มมีการควบคุมการขยายกำลงการผลิตเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดข้อจำกัดด้านอุปทานในอนาคต

สำหรับผู้ผลิตอลูมิเนียมจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับ ซึ่งประกอบด้วย บาห์เรน โอมาน กาตาร์ ซาอุดีอาระเบีย และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) มีการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึงร้อยละ 161 (ม.ค. พ.ศ. 2553 - มี.ค. พ.ศ. 2564) ภูมิภาคนี้การส่งออกอลูมิเนียมเป็นแหล่งรายได้จากการส่งออกที่ใหญ่ที่สุดสำหรับประเทศในตะวันออกกลาง บริษัทผู้ผลิตอลูมิเนียมรายใหญ่ที่สุดในตะวันออกกลางคือ Emirates Global Aluminium โดยร้อยละ 4 ของปริมาณอลูมิเนียมทั้งหมดทั่วโลกถูกผลิตขึ้นที่บริษัทแห่งนี้



ภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิจากแหล่งผลิตทั่วโลก ม.ค. พ.ศ. 2553 - มี.ค. พ.ศ. 2564

ที่มา : สถาบันอลูมิเนียมนานาชาติ (2564)

ด้านการผลิตของประเทศกลุ่มเอเชีย (ไม่นับรวมจีน) นั้นมีประเทศอินเดียเป็นผู้ผลิตที่สำคัญ โดยมีบริษัท Hindalco Industries เป็นผู้ผลิตอลูมิเนียมใหญ่ที่สุดในเอเชีย ส่วนทางฝั่งยุโรปกลางและตะวันออกนั้นมีบริษัท Rusal จากรัสเซียเป็นผู้นำด้านปริมาณการผลิต ทั้งนี้รัสเซียและอินเดียมีความพยายามที่จะเชื่อมโยงการผลิตเข้าด้วยกันเพื่อเป็นผู้ผลิตอันดับที่สองรองจากจีนแต่อย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตยังน้อยกว่าจีนอย่างมาก

ทางด้านฝั่งยุโรปตะวันตกจะเห็นได้ว่าการผลิตลดลงเล็กน้อยในช่วงปี พ.ศ. 2555 จากนั้นรักษาระดับการผลิตคงที่มาจนถึงปัจจุบัน ในภูมิภาคนี้มีประเทศนอร์เวย์และไอซ์แลนด์เป็นผู้ผลิตหลักในการผลิตอลูมิเนียมส่งให้แก่สหภาพยุโรป

กลุ่มอเมริกาเหนือ (สหรัฐอเมริกาและแคนาดา) สถานการณ์การผลิตในสหรัฐอเมริกาลดลงต่อเนื่องเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2560 เนื่องจากได้รับผลกระทบจากจีนที่มีการขยายกำลังการผลิตถึงร้อยละ 1150 ในช่วงเวลาดังกล่าว ด้านผู้ผลิตจากอินเดียและตะวันออกกลางก็มีการขยายกำลังการผลิตอย่างมากเช่นเดียวกัน จากสาเหตุเหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาการผลิตเกินดุลทั่วโลก ส่งผลให้ราคาตลาดโลกลดลงอย่างมาก ทำให้ผู้บริโภคอลูมิเนียมสหรัฐฯหันไปพึ่งพาการนำเข้าเป็นหลักเนื่องจากราคา

ถูกกว่าในประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2560 สหรัฐฯได้นำเข้าอลูมิเนียมมากถึง 6.2 ล้านตันทำให้เกิดผลกระทบต่อผู้ผลิตภายในประเทศที่ไม่สามารถแบกภาระด้านต้นทุนได้ทำให้โรงถลุงแร่อลูมิเนียม 18 จาก 23 แห่งได้ปิดตัวลง กระทบต่อการจ้างงานกว่า 13,000 ตำแหน่ง อย่างไรก็ตามในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 รัฐบาลสหรัฐฯได้กำหนดอัตราภาษีนำเข้าอลูมิเนียมในอัตราร้อยละ 10 มาตรการนี้เป็นกำแพงเพื่อลดการนำเข้าและกระตุ้นให้เกิดการลงทุน เพิ่มการจ้างงานและลดการนำเข้า ผลจากการใช้มาตรการทางภาษีทำให้การผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิในสหรัฐเกิดเปลี่ยนแปลงโดยมีการผลิตภายในประเทศเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ตั้งแต่เดือน มี.ค. พ.ศ. 2561 – ม.ค. พ.ศ. 2562 จากการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2563 สหรัฐฯนำเข้าอลูมิเนียมเหลือเพียง 3.2 ล้านตัน

โดยภาพรวม การผลิตอลูมิเนียมจากทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณรวมการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิทั่วโลก 5.74 ล้านตัน โดยมีสัดส่วนการผลิตมาจากจีนถึงร้อยละ 58 รองลงมาคือผู้ผลิตจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับร้อยละ 9 และประเทศกลุ่มเอเชีย (ไม่รวมจีน) ร้อยละ 7

การบริโภค

เพื่อให้เข้าใจว่าเหตุใดอลูมิเนียมจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและมีความต้องการการใช้งานเพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ก่อนอื่นต้องเข้าใจถึงคุณสมบัติอันโดดเด่นของอลูมิเนียมที่ตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมและการบริโภคสมัยใหม่ นั่นคือมีความแข็งแรงสูงแต่น้ำหนักเบา ขึ้นรูปง่าย ถูกกัดกร่อนยาก นำไฟฟ้าได้ดี ติดไฟยาก สะท้อนแสงได้ดี มีผิวที่สวยงาม ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย สามารถรีไซเคิลได้ไม่จำกัดรอบโดยไม่สูญเสียคุณสมบัติ อีกทั้งยังมีปริมาณมากและมีแหล่งผลิตกระจายตัวอยู่ทั่วโลก อลูมิเนียมจึงถูกนำไปใช้งานหลากหลายมีการซื้อขายกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกซึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับสถารการณ์การตลาดและการค้าอลูมิเนียม เราสามารถแบ่งกลุมการบริโภคและการค้าได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ (1) แบ่งตามผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (2) แบ่งตามกระบวนการผลิต (3) แบ่งตามเกรดของอลูมิเนียม (4) แบ่งตามภูมิภาคที่มีการส่งออกและนำเข้า ดังแสดงในตารางที่ 4.1

เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบริโภคอลูมิเนียม ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับการบริโภคอลูมิเนียมตามอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เริ่มต้นจากภาคอุตสาหกรรมการขนส่งซึ่งมีการนำอลูมิเนียมมาใช้ในชิ้นส่วนต่าง ๆ จุดประสงค์หลักคือต้องการลดน้ำหนักของยานพาหนะลงโดยยังคงรักษาความแข็งแรงและง่ายต่อการผลิต น้ำหนักที่เบาลงส่งผลให้ยานพาหนะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การใช้งานด้านการขนส่งสามารถแบ่งได้หลายกลุ่มได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์

ชิ้นส่วนอากาศยาน ชิ้นส่วนรถไฟ เรือ อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ ในปี พ.ศ. 2562 ภาคการขนส่งทั่วโลกใช้อลูมิเนียมทั้งหมดประมาณร้อยละ 26 อย่างไรก็ตามปัจจุบันจีนเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์และรถยนต์ไฟฟ้า นอกจากนี้จีนยังมีนโยบายที่จะใช้เครื่องบินพาณิชย์ที่ผลิตเองมากกว่าร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ. 2568 ทำให้จีนยังมีความต้องการใช้อลูมิเนียมอีกในปริมาณมากในอนาคต

ตารางที่ 4.1 กลุ่มการบริโภคอลูมิเนียมแบบต่าง ๆ

แบ่งตามอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย	แบ่งตามกระบวนการผลิต	แบ่งตามเกรด	แบ่งตามภูมิภาค
- การขนส่ง	- อลูมิเนียมแผ่นรีด	เกรด 1xxx	- แอฟริกา
- การก่อสร้างและ	- อลูมิเนียมหล่อผสม	เกรด 2xxx	- อเมริกาเหนือ
โครงสร้าง	- อลูมิเนียมอัดรีดขึ้นรูป	เกรด 3xxx	- อเมริกาใต้
- อุตสาหกรรมไฟฟ้า	- อลูมิเนียมทุบขึ้นรูป	เกรด 4xxx	- เอเชีย
- สินค้าคงทน	- อลูมิเนียมผงและเศษ	เกรด 5xxx	- ยุโรป
- ฟอยล์และบรรจุภัณฑ์	- อลูมิเนียมท่อนและเพลา	เกรด 6xxx	- โอเชียเนีย
- เครื่องจักรและอุปกรณ์		เกรด 7xxx	- ตะวันออกกลาง
		เกรด 8xxx	

ที่มา : Allied market research (2019)

การใช้อลูมิเนียมในภาคการก่อสร้างและโครงสร้าง อลูมิเนียมร้อยละ 25 ที่ถูกผลิตขึ้นในโลกถูกใช้ไปเป็นส่วนประกอบของอาคารและสิ่งก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นหน้าต่าง ฝาผนัง หลังคา โครงสร้างของอาคารสมัยใหม่และอื่น ๆ ปัจจุบันภาคการก่อสร้างในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกมีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและกำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะจีนและอินเดียเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การเพิ่มขึ้นของรายได้ของชนชั้นกลาง และการได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในการส่งเสริมภาคโครงสร้างพื้นฐานและที่อยู่อาศัย

การใช้อลูมิเนียมในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ฐานการผลิตใหญ่ที่สุดอยู่ที่ประเทศจีนโดยทำการผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศและการส่งออก อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทใช้แล้วทิ้งจะถูกผลิตเพิ่มมากขึ้นในอนาคตยิ่งทำให้อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สำหรับการผลิตสายไฟและสายเคเบิลต่าง ๆ มีการนำอลูมิเนียมมาใช้

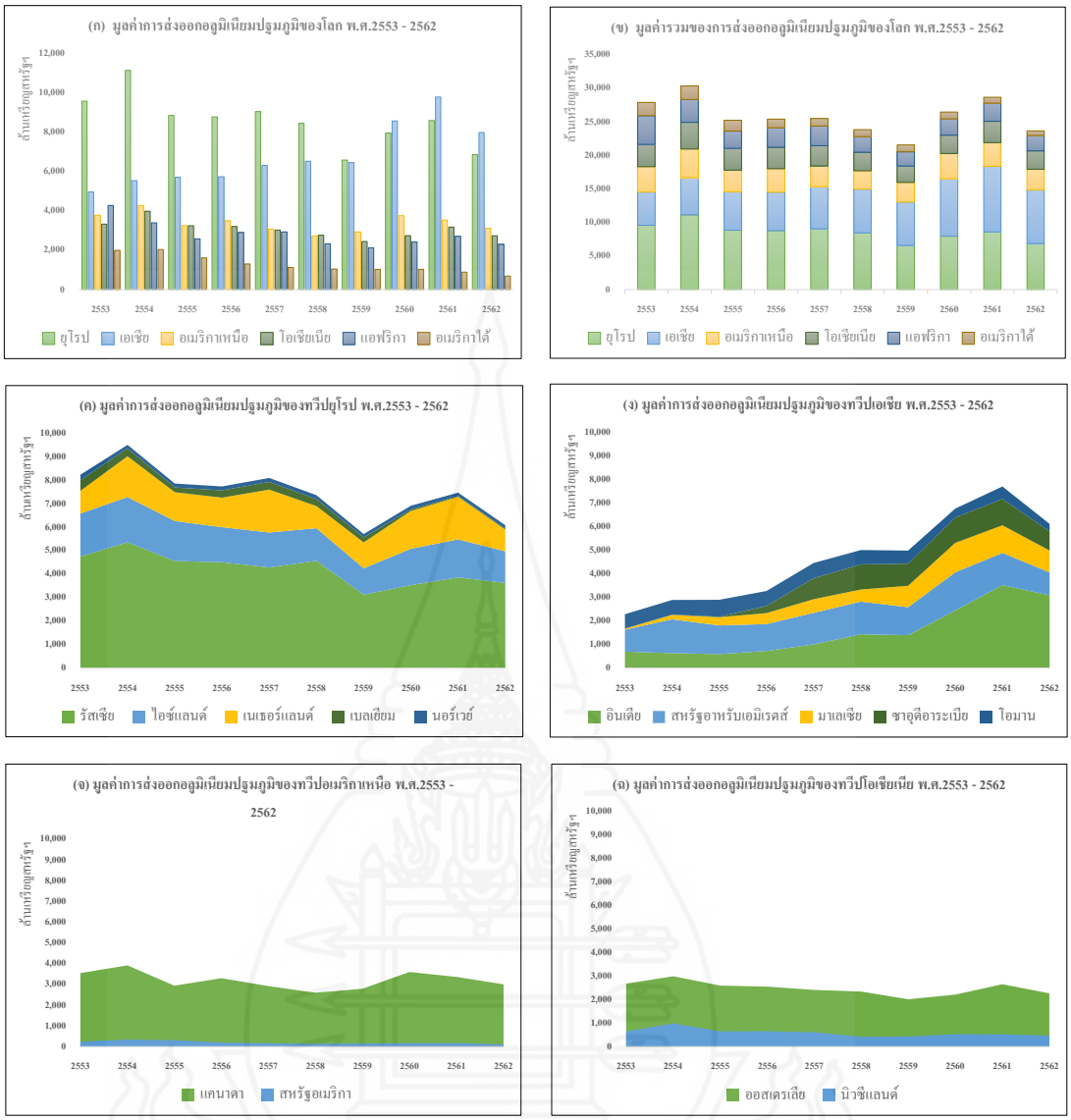
ทดแทนทองแดง เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถนำไฟฟ้าได้ดีและมีราคาถูกกว่าทองแดงมากและที่สำคัญที่สุดคือน้ำหนักเบาซึ่งมีประโยชน์ทั้งในด้านการผลิต การติดตั้งและการบำรุงรักษา จีนยังเป็นผู้บริโภครายใหญ่ที่มีความต้องการการใช้อลูมิเนียมสำหรับงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การใช้งานด้านบรรจุภัณฑ์อาหารและยากำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความง่ายในการผลิตและการรีไซเคิล อีกทั้งตัวอลูมิเนียมเองไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่มหรืออาหารภายในรวมถึงมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ในแต่ละปีมีกระป๋องอลูมิเนียมถูกผลิตมากกว่า 250 พันล้านกระป๋อง โดยร้อยละ 40 ถูกผลิตขึ้นที่สหรัฐอเมริกา รองลงมาเป็นญี่ปุ่น บราซิล และจีน ตามลำดับ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวข้างต้นแล้วอลูมิเนียมยังถูกนำมาใช้ทำเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องครัว อุปกรณ์กีฬา อุปกรณ์ประดับตกต่างที่อยู่อาศัย ชิ้นส่วนทางวิศวกรรมต่าง ๆ ร่วมไปถึงงานศิลปะอีกด้วย

