



การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นโดยการเปรียบเทียบ ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

Forecasting the export value of concentrated latex by Simple Seasonal Exponential Smoothing method and Box-Jenkins method

สุริรัตน์ อนูเพ็ญ¹ กิตติ พูลเกษม¹ ธนวรรณ รุ่งสุข¹ และ บุรณพิภพ ท้าววรรณชาติ¹
¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นโดยการเปรียบเทียบด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) และ 2. เพื่อหาสมการพยากรณ์ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทย

โดยผู้วิจัยได้เลือกเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error : MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุด โดยศึกษาข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นตั้งแต่เดือน ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 เพื่อพยากรณ์หามูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นในเดือนถัดไป ผลการวิจัยพบว่า การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (MAPE : 10.806) มีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลดังกล่าว เนื่องจากให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ต่ำกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (MAPE : 11.411) และได้ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย คือ

$$\hat{Y}_t = 0.6000012Y_t + 0.3999988(a_{t-1} + \hat{S}_{t-12})$$

ซึ่งตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้จะเป็นเพียงแนวทางในการพยากรณ์ที่เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปใช้สำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ : การพยากรณ์