การตลาดและการค้าอลูมิเนียม

เมื่อทราบถึงการผลิตและการบริโภคอลูมิเนียมตลอดจนการใช้งานในด้านต่าง ๆ แล้ว ในส่วนนี้จะอธิบายสถานการณ์เกี่ยวกับการตลาดและค้าผ่านข้อมูลสถิติการส่งออกและการนำเข้าซึ่งมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก โดยแสดงข้อมูลเกี่ยวกับอลูมิเนียมปฐมภูมิซึ่งในการค้าขายนั้นผู้ผลิตจะทำให้อยู่ในรูปทรงง่าย ๆ เช่น เป็นก้อนหรือแท่ง (ingot) เพื่อสะดวกต่อการจัดเรียงและการขนส่ง บางเอกสารหรือหน่วยงานอาจใช้ชื่อเรียกว่าอลูมิเนียมดิบ (raw aluminum) สำหรับการสืบค้นข้อมูลนั้นสืบค้นตามพิกัดศุลกากร 760110 ซึ่งหมายถึงอลูมิเนียมไม่ผสมที่ยังไม่ได้ขึ้นรูปซึ่งตรงตามลักษณะของอลูมิเนียมปฐมภูมินั่นเอง

ภาพที่ 4.3 (ก) แสดงให้เห็นว่ามูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมของเอเชียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับยุโรปซึ่งในอดีตเคยมีมูลค่าการส่งออกอยู่ในระดับสูงแต่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง สำหรับมูลค่าการส่งออกสุทธิของโลกในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่า 23.6 พันล้านเหรียญสหรัฐฯซึ่งลดลงกว่า 5 พันล้านเหรียญสหรัฐฯจากปีก่อนหน้า สาเหตุหนึ่งมาจากในช่วงปี พ.ศ. 2561 ตลาดอลูมิเนียมโลกกำลังอยู่ในภาวะขาดดุล ราคาเฉลี่ยของอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน สูงถึง 2109 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน แต่ในปี พ.ศ. 2562 ราคาเฉลี่ยของอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอน ลดลงมาเหลือ 1791 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน สาเหตุเนื่องจากตลาดอลูมิเนียมโลกได้พลิกกลับมาเกินดุลอีกครั้ง ส่วนต่างที่หายไป 318 เหรียญสหรัฐฯต่อตันทำให้มูลค่าการส่งออกลดลงร้อยละ 17.5 แสดงในภาพที่ 4.3 (ข)

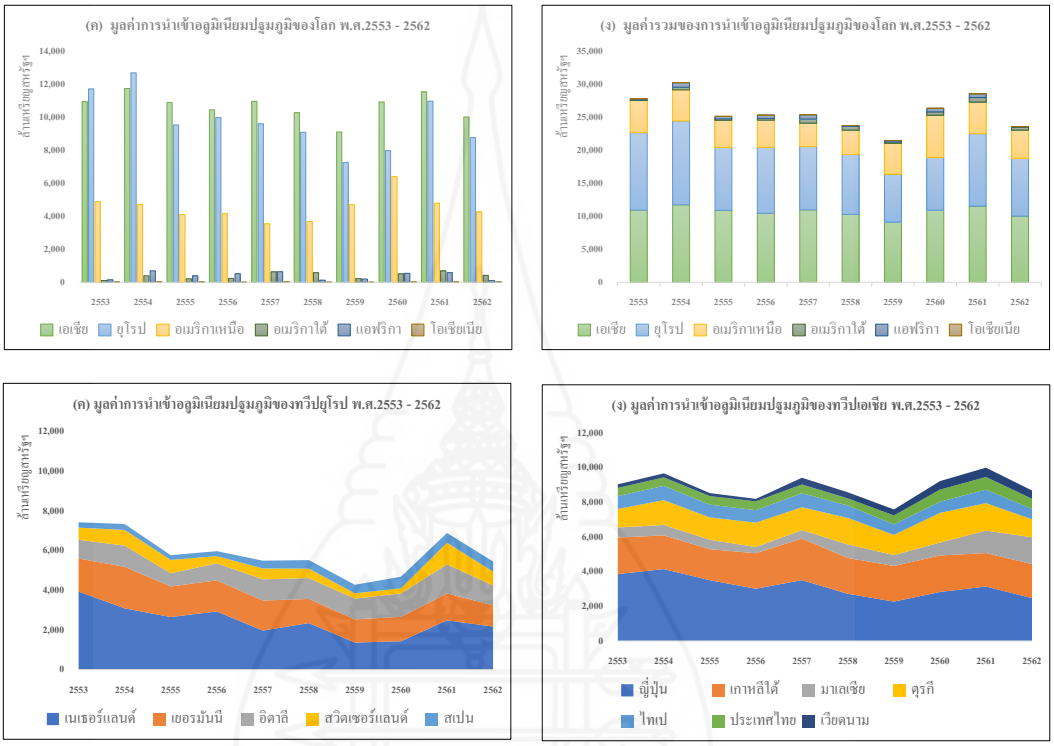


ภาพที่ 4.3 (ก,ข) แสดงมูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิแต่ละทวีป ภาพที่ 4.3 (ค,ง,จ,ฉ) แสดงประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิสูงที่สุดตามลำดับในแต่ละทวีปในช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2562

ที่มา : The Observatory of Economic Complexity (OEC) (2021)

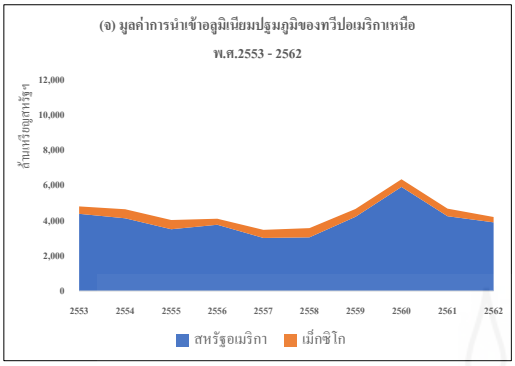
อย่างไรก็ตามเมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นรายทวีปพบว่าประเทศที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดแต่ละทวีปในปี พ.ศ. 2562 ได้แก่ รัสเซีย (3.6 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) อินเดีย (3.1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) และแคนาดา (2.9 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) และออสเตรเลีย (2.9 พันล้านเหรียญ

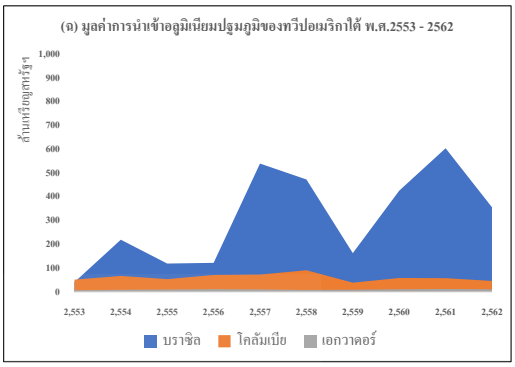
สหรัฐฯ) ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4.3 (ค,ง,จ,ฉ) ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าโดยภาพรวมมูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปเอเชียมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่มูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปยุโรปมีแนวโน้มลดลง ทางด้านประเทศแคนาดาและออสเตรเลียมีแนวโน้มมูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิค่อนข้างคงที่



ภาพที่ 4.4 (ก,ข) แสดงมูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิแต่ละทวีป ภาพที่ 4.4 (ค,ง) แสดงประเทศที่มีมูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิสูงที่สุดตามลำดับในแต่ละทวีปในช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2562

ที่มา : The Observatory of Economic Complexity (OEC) (2021)





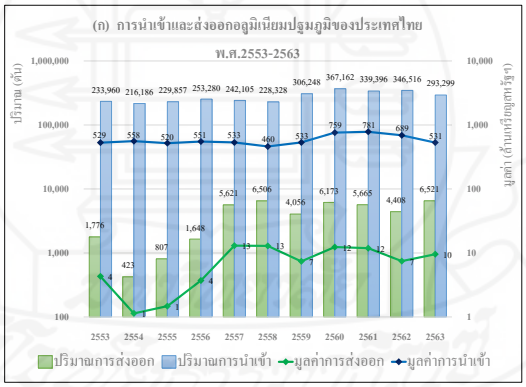
ภาพที่ 4.4 (จ,ฉ) แสดงประเทศที่มีมูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิสูงที่สุดตามลำดับในแต่ละทวีป ในช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2562

ที่มา : The Observatory of Economic Complexity (OEC) (2021)

ด้านการนำเข้า จากภาพที่ 4.4 (ก) เอเชียและยุโรปมีมูลค่าการนำเข้าอยู่ในระดับสูงมาอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามในระยะหลังเอเชียมีการนำเข้าอลูมิเนียมมากกว่ายุโรปซึ่งเป็นผลมาจากอุปสงค์ที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากประเทศจีน ทางด้านอเมริกาเหนือซึ่งมีสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำเข้าหลักมีมูลค่าการนำเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 จะกระทั่งสูงสุดในช่วงปี พ.ศ. 2560 แสดงในภาพที่ 4.4 (จ) ราคาอลูมิเนียมตกต่ำทั่วโลกเนื่องจากอุปทานล้นตลาด ทำให้ผู้บริโภคอลูมิเนียมในสหรัฐจึงหันไปนำเข้าอลูมิเนียมจากนอกประเทศมากขึ้นเนื่องจากมีราคาถูกกว่า ส่งผลเสียต่ออุตสาหกรรมอลูมิเนียมภายในประเทศ ต่อมารัฐบาลสหรัฐฯประกาศกำแพงภาษีการนำเข้าอลูมิเนียม 10% เพื่อช่วยเหลืออุตสาหกรรมอลูมิเนียมภายในประเทศ การนำเข้าของสหรัฐฯจึงลดลงเป็นลำดับ จากภาพที่ 4.4 (ข) หากพิจารณาเป็นสัดส่วนแล้วในปี พ.ศ. 2562 ทวีปเอเชียมีสัดส่วนมูลค่าการนำเข้าสูงที่สุด แต่จากการศึกษาข้อมูลเป็นรายประเทศ จากภาพที่ 4.4 (ค,ง,จ,ฉ) พบว่าประเทศที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงสุดคือ สหรัฐอเมริกา (3.9 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) รองลงมาคือญี่ปุ่น (2.4 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) เนเธอร์แลนด์ (2.1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ) และบราซิล (356 ล้านเหรียญสหรัฐ) ตามลำดับ โดยภาพรวมมูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปเอเชียมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่มูลค่าการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของทวีปยุโรปมีและทวีปอเมริกาเหนือแนวโน้มลดลง สำหรับทวีปอเมริกาใต้มีประเทศบราซิล โคลัมเบีย และเอกวาดอร์เป็นผู้นำเข้าหลัก จากการศึกษาพบว่าโคลัมเบียมีมูลค่าการนำเข้าค่อนข้างคงที่ ในขณะที่บราซิลมีมูลค่าการนำเข้าสูงสลับต่ำเป็นช่วงเวลา

ประเทศไทยมีมูลค่านำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิสูงกว่าการส่งออกมาโดยตลอดในระยะเวลาที่ผ่านมา จากภาพที่ 4.5 (ก) การนำเข้าสูงสุดเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณนำเข้ากว่าสามแสนหกหมื่นตันในโดยมีมูลค่าสูงถึง 759 ล้านเหรียญสหรัฐฯ สิ่งที่น่าสังเกตคือในปี พ.ศ. 2557, 2559 และ 2563 มูลค่าการนำเข้ามีความใกล้เคียงกันแต่ปริมาณการนำเข้ากลับแตกต่างกันหลายหมื่นตัน เหตุผลเนื่องจากราคาที่ถูกลงทำให้เราสามารถนำเข้าได้มากขึ้น ภาพที่ 4.5 (ข) แสดงให้เห็นว่าราคาอลูมิเนียมในปี พ.ศ. 2557 สูงกว่า ปี พ.ศ. 2559 อยู่ร้อยละ 14.1 และสูงกว่าราคาของปี พ.ศ. 2563 อยู่ร้อยละ 8.8 โดยในปี พ.ศ. 2559 ปริมาณการนำเข้าสูงกว่าปี พ.ศ. 2557 ถึงกว่าหกหมื่นตัน

ในด้านของการส่งออก ช่วงปี พ.ศ. 2554 ถึง 2557 ปริมาณการส่งออกขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 92.5 เนื่องจากอุปสงค์อลูมิเนียมโลกสูงขึ้น หลังจากนั้นการมีระดับการส่งออกคอนข้างคงที่อย่างไรก็ตามสังเกตุว่าปริมาณการส่งออกปี พ.ศ. 2558 จะสูงกว่าปี 2557 อยู่ร้อยละ 13.6 แต่ราคาของปี พ.ศ. 2558 กลับต่ำกว่าปี 2557 อยู่ร้อยละ 11 จึงทำให้มูลค่าการส่งออกของทั้งสองปีมีค่าเท่ากัน การส่งออกในปี พ.ศ. 2563 และปี 2557 มีปริมาณใกล้เคียงกันแต่เนื่องจากราคาอลูมิเนียมปี พ.ศ. 2563 ต่ำว่าปี 2557 ที่จึงทำให้มูลค่าการส่งออกแตกต่างกันประมาณ 3 ล้านเหรียญสหรัฐฯ



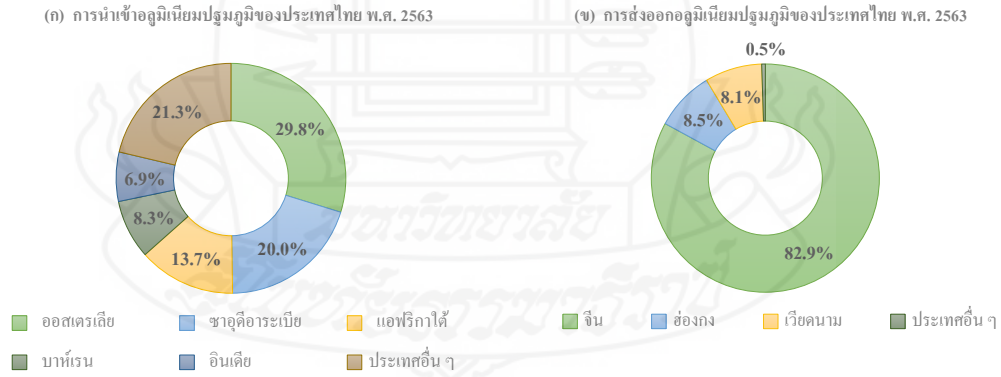
ภาพที่ 4.5 (ก) แสดงมูลค่าการส่งออกและการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2553 – 2562

ที่มา : สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย กระทรวงพาณิชย์ (2564)

ภาพที่ 4.5 (ข) แสดงราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 – 2562

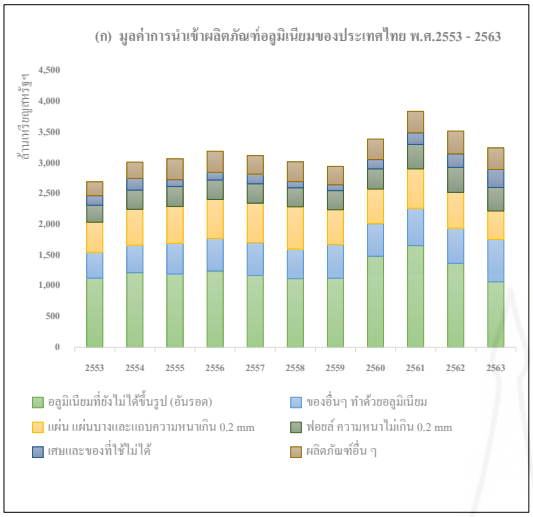
ที่มา : สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย กระทรวงพาณิชย์ (2564)

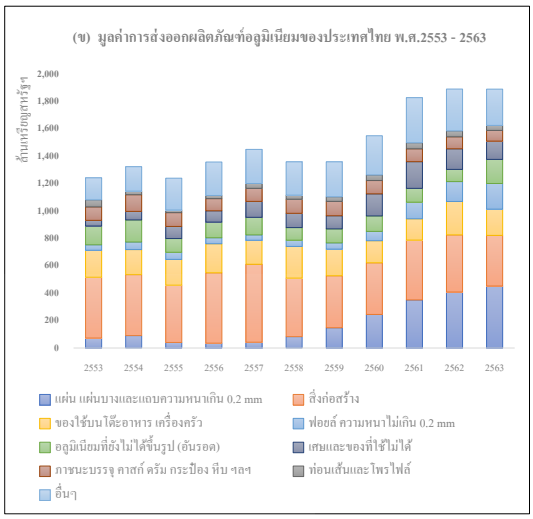
สำหรับแหล่งนำเข้าและส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิที่สำคัญของประเทศไทยนั้น ในปี พ.ศ. 2563 มีการนำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลียมากเป็นอันดับหนึ่ง ถัดมาคือซาอุดิอาราเบีย และแอฟริกาใต้ ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 4.6 (ก) ส่วนการส่งออกนั้นประเทศไทยส่งออกให้จีนมากเป็นอันดับหนึ่งรองลงมาคือฮ่องกงและเวียดนามตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.6 (ข)



ภาพที่ 4.6 (ก) และ (ข) แสดงสัดส่วนการนำเข้าและส่งออกอลูมิเนียมปฐมภูมิของประเทศไทย จากแหล่งต่าง ๆ พ.ศ. 2563

ที่มา : สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย กระทรวงพาณิชย์ (2564)





ภาพที่ 4.7 (ก) และ (ข) แสดงมูลค่าการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมของประเทศไทย พ.ศ. 2553 - 2563

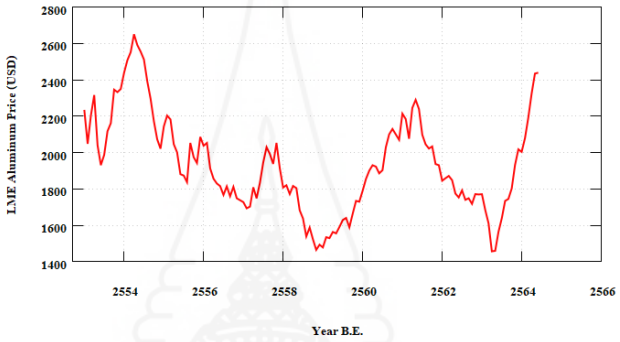
ที่มา : สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย กระทรวงพาณิชย์ (2564)

นอกเหนือจากอลูมิเนียมปฐมภูมิแล้ว ประเทศไทยยังมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ ทั้งผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมและวัตถุดิบอลูมิเนียมเพื่อนำมาแปรรูปสำหรับใช้ภายในประเทศและส่งออกยังต่างประเทศ จากภาพที่ 4.7 (ก) ปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการนำเข้ากว่าสามพันสองร้อยล้านเหรียญสหรัฐฯ ด้านการส่งออกมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2563 มีมูลค่าการส่งออกกว่าหนึ่งพันแปดร้อยล้านเหรียญสหรัฐฯ ดังแสดงในภาพที่ 4.7 (ข) จากภาพแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมชนิดแผ่นและแถบซึ่งมีความหนาเกิน 0.2 มม. มีมูลค่าการส่งออกขยายตัวอย่างมากในช่วงห้าปีให้หลัง เหตุผลเนื่องจากการเข้ามาลงทุนของบริษัทต่างชาติเพื่อใช้ประเทศไทยเป็นพื้นที่ผลิตอลูมิเนียมม้วนแผ่นรีดเพื่อขายในประเทศไทยและส่งออกทั่วโลก

ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก

การเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมมีสาเหตุหลักมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์และอุปทานเป็นหลัก อุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นนั้นมาพร้อมกับการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่สูงขึ้น ซึ่งประเทศจีนเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภครายใหญ่ที่สุดในโลกเนื่องจากมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แต่จากการศึกษาพบว่ายังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมอีกได้แก่ ต้นทุนทางอุตสาหกรรม ต้นทุนทางพลังงาน ต้นทุนด้าน

คลังสินค้า การเปลี่ยนผ่านของเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต ความต้องการการใช้วัสดุทดแทน เช่น เหล็กหรือทองแดงไปเป็นอลูมิเนียม ความสามารถในการผลิตและการขนส่งอันเนื่องมาจากฤดูกาลและผลกระทบจากปรากฏการเอลนีโย่ ความเสี่ยงทางด้านภูมิรัฐศาสตร์ นโยบายการส่งเสริมหรือควบคุมจากภาครัฐ นโยบายสิ่งแวดล้อม มาตรการทางภาษี ปัญหาทางด้านแรงงาน อัตราแลกเปลี่ยน จำนวนประชากรและการเติบโตของเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศตลาดเกิดใหม่โดยเฉพาะจีนและอินเดีย และผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคติดต่อ



ภาพที่ 4.8 แสดงการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง 2564

ที่มา : ตลาดโลหะลอนดอน (2564)

สำหรับราคาอลูมิเนียมตลาดโลหะลอนดอนในช่วง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง 2564 มีลักษณะดังภาพที่ 4.8 ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างราคาและสถานการณ์โลกได้ดังนี้

เกิดภาวะอุปสงค์การใช้งานโลหะและอลูมิเนียมทั่วโลกหดตัวในปี พ.ศ. 2552 ทำให้ราคาอลูมิเนียมลดลงร้อยละ 35 เมื่อเทียบกับราคาของปี พ.ศ. 2551 อย่างไรก็ตาม ต่อมาราคามีการปรับตัวสูงขึ้นด้วยอุปสงค์บริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากประเทศจีน ทำให้ราคาอลูมิเนียมขยับตัวสูงขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2553 จีนมีการบริโภคโลหะฐาน(อลูมิเนียม ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก นิกเกิลและสังกะสี) มากถึงร้อยละ 41 ของโลก

ช่วงปี พ.ศ. 2555 ถึง 2556 ราคาอลูมิเนียมปรับตัวลงมาอยู่ที่ต่ำกว่า 2000 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ซึ่งเป็นผลมาจากการผลิตทั่วโลกยังสูงกว่าการบริโภคทำให้ตลาดอลูมิเนียมเกินดุลทั่วโลกประกอบกับยังมีปริมาณอลูมิเนียมสำรองในคลังสินค้าอยู่จำนวนมากที่ยังมีปัญหาด้านการจัดการต้นทุนคลังสินค้า อย่างไรก็ตามอุปสงค์ทั่วโลกมีความต้องการอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.5 ประเทศจีนยังเป็นผู้บริโภครายใหญ่ที่มีความต้องการการใช้โลหะรวมถึงอลูมิเนียม

สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องอันเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและการผลิตในปริมาณมาก ต่อมาราคาอลูมิเนียมแข็งค่าขึ้นช่วงเวลาสั้น ๆ ในปี พ.ศ. 2557 เนื่องจากการลดกำลังการผลิตนอกประเทศจีนส่งผลให้ตลาด(ยกเว้นจีน)ขาดดุล แต่เนื่องจากยังมีมีปริมาณสำรองอลูมิเนียมในคลังสินค้าอีกจำนวนมากที่ยังไม่สามารถปล่อยออกมาขายในตลาดได้จึงทำให้ราคาปรับตัวลดลงหลังจากนั้น จากอดีตที่ผ่านมาทั่วโลกประสบปัญหาเกินดุลติดต่อกันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2550 ถึง 2555 ในขณะที่ผู้ผลิตอลูมิเนียมทางฝั่งตะวันตกยังเดินหน้าผลิตอย่างต่อเนื่องโดยคาดหวังว่าอุปสงค์อลูมิเนียมจากประเทศจีนจะมีอย่างต่อเนื่องและจะผลักดันให้ราคาสูงขึ้น (Forbes, 2019) แต่ในทางตรงกันข้ามจีนก็ได้พยายามพัฒนาความสามารถด้านการถลุงแร่ของตนเองจนสามารถลดการนำเข้าจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 2 ในปี พ.ศ. 2550 สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคืออุปทานส่วนเกินในตลาดโลกซึ่งพาให้ราคาอลูมิเนียมตกต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2558 ราคาอลูมิเนียมยิ่งตกต่ำหนักเนื่องจากการขยายตัวอย่างไร้การควบคุมของอุตสาหกรรมถลุงอลูมิเนียมในจีน อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2559 ถึง 2561 ราคามีการปรับตัวสูงขึ้นเนื่องจากสภาวะขาดดุลซึ่งเป็นผลจากการพยายามแก้ไขปัญหาของผู้ผลิตอลูมิเนียมทั่วโลกโดยการลดกำลังการผลิตลง อีกสาเหตุหนึ่งที่เกิดขึ้นคือสงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกากับจีน

ในปี พ.ศ. 2562 ตลาดอลูมิเนียมกลับมาเกินดุลอีกครั้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม (WBMS, 2019) ถึงแม้ว่าราคาจะลดลงแต่อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมยังคงสูง ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2563 ผลกระทบจากการแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ส่งผลให้เศรษฐกิจถดถอยทั่วโลกทำให้อุปสงค์การใช้งานลดลง หลายกิจกรรมและการผลิตต้องหยุดกะทันหันเนื่องจากการแพร่ระบาด ประกอบกับต้นทุนการขนส่งเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีขั้นตอนการตรวจสอบเข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามสถานการณ์เริ่มดีขึ้นในช่วงปลายปีหลังจากเกิดการการคลี่คลายของปัญหา มีการฟื้นตัวและการกระตุ้นกิจกรรมทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในจีน หลังจากที่ราคาลดลงอย่างต่อเนื่องหลายไตรมาสติดต่อกัน ในช่วงไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2563 ราคาอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 14 โดยไต่ระดับราคาขึ้นสูงกว่าก่อนที่ COVID-19 จะเกิดการระบาด เหตุผลคืออุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมจากจีนนั้นเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่าในเดือนสิงหาคมเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2562 ทางด้านสหรัฐอเมริกาอุปสงค์ของอลูมิเนียมก็เพิ่มขึ้นเช่นกันเนื่องการผู้ผลิตเบียร์ได้เปลี่ยนรูปแบบบรรจุภัณฑ์จากถังไปสู่รูปแบบกระป๋องเพื่อให้สอดคล้องกบสถาการณ์ที่ผู้บริโภคต้องจำกัดการเคลื่อนที่โดยอาศัยหรือทำงานอยู่แต่ในที่พัก

ช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายนปี พ.ศ. 2564 ราคาสินค้าโภคภัณฑ์โดยเฉพาะอลูมิเนียมราคาเพิ่มขึ้นร้อยละ 9 ในไตรมาสแรก และเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ในเดือนมีนาคมเมื่อเทียบ

กับเดือนเมษายนของปีก่อนหน้า การฟื้นตัวครั้งนี้ได้รับแรงหนุนจากเศรษฐกิจโลกที่ดีขึ้นโดยการกระตุ้นทางการเงินและการคลังที่สำคัญในประเทศเศรษฐกิจขั้นสูงและอัตราการฉีดวัคซีนที่เพิ่มมากขึ้น จีนยังเป็นผู้ผลิตอลูมิเนียมรายใหญ่แต่ยังคงมีความต้องการการบริโภคอลูมิเนียมสูงกว่าที่สามารถผลิตได้ โดยเฉพาะอุปสงค์การนำไปใช้สำหรับยานพาหนะและวัสดุก่อสร้าง ดังนั้นจีนจึงยังต้องพึ่งพาการนำเข้าอลูมิเนียมและอลูมินาอีกเป็นจำนวนมากคิดซึ่งเป็นสัดส่วนร้อยละ 70 ของการนำเข้าอลูมิเนียมทั่วโลก อย่างไรก็ตามจีนเองเริ่มมีการควบคุมการขยายกำลังการผลิตเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งอาจเป็นปัจจัยส่งผลให้เกิดข้อจำกัดด้านอุปทานและทำให้ราคาเพิ่มสูงขึ้นอีกในอนาคต

ตอนที่ 2 การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลก

สำหรับการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมนั้นในการศึกษานี้ใช้วิธีของบ็อกซ์-เจนคินส์ โดยมีแนวคิดที่ว่าโครงสร้างและการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมนั้นมีรูปแบบที่ไม่แตกแตกต่างจากในอดีตรวมถึงไม่เกิดสภาวะอุปสงค์หรืออุปทานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน กล่าวคืออุปสงค์และอุปทานเป็นไปตามกลไกของตลาดและได้สะท้อนผลกระทบนั้นผ่านราคาอลูมิเนียมออกมาแล้ว ดังนั้นการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมในอดีตจะสามารถคาดการณ์แนวโน้มราคาในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลราคาเฉลี่ยรายเดือนของอลูมิเนียมชนิดปฐมภูมิสัญญาซื้อขายล่วงหน้าประเภทระยะเวลาการชำระเงินแบบซื้อสดจำนวน 138 เดือนโดยทำการพยากรณ์ราคาออกมาเป็นรายไตรมาส คือไตรมาสที่สามและสี่ของปี พ.ศ. 2564 และไตรมาสที่หนึ่ง สอง สาม และสี่ ของปี พ.ศ. 2565 มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ในขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็นสองขั้นตอนย่อยคือ การทดสอบความหยุดนิ่งและการกำหนดรูปแบบจำลอง ขั้นแรกจะทำการทำสอบความหยุดนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อน เนื่องจากความหยุดนิ่งของข้อมูลเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมากที่ส่งผลต่อความถูกต้องรวมถึงความแม่นยำของการพยากรณ์ ดังนั้นเพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและความแปรร่วมจะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา กล่าวคือข้อมูลมีความหยุดนิ่งแล้ว จึงต้องทดสอบความหยุดนิ่งเสียก่อน วิธีที่ใช้ทดสอบความหยุดนิ่งคือวิธีการทดสอบ ADF ยูนิตรูธโดยการศึกษานี้จะใช้แบบจำลอง ADF 3 แบบจำลองในการทดสอบคือ (1)ไม่มีองค์ประกอบของค่าคงที่และ

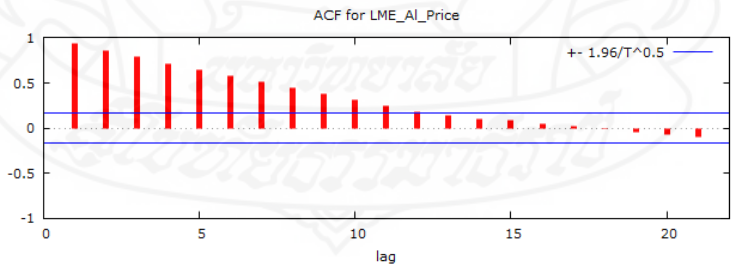
แนวโน้มของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง (2) มีเพียงค่าคงที่เข้ามาเกี่ยวข้องเท่านั้น (3) มีทั้งองค์ประกอบค่าคงที่และแนวโน้มของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ผลการทดสอบยูนิตรูธแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลด้วยวิธี ADF unit root test

Variable	Level, I(d) = 0		First difference, I(d) = 1		Seasonal I(D) = 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

หมายเหตุ * หมายถึงค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลในตารางที่ 4.1 พบว่า ณ ระดับปกติของข้อมูลตัวแปร Al ยังไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่าข้อมูลยังไม่มีความนิ่งได้ กล่าวคือค่า t-statistics ของแบบจำลอง ADF ทั้ง 3 รูปแบบนั้นมีค่านัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการพิจารณาแผนภาพคอร์รีโลแกรม (ACF) ของราคาอลูมิเนียมซึ่งมีลักษณะลดลงเข้าใกล้ศูนย์อย่างช้า ๆ บ่งบอกว่าข้อมูลอนุกรมเวลายังไม่นิ่ง แสดงในภาที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 คอร์รีโลแกรม ACF ของอนุกรมเวลาของราคาอลูมิเนียม

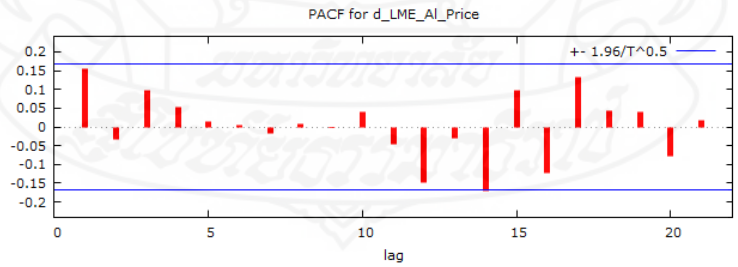
เมื่อสรุปได้ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่ระดับปกติของข้อมูลยังไม่นิ่ง จึงได้ทำการเพิ่มผลต่างอันดับเข้าไป 1 ระดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาราคาอลูมิเนียมในภาพที่ 4.8 พบว่า ข้อมูลมีลักษณะเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นรอบ

คล้ายกับได้รับอิทธิพลจากเวลาหรือฤดูกาล ดังนั้นจึงได้ทำการเพิ่มผลต่างอันดับแบบมีฤดูกาล ฤดูกาลเข้าไป 1 ระดับด้วย จากนั้นทำการทดสอบความนิ่งด้วยวิธี ADF ยูนิตรูธอีกครั้งหนึ่ง

ผลการทดสอบยูนิตรูธของผลต่างแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่หนึ่ง พบว่าข้อมูลมีความหยุดนิ่ง มีอันดับความหยุดนิ่ง I(d) เท่ากับ I(1) โดยค่า t-statistics ของแบบจำลอง ADF ทั้ง 3 รูปแบบนั้นมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่าข้อมูลอนุกรมเวลายังไม่นิ่งได้ ลำดับต่อมาพิจารณาผลการทดสอบยูนิตรูธของผลต่างแบบมีฤดูกาลอันดับที่หนึ่ง พบว่าค่า t-statistics ของแบบจำลอง ADF ทั้ง 3 รูปแบบมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าผลต่างอันดับแบบมีฤดูกาลอันดับที่หนึ่งนั้นมีความหยุดนิ่งแล้วโดยมีอันดับความหยุดนิ่ง I(D) เท่ากับ I(1)

เมื่อทราบแล้วว่าข้อมูลมีความหยุดนิ่ง ณ อันดับผลต่าง I(d,D) เท่ากับ I(1,1) แล้วนั้น ในขั้นตอนต่อไปจะทำการกำหนดรูปแบบของแบบจำลองโดยทำการหาลำดับของ AR(p), MA(q), SAR(P) และ SMA(Q) ด้วยวิธีพิจารณาจากแผนภาพคอร์รีโลแกรมของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ซึ่งมีผลการกำหนดรูปแบบจำลองดังต่อไปนี้

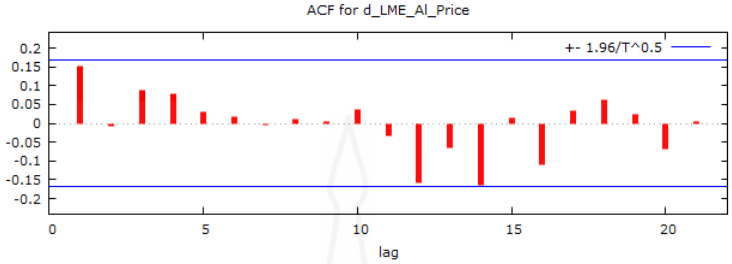
การหาลำดับของ AR(p) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) โดยการพิจารณาการแผนภาพคอร์รีโลแกรม จากภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาแท่ง PACF ช่วง 3-5 คาบเวลาแรกในอดีตเพื่อหาว่ามีคาบเวลาใดบ้างที่แท่ง PACF ยื่นเกินขอบเขตความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากการสังเกตุพบว่าไม่มีแท่ง PACF ใดที่ยื่นเกินเกณฑ์ขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ออกมา ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าลำดับ AR(p) มีค่าเท่ากับ AR(0)



ภาพที่ 4.10 คอร์รีโลแกรม PACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบไม่มีฤดูกาล

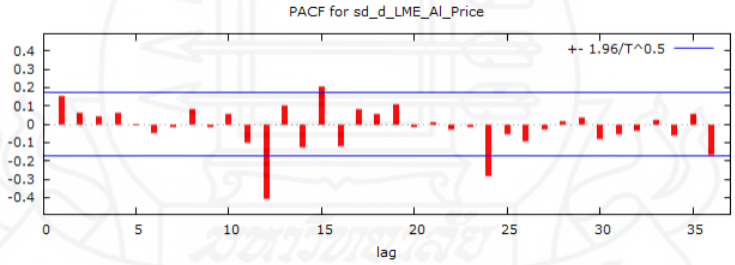
การหาลำดับของ MA(q) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) โดยพิจารณาจากแผนภาพคอร์รีโลแกรม (ACF) จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาแท่ง ACF ช่วง 3-5 คาบเวลาแรกในอดีตเพื่อหาว่ามีคาบเวลาใดบ้างที่แท่ง ACF ยื่นเกินขอบเขตความเชื่อมั่นที่ร้อย

ละ 95 จากการสังเกตุพบว่าไม่มีแท่ง ACF ใดที่ยื่นเกินเกณฑ์ขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ออกมา ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าลำดับ MA(q) มีค่าเท่ากับ MA(0)



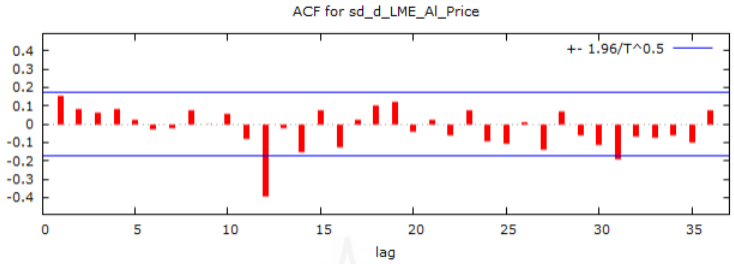
ภาพที่ 4.11 คอร์รีโลแกรม ACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบไม่มีฤดูกาล

การหาลำดับของ SAR(P) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบมีฤดูกาล จากภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาแท่ง PACF โดยพิจารณาเป็นช่วงเวลา(seasonal) ว่ามีแท่ง PACF ใดบ้างที่อยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากการสังเกตพบว่าแท่ง PACF ของคาบเวลาที่ 12,15 และ 24 ยื่นออกมาเกินเกณฑ์ขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งนับเป็น 2 รอบมีรอบละ 12 คาบเวลา (คาบเวลาที่ 12 และ 24) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าลำดับ SAR(P) มีค่าเท่ากับ SAR(1) และ SAR(2)



ภาพที่ 4.12 คอร์รีโลแกรม PACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบมีฤดูกาล

การหาลำดับของ SMA(Q) จากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบมีฤดูกาล จากภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาแท่ง ACF โดยพิจารณาเป็นช่วงเวลา (seasonal) ว่ามีแท่ง ACF ใดบ้างที่อยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากการสังเกตพบว่าแท่ง ACF ของคาบเวลาที่ 12 และ 31 ยืนออกมาเกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามคาบเวลาที่ 31 ไม่สามารถนำมานับรวมอยู่ในรอบของเวลาได้เนื่องจาก 1 รอบเวลากับ 12 คาบเวลา ดังนั้นลำดับ SMA(Q) มีค่าเท่ากับ SMA(1)



ภาพที่ 4.13 คอร์รีโลแกรม ACF ของราคาอลูมิเนียม ณ ผลต่างอันดับหนึ่งแบบมีฤดูกาล

โดยสรุปการทดสอบความหยุดนิ่งโดยวิธี ADF ยูนิตรูธ พบว่าตัวแปร Al มีอันดับความหยุดนิ่ง ณ ผลต่างแบบไม่มีฤดูกาลอันดับหนึ่งหรือ I(d) เท่ากับ I(1) นอกจากนี้ยังมีอันดับความหยุดนิ่ง ณ ผลต่างแบบมีฤดูกาลอันดับที่หนึ่งเช่นเดียวกัน หรือ I(D) เท่ากับ I(1) ผลการกำหนดรูปแบบจำลองสรุปได้ว่า ลำดับ AR(p) มีค่าเท่ากับ AR(0) ลำดับ MA(q) มีค่าเท่ากับ MA(0) ลำดับ SAR(P) มีค่าเท่ากับ SAR(1), SAR(2) และลำดับ SMA(Q) มีค่าเท่ากับ SMA(1) มีช่วงฤดูกาลเท่ากับ 12 คาบเวลา ดังนั้นสามารถกำหนดแบบจำลอง SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s เบื้องต้นจากการทดสอบความหยุดนิ่งและการกำหนดรูปแบบจำลองได้เป็น SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(1,1,1)_{12}$ ซึ่งจะต้องนำไปทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2

หลังจากได้รูปแบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(1,1,1)_{12}$ จากขั้นตอนที่หนึ่งแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำแบบจำลองที่กำหนดได้มาทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ อย่างไรก็ตามยังมีแบบจำลองอีกสี่รูปแบบที่สามารถนำมาเป็นแบบจำลองตั้งต้นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เช่นกันคือ SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ SARIMA$(0,1,0)(2,1,0)_{12}$ SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$และ SARIMA$(0,1,0)(0,1,0)_{12}$ รวมทั้งสิ้นหกแบบจำลอง จากนั้นนำทั้งหกตัวแบบมาทำการประมาณค่าด้วยความเป็นไปได้สูงสุด (MLE) โดยพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พารามิเตอร์ที่ผ่านการประมาณค่าด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด และมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แล้วนั้นยังไม่พร้อมสำหรับนำไปใช้พยากรณ์ เนื่องจากค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจมีปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนระหว่างคาบเวลา ซึ่งอาจจะเกิดได้จากการกำหนดรูปแบบจำลองผิดพลาดหรือขาดตัวแปรสำคัญไปในแบบจำลอง ซึ่งจะส่งผลต่อ

ประสิทธิภาพของการพยากรณ์และการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กันของแบบจำลอง (diagnostic checking) เสียก่อนในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3

ทำการตรวจสอบปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กันของแบบจำลองด้วยวิธี Ljung Box Statistics ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่าจากแบบจำลองทั้งหกตัวแบบมีตัวแบบที่ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้พยากรณ์อยู่ 3 ตัวแบบคือ SARIMA$(0,1,0)(1,1,1)_{12}$ SARIMA$(0,1,0)(2,1,0)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(0,1,0)_{12}$ เนื่องจากผลการทดสอบสถิติ z ไม่ให้ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีตัวแบบที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้พยากรณ์อีก 3 ตัวแบบ คือ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$ โดยผลการทดสอบสถิติ z มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงผลตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองในแต่ละแบบในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแปร

Variable	SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$			SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$			SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$		
	Coeffic ient	S.E.	Z	Coeffic ient	S.E.	Z	Coeffic ient	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	
SIC		1502.215			1501.239			1535.299	
r (%)		95.096			94.980			92.318	

หมายเหตุ * หมายถึง นัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด รวมถึงได้แสดงผลการตรวจสอบปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนระหว่างคาบเวลาของตัว

แบบ จากการดำเนินการพบว่าค่าค่าสถิติ Q ของ Ljung-Box จากแบบจำลองทั้งสามตัวแบบมีค่า p-value มากกว่า 0.05 นั่นคือแสดงให้ว่าทราบค่า Q_{LB} ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ สมมติฐานหลักที่ว่าคือตัวแบบจำลองไม่มีปัญหาสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนระหว่างคาบเวลาซึ่งในตารางที่ 4.3 ได้นำเสนอค่า Q_{LB} ที่คาบเวลาที่ 6 และ 12

สำหรับเกณฑ์ในการเลือกใช้แบบจำลอง พิจารณาจากค่า AIC หรือค่า SIC ซึ่งค่าทั้งสองสามารถบอกได้ถึงประสิทธิ์ภาพของแบบจำลองว่าแบบจำลองเหล่านั้นมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์มากหรือน้อยเพียงใด กล่าวคือแบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนของข้อมูลจริงได้ดีเพียงใด เกณฑ์ในการเลือกใช้จะเลือกใช้แบบจำลองจะพิจารณาเลือกแบบจำลองที่มีค่า AIC หรือ SIC ต่ำที่สุด จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่ามีสองแบบจำลองที่มีค่า SIC ใกล้เคียงกันอย่างมากได้แก่ แบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่า AIC พบว่าแบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดจึงพิจารณาใช้แบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ในลำดับต่อไป

โดยสรุปจากผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุด เพื่อหาตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้พยากรณ์ พบว่าตัวแบบที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์คือ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ไม่พบปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันระหว่างคาบเวลา อีกทั้งยังให้ค่า AIC ต่ำที่สุด สามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปสมการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้ดังนี

$\Delta\Delta_{12}\widehat{Al_t}$	=	$-0.297\Delta Al_{t-1} - 0.315\Delta Al_{t-2} - 0.808\varepsilon_{t-12}$		
z		(-2.513) **	(-2.817) ***	(-6.004) ***
AIC / SIC	=	1490.901 / 1502.215		

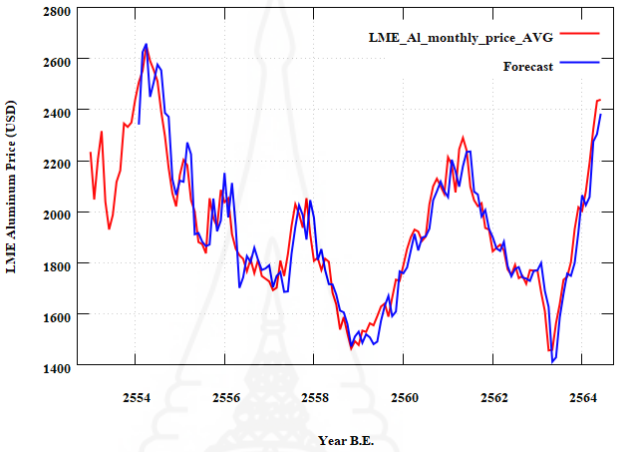
*หมายถึง นัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ขั้นตอนที่ 4

หลังจากที่ได้แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์แล้ว ในขั้นตอนนี้จะนำตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาทำการพยากรณ์โดยจะแบ่งย่อยเป็นสองขั้นตอนคือ (1) พยากรณ์เปรียบเทียบกับค่าจริงในช่วงเวลาที่ศึกษา (2) พยากรณ์ราคาล่วงหน้าออกไปอีก 6 ไตรมาส

(1) ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าจริงในช่วงเวลาที่ศึกษา

ผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมเทียบกับราคาจริงด้วยตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 พบว่าราคาที่ได้จากการพยากรณ์และราคาจริงมีลักษณะการเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกันกัน แสดงในภาพที่ 4.14



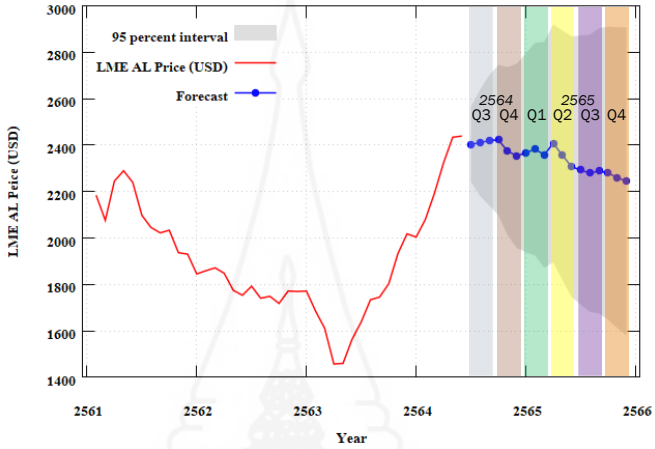
ภาพที่ 4.14 แสดงผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมเทียบกับราคาจริงด้วยตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2564

จากผลการพยากรณ์ข้างต้นสามารถอธิบายประสิทธิภาพของการพยากรณ์ได้โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) กล่าวคือจากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างราคาจริงและราคาพยากรณ์เท่ากับ 0.95096 ซึ่งหมายความว่าราคาจริงมีความสัมพันธ์กับราคาพยากรณ์ถึงร้อยละ 95.096 ซึ่งเป็นผลการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง จากภาพที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่าถ้าหากราคาจริงมีการเพิ่มขึ้นราคาที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย หากราคาจริงมีการลดลงราคาที่ได้จากการพยากรณ์ก็จะลดลงด้วยเช่นกัน

อีกตัวชี้วัดหนึ่งที่นำมาใช้อธิบายประสิทธิภาพของการพยากรณ์นั่นคือค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่บ่งบอกถึงความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ กล่าวคือผลของการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยระหว่างราคาจริงและราคาพยากรณ์เท่ากับ 3.426 หมายความว่าการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองนี้จะมีความคลาดเคลื่อนเพียงร้อยละ 3.426

(2) ผลการพยากรณ์ราคาล่วงหน้า

ทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมล่วงหน้าออกไปอีกหกไตรมาส คือพยากรณ์ตั้งแต่ไตรมาสที่ 3 และ 4 ของปี พ.ศ. 2564 และปี พ.ศ. 2565 ตลอดทั้งปี ด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ แสดงผลการพยากรณ์ของทุกไตรมาสในภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 แสดงผลการพยากรณ์ราคาล่วงหน้าด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ตั้งแต่เดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2565 (18 เดือน)

จากภาพ 4.15 ผลการพยากรณ์พบว่าช่วงไตรมาสที่ 3 (เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน) ของปี พ.ศ. 2564 ราคาอลูมิเนียมลดลงในช่วงแรกของไตรมาสที่ 3 ก่อนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงปลายไตรมาสอย่างไรก็ตามราคาโดยเฉลี่ยของโตรมาสนี้เท่ากับ 2411 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน เพิ่มขึ้นจากไตรมาสที่ 2 ร้อยละ 0.5 เมื่อเปรียบเทียบกับราคาอลูมิเนียมในช่วงไตรมาสที่ 3 ของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2563) พบว่าราคาสูงกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 41.3

จากนั้นราคาปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงไตรมาสสุดท้ายของปีโดยราคาเฉลี่ยของไตรมาสนี้เท่ากับ 2383 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ลดลงจากไตรมาสที่ 3 ร้อยละ 1.2 เมื่อเปรียบเทียบกับราคาอลูมิเนียมในช่วงไตรมาสที่ 4 ของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2563) พบว่าราคาสูงกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 19.5 โดยภาพรวมครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2564 ราคาอลูมิเนียมลดลงจากช่วงกลางปีเล็กน้อยแต่ยังคงสูงกว่า 2300 เหรียญสหรัฐฯต่อตันโดยประมาณ

ต่อมาทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในปี พ.ศ. 2565 พบว่าราคามีการลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีโดยในไตรมาสแรกของปีมีราคาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 2369 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ลดลงเล็กน้อยจากไตรมาสสุดท้ายของปี พ.ศ. 2563 ร้อยละ 0.6 เมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2564 พบว่าราคาสูงกว่าช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2564 ร้อยละ 13.3

ไตรมาสที่ 2 ของ พ.ศ. 2565 ราคายังลดลงจากไตรมาสแรกอีกร้อยละ 0.5 ราคาโดยเฉลี่ยของไตรมาสนี้อยู่ที่ 2357 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน เมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2564) พบว่าพบว่าราคาต่ำกว่าปีก่อนหน้าร้อยละ 1.8

ช่วงครึ่งปีหลังของปี พ.ศ. 2565 ราคาอลูมิเนียมยังลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยไตรมาส 3 และ 4 มีราคาอยู่ที่ 2287 และ 2261 เหรียญสหรัฐฯต่อตันตามลำดับโดยในแต่ละไตรมาสมีราคาต่ำกว่าช่วงไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้า (พ.ศ. 2564) อยู่ประมาณร้อยละ 5

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการศึกษา

การพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมมีความสำคัญต่อภาครัฐในด้านการวางแผนการและกำหนดนโยบายต่าง ๆ เช่น มาตรการทางด้านภาษี มาตรการทางการค้า การสนับสนุนการผลิตและการจ้างงานภายในประเทศ รวมถึงการนำเข้าส่งออก ในด้านความสำคัญต่อภาคเอกชน การพยากรณ์ราคามีประโยชน์ในด้านการวางแผนต้นทุน การวางแผนการนำเข้าวัตถุดิบ การวางแผนด้านการผลิต ตลอดจนการกำหนดเงื่อนไขทางการค้า ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถทำกำไรและแข่งขันทั้งในตลาดในประเทศและต่างประเทศได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์การผลิต การตลาดและการค้าโลก นอกจากนี้ยังต้องการทราบแนวโน้มราคาอลูมิเนียมในอนาคต จึงได้ใช้แนวคิดการพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนคินส์มาทำการคาดการณ์ราคาอลูมิเนียมโดยใช้วิธี SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s สำหรับผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1.1 สถานการณ์การผลิต การตลาดและการค้าอลูมิเนียม

การผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากอุปสงค์ทั่วโลกยังคงสูง โดยเฉพาะจากประเทศจีนซึ่งมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจและประชากรอย่างมาก ทำให้ปัจจุบันประเทศจีนเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคอลูมิเนียมปริมาณมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก นอกเหนือจากประเทศจีนแล้ว ผู้ผลิตอลูมิเนียมจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับและอินเดียก็มีการเพิ่มการผลิตอย่างมากเช่นเดียวกัน โดยในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 มีปริมาณรวมการผลิตอลูมิเนียมปฐมภูมิทั่วโลก 5.74 ล้านตัน มีสัดส่วนการผลิตมาจากประเทศจีนร้อยละ 58 รองลงมาคือผู้ผลิตจากกลุ่มประเทศความร่วมมือแห่งอ่าวอาหรับร้อยละ 9 และ ประเทศกลุ่มเอเชีย(ไม่รวมจีน) ร้อยละ 7 ด้านการผลิตอลูมิเนียมของสหรัฐอเมริกามีแนวโน้มดีขึ้นจากช่วงก่อนหน้านี้ ผลจากใช้มาตรการภายใต้มาตรา 232 โดยรัฐบาลสหรัฐฯ ทำให้การนำเข้าอลูมิเนียมของสหรัฐฯ ลดลงซึ่งส่งผลดีต่อการผลิตและการจ้างงานภายในประเทศ

ด้านการบริโภค ทิศทางการบริโภคอลูมิเนียมทั่วโลกได้รับความนิยมสูงขึ้น โดยมีการนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการขนส่ง อุปกรณ์ไฟฟ้าและ

อิเล็กทรอนิกส์ บรรจุภัณฑ์ ชิ้นส่วนโครงสร้างอาคาร และอื่น ๆ สาเหตุที่อลูมิเนียมได้รับความนิยมเนื่องจากน้ำหนักที่เบาแต่แข็งแรง ขึ้นรูปง่าย นำไฟฟ้าได้ดี และมีความสามารถในการรีไซเคิล

ด้านการตลาดและการค้าสะท้อนให้เห็นได้จากมูลค่าการนำเข้าและการส่งออก จากการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2562 ทวีปเอเชียมีสัดส่วนมูลค่าการนำเข้าสูงที่สุด แต่ถ้าพิจารณาระดับประเทศจะพบว่าประเทศที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงสุดคือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาคือญี่ปุ่น และเนเธอร์แลนด์ ตามลำดับ ในด้านการส่งออกประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ในปี พ.ศ. 2562 ได้แก่ รัสเซีย อินเดีย และแคนาดา ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าค่อนข้างคงที่ในทศวรรษที่ผ่านมาโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 585 ล้านเหรียญสหรัฐฯต่อปี ทางด้านการส่งออกพบว่ามีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุปสงค์อลูมิเนียมโลกสูงขึ้น อย่างไรก็ตามมูลค่าการส่งออกในแต่ละปีมีการแกว่งตัวขึ้นลงไปตามราคาของตลาดโลก โดยในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกอลูมิเนียมกว่า 9.6 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าร้อยละ 22 และเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 ถึงร้อยละ 55

สำหรับสถานการณ์ด้านราคาของอลูมิเนียม จากการศึกษาพบว่าราคาของอลูมิเนียมเคลื่อนไหวไปตามพลวัตของอุปสงค์และอุปทานเป็นหลัก ดังเช่นช่วงหลังไตรมาสที่ 3 ของปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากการคลี่คลายของวิกฤต COVID-19 และการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐทำให้อุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมทั่วโลกสูงขึ้นส่งผลให้ราคาอลูมิเนียมปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามพบว่ายังมีปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากอุปสงค์และอุปทานที่ส่งผลต่อราคาอลูมิเนียมเช่นกัน เช่น ต้นทุนทางพลังงาน ต้นทุนด้านคลังสินค้า ความสามารถในการผลิตและการขนส่งอันเนื่องมาจากฤดูกาล นโยบายการส่งเสริมหรือควบคุมจากภาครัฐ นโยบายด้านภาษี สงครามการค้า ปัญหาทางด้านแรงงาน

1.2 ผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในอนาคต

ข้อมูลทุติยภูมิที่นำมาใช้ในการศึกษานี้คือราคาเฉลี่ยรายเดือนของอลูมิเนียมชนิดปฐมภูมิสัญญาซื้อขายล่วงหน้าประเภทระยะเวลาการชำระเงินแบบซื้อสด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 เป็นจำนวน 138 เดือน รวบรวมข้อมูลจากจากเว็บไซต์ของตลาดโลหะลอนดอน

จากการทดสอบความนิ่งด้วยวิธี ADF ยูนิตรูธ พบว่าข้อมูลมีความหยุดนิ่งที่อันดับผลต่างแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่หนึ่งและมีความหยุดนิ่งที่อันดับผลต่างแบบมีฤดูกาลอันดับที่หนึ่งเช่นเดียวกัน กล่าวคือข้อมูลมีความหยุดนิ่ง ณ อันดับผลต่าง I(d,D) เท่ากับ I(1,1)

ผลการกำหนดรูปแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s โดยการหาลำดับของ AR(p), MA(q), SAR(P) และ SMA(Q) จากการพิจารณาแผนภาพคอร์รีโลแกรม PACF และ ACF พบว่า ลำดับ AR(p) มีค่าเท่ากับ AR(0), MA(q) มีค่าเท่ากับ MA(0), SAR(P) มีค่าเท่ากับ SAR(1), SAR(2) และ SMA(Q) มีค่าเท่ากับ SMA(1) จากนั้นนำรูปแบบที่กำหนดได้ไปประมาณค่าพารามิเตอร์

แบบจำลองที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยการประมาณค่าด้วยวิธีความเป็นไปได้สูงสุดและไม่พบปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์กันของแบบจำลองมีทั้งหมด 3 แบบจำลองคือ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$, SARIMA$(0,1,)(0,1,1)_{12}$ และ SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$ จากนั้นเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดโดยการพิจารณาจากแบบจำลองที่ให้ค่า AIC หรือ SIC ต่ำที่สุดพบว่าแบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ มีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้พยากรณ์

ประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ ประเมินโดยการพยากรณ์เทียบกับราคาจริงเป็นระยะเวลา 125 เดือน ประสิทธิภาพของการพยากรณ์สามารถอธิบายได้จากจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยพบว่าแบบจำลองมีความแม่นยำในการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมถึงร้อยละ 95.096 และมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สามารถอธิบายด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 3.426

ผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนในช่วงครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2564 ด้วยตัวแบบ SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ พบว่า ราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยของไตรมาสที่ 3 เท่ากับ 2411 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ซึ่งลดลงจากไตรมาสก่อนหน้าร้อยละ 0.5 ถัดมาในไตรมาสสุดท้ายของปีราคาลดลงจากไตรมาสที่สามร้อยละ 1.2 โดยมีราคาเฉลี่ยของไตรมาสสุดท้ายเท่ากับ 2383 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน สำหรับในปี พ.ศ. 2565 ราคาอลูมิเนียมยังทิศทางลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกไตรมาส โดยมีราคาเท่ากับ 2369, 2357, 2287 และ 2261 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ในไตรมาสที่หนึ่ง สอง สามและสี่ ตามลำดับ

2. อภิปรายผล

จากการนำแนวคิดของของบ็อกซ์-เจนคินส์มาทำการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในตลาดโลหะลอนดอนโดยใช้แบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$ พบว่าโดยภาพรวมแล้วครึ่งหลังของปี พ.ศ. 2564 ราคาอลูมิเนียมลดลงจากช่วงกลางปีเล็กน้อยโดยยังคงรักษาระดับราคาสูงกว่า 2300 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน กล่าวคือในช่วงไตรมาสที่ 3 และ 4 ของปี พ.ศ. 2564 ราคาอลูมิเนียมมี

แนวโน้มปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับราคากับช่วงเดียวกันของปีก่อนหน้า พบว่ายังอยู่ในระดับสูงกว่า โดยในไตรมาสที่ 3 และ 4 มีราคาสูงว่าไตรมาสเดียวกันของปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 41.3 และ 19.5 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามราคาอลูมิเนียมเฉลี่ยของทั้งปี พ.ศ. 2564 มีราคาเท่ากับ 2321 เหรียญสหรัฐฯต่อตันซึ่งถือว่าเป็นราคาที่สูงที่สุดในรอบ 10 ปี โดยครั้งล่าสุดที่อลูมิเนียมมีราคาสูงกว่า 2300 เหรียญสหรัฐฯต่อตันคือปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 2396.5 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน

สำหรับผลการพยากรณ์ของปี พ.ศ. 2565 นั้นพบว่าทิศทางของราคาอลูมิเนียมปรับตัวลงในปริมาณเล็กน้อยอย่างต่อเนื่องในแต่ละไตรมาส โดยไตรมาสที่หนึ่งถึงสี่มีราคาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2369, 2357, 2287 และ 2261 ตามลำดับ ราคาเฉลี่ยของทั้งปี พ.ศ. 2565 มีราคาเท่ากับ 2319 เหรียญสหรัฐฯต่อตัน ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 เพียงร้อยละ 0.1 ซึ่งนับว่าเป็นช่วงที่อลูมิเนียมมีราคาแพงที่สุดในทศวรรษนี้

ผลการพยากรณ์ราคามีความสอดคล้องกับผลการศึกษาสถานการณ์การผลิต การตลาดและการค้าอลูมิเนียม กล่าวคืออุปสงค์การใช้งานอลูมิเนียมมียังอยู่ในระดับสูงเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจและความต้องการใช้วัสดุที่ตอบสนองต่อกระแสโลกยุคใหม่ที่มุ่งเน้นไปสู่เป้าหมายการสร้างความยั่งยืนทั้งในด้านการผลิต การบริโภค ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอลูมิเนียมมีคุณสมบัติที่สามารถตอบสนองต่อเป้าหมายเหล่านี้ได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ใช้วิธีการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s เพียงวิธีเดียว ดังนั้นจึงไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์เทียบกับเทคนิคการพยากรณ์อื่น ๆ ได้ อีกทั้งการศึกษานี้ยังไม่ได้นำตัวแปรอิสระอื่น ๆ นอกเหนือจากเวลามาคิดในการพยากรณ์ด้วยซึ่งอาจจะมีผลทำให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความต้องการใช้งานวัสดุจากอลูมิเนียมมีแนวโน้มสูงขึ้นทั่วโลก สำหรับประเทศไทยมีการนำเข้าอลูมิเนียมมาแปรรูปทั้งเพื่อใช้งานในประเทศและการส่งออกซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากราคาอลูมิเนียมนั้นอิงตามกลไกของตลาดโลก การเคลื่อนไหวของราคาส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตของผู้ประกอบการและเงื่อนไขการซื้อขาย ตลอดจนกระทบไปถึงมูลค่าการนำเข้าและการส่งออก อีกทั้งสถานการณ์การผลิตและการค้าโลกนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นหน่วยงานที่

เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและหน่วยงานเอกชนควรมีการติดตามสถานการณ์การผลิต การตลาด การค้า และการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมอย่างใกล้ชิด เพื่อที่จะกำหนดทิศทางการบริหารจัดการ วางกลยุทธ์ กำหนดกฎระเบียบเพื่อส่งเสริม รักษา ปกป้อง กำกับดูแลผลประโยชน์ทางการผลิตและการค้าของประเทศไทย การดำเนินนโยบายอย่างรอบคอบนั้นจะช่วยให้อุตสาหกรรมอลูมิเนียมของประเทศไทยมีมีศักยภาพในการแข่งขันกับนานาประเทศ สร้างมูลค่าเพิ่มทางการตลาด เพิ่มความสามารถในการต่อยอดนวัตกรรมและร่วมขับเคลื่อนเศรษฐกิจประเทศสู่สากลได้

เนื่องจากผลการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมในระยะ 6 ไตรมาสล่วงหน้าพบว่าทิศทางของราคาอลูมิเนียมกำลังปรับตัวในทิศทางลดลงและจะลดลงอีกอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบธุรกิจอลูมิเนียม ได้แก่ (1) ด้านการนำเข้าอลูมิเนียมปฐมภูมิ ควรชะลอการนำเข้าในช่วงไตรมาสที่ 3 ของปี พ.ศ. 2564 ออกไปก่อนเนื่องจากราคายังมีโอกาสลดลงไปอีก สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมคือไตรมาสที่ 4 ของปี พ.ศ. 2564 และตั้งแต่ช่วงกลางของไตรมาสที่ 2 ของปี พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป (2) ด้านการวางแผนปริมาณสำรองวัตถุดิบอลูมิเนียมคงคลัง ควรวางแผนให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการนำเข้าอลูมิเนียมที่อาจจะเพิ่มมากขึ้นเพื่อสำรองไว้ใช้ในระยะยาว ดังนั้นควรมีการจัดการพื้นที่จัดเก็บและควบคุมการเบิกจ่ายอย่างเหมาะสม (3) ด้านการวางแผนการผลิต ควรเพิ่มกำลังการผลิตในช่วงที่ต้นทุนวัตถุดิบต่ำจากนั้นเก็บสำรองผลิตภัณฑ์ไว้ขายในช่วงที่ราคาอลูมิเนียมปรับตัวสูงขึ้นก็จะมีโอกาสทำกำไรได้มากขึ้น

3.2 สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

เนื่องจากการพยากรณ์ราคาอลูมิเนียมด้วยแนวคิดของบ็อกซ์-เจนคินส์นั้น เป็นการพยากรณ์พฤติกรรมของราคาที่จะเกิดในอนาคตโดยอาศัยเพียงข้อมูลราคาที่เคยเกิดในอดีตดังนั้นผลการพยากรณ์อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบกันของหลาย ๆ แบบจำลองเพื่อศึกษาว่าแบบจำลองใดที่มีประสิทธิภาพหรือมีความแม่นยำที่สุด นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าราคาอลูมิเนียมนั้นเคลื่อนไหวไปตามอุปสงค์และอุปทานเป็นหลักแต่ก็ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการที่สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาได้ จึงควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัจจัยอิสระที่มีอิทธิผลต่อการเคลื่อนไหวของราคาอลูมิเนียมนอกเหนือจากภาวะอุปสงค์และอุปทานด้วย เช่น อัตราแลกเปลี่ยน ราคาน้ำมัน และค่าระวางพาหนะ เป็นต้น โดยอาจมีการนำปัจจัยอิสระที่มีอิทธิผลต่อราคาอลูมิเนียมนั้นมาทำการพยากรณ์ร่วมกับปัจจัยด้านเวลาด้วย เช่น วิธี SARIMAX ซึ่งอาจจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อีกแนวทางหนึ่ง อาจเพิ่มศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของราคาอลูมิเนียมหลาย ๆ สัญญาซื้อขาย เช่น ราคาซื้อสด ราคาล่วงหน้าสามเดือน ราคาล่วงหน้าสิบห้าเดือน และราคาอลูมิเนียมสัญญาพิเศษสำหรับอเมริกาเหนือ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกพร ชัยประสิทธิ์ (2559). ทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศ. *วารสารวิชาการตลาดและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,* 3(2), 1-12.

จรินทร์ ชลไพศาล และคณะ (2551). *รายงานวิชาการ: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการซื้อขายโลหะของ London Metal Exchange (LME).* กรุงเทพฯ: กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่.

ชยันต์ ตันติวัสดาการ. (2561). *ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ขั้นสูง*. ใน *ประมวลสาระชุดทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ขั้นสูง*. (หน่วยที่ 1, น.1-74). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชนงกรณ์ กุณฑลบุตร. (2015). *ทฤษฎีการค้าระหว่างประเทศ.* สืบค้นจาก http://203.158.98.12/chanongkorn/ 2015-3-ch-4-internationalbusinessadministration % C2%99.pdf

ถนอมศิลป์ จันคณากิติกุล และเกรียงไกร นามมัย. (2561). การประยุกต์ทฤษฎีเพื่อการลงทุนระหว่างประเทศ. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,* 5(1), 249-258.

ธนาคารยูไนเต็ด โอเวอร์ซีส์ จำกัด. (2562). อลูมิเนียม-โลหะสู่ความก้าวหน้า. *มุมมองอุตสาหกรรม.* สืบค้นจาก https://www.uobgroup.com/industry-insights-th/industrials/aluminium-the-metal-progress.page

ธีรพันธุ์ พิมพ์ทอง. (2563, 6 ธันวาคม). 'อะลูมิเนียม' ทางเลือกใหม่กับอุตสาหกรรมรักษ์โลก. *ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์.* สืบค้นจาก https://www.prachachat.net/columns/news-567500

นิฐิตา เบญจมสุทิน และนงนุช พันธกิจไพบูลย์. (2548). *เศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพันธ์ เศวตนันทน์ และไพศาล เล็กอุทัย. (2560). *หลักเศรษฐศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์. (2564). *ต้นทุนอ่วม ส.อ.ท. ชี้เทรนด์ราคา "อะลูมิเนียม" ขาขึ้นอีก 2 ปี.* สืบค้นจาก https://www.prachachat.net/economy/news-684319

ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์. (2563). *หวั่นจีนลงทุน "หลอมอะลูมิเนียม" กระทบไทย.* สืบค้นจาก https://www.prachachat.net/economy/news-509060

ปรัชญ์ ปราบปรปักษ์. (2554). *เศรษฐศาสตร์ขั้นกลาง: ฉบับสังเขป*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปิยะศิริ เรืองศรีมั่น. (2559). *เศรษฐศาสตร์การจัดการและการประยุกต์*. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาเศรษฐศาสตร์การจัดการและการประยุกต์*. (หน่วยที่ 2, น.1-93). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พอพันธ์ อุยยานนท์. (2562). *แนวคิดเศรษฐศาสตร์จากอดีตสู่ปัจจุบัน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พนิดา ณ ลำเลียง. (2014). *การวิเคราะห์ปัญหาการส่งออกชะลอตัวของประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 2000 - 2013* (รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ไพศาล เรืองฤทธิ์ และเฉลิมพล จตุพร. (2563). การพยากรณ์ราคาทุเรียนในประเทศและราคาทุเรียนส่งออกของประเทศไทย. *วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยแม่โจ้,* 2(2), 19-31.

ภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์. (2562). *การวิเคราะห์อนุกรมเวลาสำหรับเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัคจิรา ทวีกาญจน์. (2563). การวิเคราะห์ศักยภาพทางการแข่งขันน้ำตาลทรายของไทยในตลาดอาเซียน. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม,* 15(2), 72-80.

รัฐวิชญ์ จิวสวัสดิ์. (2561). *ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ขั้นสูง*. ใน *ประมวลสาระชุดทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ขั้นสูง*. (หน่วยที่ 2, น.1-80). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

วรางคณา เรียนสุทธิ์. (2562). การพยากรณ์ราคาพริกไทยดำ. *RMUTP Research Journal,* 13(2), 93-105.

วริษา กังสวัสดิ์. (2555). การค้าระหว่างประเทศ: การพัฒนาและการเติบโต. *วารสารปัญญาภิวัฒน์,* 4 (1), 78-88.

วสันต์ ภูวภัทรพร. (2562). *ประวัติลัทธิเศรษฐกิจ*. สืบค้นจาก http://www.eco.ru.ac.th/images/document/studentinfo/eco2104.pdf

สถาบันเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. (2557). *รายงานฉบับสมบูรณ์: การสำรวจสถานภาพอุตสาหกรรมโลหะนอกกลุ่มเหล็ก (non-ferrous metals)* อลูมิเนียม. กรุงเทพฯ: สถาบันเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

สุรีย์พร พานิชอัตรา. (2557). *เอกสารคำสอนรายวิชาเศรษฐศาสตร์ระหว่างประเทศ.* สืบค้นจาก http://www.academy.rbru.ac.th/uploadfiles/books/58-2018-08-24-10-47-45.pdf.

อุดมศักดิ์ ศีลประชาวงศ์ และ เฉลิมพล จตุพร. (2561). *การวิเคราะห์เชิงปริมาณและการวิจัยสำหรับนักเศรษฐศาสตร์*. ใน *ประมวลสาระชุดการวิเคราะห์เชิงปริมาณและการวิจัยสำหรับนักเศรษฐศาสตร์*. (หน่วยที่ 12, น.1-50). นนทบุรี:มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เอกจิตต์ จึงเจริญ. (2560). *การพยากรณ์ทางธุรกิจ (Business Forecasting)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Allied market research. (December 2019). *Aluminum Market Outlook – 2026.* Retrieved from https://www.alliedmarketresearch.com/aluminium-market.

Ashkenazi, D. (2019). How aluminum changed the world: A metallurgical revolution through technological and cultural perspectives. *Technological Forecasting and Social Change,* 143, 101-113.

Chen, W. Q., & Shi, L. (2012). Analysis of aluminum stocks and flows in mainland China from 1950 to 2009: exploring the dynamics driving the rapid increase in China's aluminum production. *Resources, Conservation and Recycling*, 65, 18-28.

DE CASTRO, J. B. B., DE ARAUJO, A. C., & MONTINI, A. D. A. (2013). Comparative Modeling Assessment of Aluminum Price Forecast.

Dooley, G., & Lenihan, H. (2005). An assessment of time series methods in metal price forecasting. *Resources Policy*, 30(3), 208-217.

Dudin, M. N., Voykova, N. A., Frolova, E. E., Artemieva, J. A., Rusakova, E. P., & Abashidze, A. H. (2017). Modern trends and challenges of development of global aluminum industry. *Metalurgija,* 56(1-2), 255-258.

Gujarati, D. N. and Porter, D. C. (2009). *Basic Econometrics*. (5th edition) New York: McGraw-Hill.

IIFL (February, 2020). Global Aluminium Market Surplus Jumps Nearly Six Times In 2019. *Commodities Buzz.* Retrieved from https://www.indiainfoline.com/articleamp/capital-market-commodity-futures-mid-session-commentary/commodities-buzz-global-aluminium-market-surplus-jumps-nearly-six-times-in-2019-120022000352_1.html

Kriechbaumer, T., Angus, A., Parsons, D., & Casado, M. R. (2014). An improved wavelet–ARIMA approach for forecasting metal prices. *Resources Policy*, *39*, 32-41.

London Metal Exchange. (2020). *Guide to the London Metal Exchange: Setting the global standard,* (pp. 1-18). Retrieved from https://www.lme.com/-/media/Files/ Education -and-events/Online-resources/Brochures/LME-guides/Detailed-Guide-to-the-LME. pdf?la=en-GB

London Metal Exchange. (2019). *LME Aluminum factsheet: Setting the global standard,* (pp. 1-6). Retrieved from https://www.lme.com/-/media/Files/Education-and-events/ Online- resources/Brochures/LME-guides/Detailed-Guide-to-the-LME.pdf?la=en-GB

London Metal Exchange. (2010). *Special Contract Rules for High Grade Primary Aluminium Quality: In conformance with either of the following specifications (A) and (B),* (pp. 1-3). Retrieved from https://www.lme.com/-/media/Files/Trading/Brands/Chemical-composition/Non-ferrous/Chemical-composition-Aluminium.pdf

Lu, L. L., Ma, X., Wang, Y. X., & Yu, G. B. (2012). Lead price forecasting based on ARIMA model. In *Advanced Materials Research* (Vol. 488, pp. 1582-1586). Trans Tech Publications Ltd.

Ru, Y., & Ren, H. J. (2012). Application of ARMA model in forecasting aluminum price. In *Applied mechanics and materials* (Vol. 155, pp. 66-71). Trans Tech Publications Ltd.

Sutthichaimethee, J. (2011). Application of ARIMA model for research. *Suthiparithat Journal*, 25(76), 101-120.

Sverdrup, H. U., Ragnarsdottir, K. V., & Koca, D. (2015). Aluminium for the future: Modelling the global production, market supply, demand, price and long term development of the global reserves. Resources, Conservation and Recycling, 103, 139-154.

Trefis team. (2019). *Aluminum Prices: 15-Year Price Analysis and Production-Demand-GDP Dynamics.* Retrieved from https://www.forbes.com/sites/greatspeculations /2019/ 11/05/ aluminum-prices-15-year-price-analysis-and-production-demand-gdp-dynamics/?sh=2cf042621dad

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

Weng, Y. C., & Shy, J. W. (2010). The comparison of the forecasting models of the raw material futures' prices. Journal of Information and Optimization Sciences, 31(1), 129-145.

World Bureau of Metal Statistics. (2016). *WBMS: January to September 2016 metals balances.* Retrieved from https://www.capitalstars.com/world-bureau-metal-statistics -wbms-published-metals-balances-report/

World Bureau of Metal Statistics. (2017). *WBMS: January to September 2017 metals balances.* Retrieved from https://news.metal.com/newscontent/100767588/WBMS:-January-to-September-2017-METALS-BALANCES/

World Bureau of Metal Statistics. (2018). *WBMS: January to September 2018 metals balances.* Retrieved from https://www.slideshare.net/ChrisHelweg/world-bureau-of-metal-statistics-press-release

World Bureau of Metal Statistics. (2020). *Press Release: January to September 2020 metals balances.* Retrieved from https://www.alcircle.com/metal statistics/activitiesdetail/ news/1253/press-release-january-to-september-2020-metals-balances

World Bank. (2009). A Companion to Global Development Finance 2009. *Global Commodity Markets Review and price forecast,* (pp. 8). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/21550/938920WP0GCM2009Sep0Box385381B00PUBLIC0.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank. (2010). A Companion to Global Development Finance 2010. *Global Commodity Markets Review and price forecast,* (pp. 10). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27846/777820WP0Box37000GDF0Jan20100GEPweb.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank. (2011). Global Economic Prospects January 2011. *Global Economic Prospects,* (Vol.2, pp. 57-59). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/ handle/10986/12102/GEP2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank. (2011). Global Economic Prospects June 2011. *Global Economic Prospects,* (Vol.3, pp. 51-65). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/ bitstream/ handle/10986/12103/GEP3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank. (2012). Global Economic Prospects January 2012. *Global Economic Prospects,* (Vol.4, pp. 63-65). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/ handle/ 10986/12105

World Bank. (2012). Global Economic Prospects June 2012. *Global Economic Prospects,* (Vol.5, pp. 72). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org /handle/ 10986/12106

World Bank. (2013). Global Economic Prospects January 2013. *Commodity Market Outlook,* (Vol.6, pp. 8-10). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/handle/ 10986/12123

World Bank. (2013). Global Economic Prospects July 2013. *Commodity Market Outlook,* (Vol.2, pp. 8-9). Retrieved from https://documents1.worldbank.org/curated/en/ 124101468151782074/pdf/Commodity-markets-outlook-July-2013.pdf

World Bank. (2013). Global Economic Prospects October 2013. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 6). Retrieved from https://documents1.worldbank.org/curated/en/ 918611468332346121/pdf/Commodity-markets-outlook-October-2013.pdf

World Bank. (2015). Special focus: How important are China and India in global commodity consumption July 2015. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 9-11). Retrieved from https://thedocs.worldbank.org/en/doc/716291444853736301-0050022015/original/ CMOJuly2015FeatureChinaIndia.pdf

World Bank. (2018). The implications of tariffs for commodity markets. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 4-6). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/handle/ 10986/30614

World Bank. (2018). Special focus: The Changing of the Guard: Shifts in Industrial Commodity Demand. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 11-19). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30614

World Bank. (2019). Special focus: The Role of Substitution in Commodity Demand. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 8-15). Retrieved from https://openknowledge. worldbank.org/handle/10986/32633

World Bank. (2020). Persistence of commodity shocks. *Commodity Markets Outlook,* (pp. 8-15). Retrieved from https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/ 34621/CMO-October-2020.pdf?sequence=7&isAllowed=y

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การทดสอบความหยุดนิ่งโดยวิธี ADF ยูนิตรูธ

การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ที่ระดับปกติของข้อมูล

```
Augmented Dickey-Fuller test for LME_Al_monthly_price_AVG
testing down from 13 lags, criterion BIC
sample size 137
unit-root null hypothesis: a = 1

  test without constant
  including 0 lags of (1-L)LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): 3.57039e-005
  test statistic: tau_nc(1) = 0.00991509
  asymptotic p-value 0.6859
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.154

  test with constant
  including one lag of (1-L)LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
  estimated value of (a - 1): -0.0438327
  test statistic: tau_c(1) = -1.66714
  asymptotic p-value 0.4481
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.041

  with constant and trend
  including 0 lags of (1-L)LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.0285165
  test statistic: tau_ct(1) = -0.99258
  asymptotic p-value 0.9435
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.162
```

การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ที่ผลต่างแบบ**ไม่มีฤดูกาล**อันดับที่หนึ่ง

```
Augmented Dickey-Fuller test for d_LME_Al_monthly_price_AVG
testing down from 13 lags, criterion BIC
sample size 136
unit-root null hypothesis: a = 1

  test without constant
  including 0 lags of (1-L)d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.845777
  test statistic: tau_nc(1) = -10.1445
  asymptotic p-value 7.754e-020
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.045

  test with constant
  including 0 lags of (1-L)d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.846352
  test statistic: tau_c(1) = -10.1177
  asymptotic p-value 1.39e-019
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.045

  with constant and trend
  including 0 lags of (1-L)d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.856264
  test statistic: tau_ct(1) = -10.1502
  asymptotic p-value 2.101e-020
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.046
```

การทดสอบความนิ่งของข้อมูล ที่ผลต่างแบบ**มีฤดูกาล**อันดับที่หนึ่ง

```
Augmented Dickey-Fuller test for sd_d_LME_Al_monthly_price_AVG
testing down from 13 lags, criterion BIC
sample size 124
unit-root null hypothesis: a = 1

  test without constant
  including 0 lags of (1-L)sd_d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.844055
  test statistic: tau_nc(1) = -9.62912
  asymptotic p-value 1.97e-018
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.013

  test with constant
  including 0 lags of (1-L)sd_d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.845075
  test statistic: tau_c(1) = -9.59074
  asymptotic p-value 6.706e-018
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.014

  with constant and trend
  including 0 lags of (1-L)sd_d_LME_Al_monthly_price_AVG
  model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
  estimated value of (a - 1): -0.865082
  test statistic: tau_ct(1) = -9.77762
  asymptotic p-value 6.552e-019
  1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.014
```

ภาคผนวก ข

การประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบ SARIMA ด้วยวิธี MLE และ
การตรวจสอบปัญหา Autocorrelation

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบ SARIMA ด้วยวิธี MLE

แบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(2,1,1)_{12}$

Model 3: ARIMA, using observations 2554:02-2564:06 (T = 125)
Dependent variable: (1-L)(1-Ls) LME_Al_monthly_price_AVG
Standard errors based on Hessian

	Coefficient	*Std. Error*	*z*	*p-value*	
Phi_1	−0.297085	0.118221	−2.513	0.0120	**
Phi_2	−0.315786	0.112103	−2.817	0.0048	***
Theta_1	−0.808912	0.134727	−6.004	<0.0001	***

Mean dependent var	5.366218	S.D. dependent var	120.8472
Mean of innovations	5.525699	S.D. of innovations	82.61983
R-squared	0.904321	Adjusted R-squared	0.902752
Log-likelihood	−741.4507	Akaike criterion	1490.901
Schwarz criterion	1502.215	Hannan-Quinn	1495.497

	Real	*Imaginary*	*Modulus*	*Frequency*
AR (seasonal)				
Root 1	-0.4704	-1.7162	1.7795	-0.2926
Root 2	-0.4704	1.7162	1.7795	0.2926
MA (seasonal)				
Root 1	1.2362	0.0000	1.2362	0.0000

ผลการตรวจสอบปัญหา Autocorrelation

Residual autocorrelation function
***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
using standard error 1/T^0.5

LAG	ACF	PACF	Q-stat. [p-value]
1	0.1389	0.1389	
2	-0.0244	-0.0445	
3	0.0964	0.1084	
4	0.0048	-0.0271	3.7579 [0.053]
5	0.0322	0.0454	3.8947 [0.143]
6	0.0279	0.0052	3.9986 [0.262]
7	-0.0570	-0.0582	4.4361 [0.350]
8	-0.0158	-0.0044	4.4701 [0.484]
9	0.0786	0.0757	5.3158 [0.504]
10	-0.0503	-0.0663	5.6652 [0.579]
11	-0.0052	0.0207	5.6690 [0.684]
12	0.1034	0.0875	7.1713 [0.619]

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบ SARIMA ด้วยวิธี MLE

แบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(0,1,1)_{12}$

Model 4: ARIMA, using observations 2554:02-2564:06 (T = 125)
Dependent variable: (1-L)(1-Ls) LME_Al_monthly_price_AVG
Standard errors based on Hessian

	Coefficient	*Std. Error*	*z*	*p-value*	
Theta_1	−1.00000	0.162992	−6.135	<0.0001	***

Mean dependent var	5.366218	S.D. dependent var	120.8472
Mean of innovations	4.666852	S.D. of innovations	83.97761
R-squared	0.902115	Adjusted R-squared	0.902115
Log-likelihood	−745.7910	Akaike criterion	1495.582
Schwarz criterion	1501.239	Hannan-Quinn	1497.880

	Real	*Imaginary*	*Modulus*	*Frequency*
MA (seasonal)				
Root 1	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000

ผลการตรวจสอบปัญหา Autocorrelation

Residual autocorrelation function
***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
using standard error 1/T^0.5

LAG	ACF	PACF	Q-stat.	[p-value]
1	0.1420	0.1420		
2	0.0165	-0.0037	2.6177	[0.106]
3	0.1125	0.1129	4.2638	[0.119]
4	0.0357	0.0040	4.4309	[0.219]
5	0.0345	0.0302	4.5888	[0.332]
6	0.0188	-0.0023	4.6361	[0.462]
7	-0.0127	-0.0195	4.6580	[0.588]
8	0.0412	0.0402	4.8882	[0.674]
9	0.0589	0.0458	5.3624	[0.718]
10	0.0083	-0.0029	5.3720	[0.801]
11	-0.0266	-0.0361	5.4707	[0.858]
12	-0.0035	-0.0067	5.4724	[0.906]

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปแบบ SARIMA ด้วยวิธี MLE

แบบจำลอง SARIMA$(0,1,0)(1,1,0)_{12}$

Model 5: ARIMA, using observations 2554:02-2564:06 (T = 125)
Dependent variable: (1-L)(1-Ls) LME_Al_monthly_price_AVG
Standard errors based on Hessian

	Coefficient	*Std. Error*	*z*	*p-value*	
Phi_1	−0.488316	0.0855540	−5.708	<0.0001	***

Mean dependent var	5.366218	S.D. dependent var	120.8472
Mean of innovations	4.337640	S.D. of innovations	106.7569
R-squared	0.852253	Adjusted R-squared	0.852253
Log-likelihood	−762.8211	Akaike criterion	1529.642
Schwarz criterion	1535.299	Hannan-Quinn	1531.940

	Real	*Imaginary*	*Modulus*	*Frequency*
AR (seasonal)				
Root 1	-2.0479	0.0000	2.0479	0.5000

ผลการตรวจสอบปัญหา Autocorrelation

```
Residual autocorrelation function
***, **, * indicate significance at the 1%, 5%, 10% levels
using standard error 1/T^0.5

  LAG      ACF          PACF        Q-stat. [p-value]

    1   0.1428        0.1428
    2   0.0495        0.0297         2.9261  [0.087]
    3   0.1241        0.1155         4.9308  [0.085]
    4   0.0753        0.0428         5.6742  [0.129]
    5   0.0241        0.0011         5.7508  [0.219]
    6  -0.0236       -0.0453         5.8253  [0.324]
    7   0.0335        0.0295         5.9764  [0.426]
    8   0.1229        0.1150         8.0269  [0.330]
    9   0.0317        0.0071         8.1645  [0.418]
   10   0.0818        0.0717         9.0884  [0.429]
   11  -0.0172       -0.0704         9.1295  [0.520]
   12  -0.1227       -0.1429        11.2453  [0.423]
```

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายอภิวัฒน์ ทีปรักษพันธุ์
วัน เดือน ปีเกิด	17 พฤศจิกายน 2531
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	ประถม โรงเรียนอรุณวิทยา
	มัธยมต้น โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เพชรบุรี
	มัธยมปลาย โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี
	อุดมศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมวัสดุ
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถานที่ทำงาน	บริษัท ยูเอซีเจ (ประเทศไทย) จำกัด
	อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง
ตำแหน่ง	รองผู้จัดการ ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ 3, แผนกรับประกันคุณภาพ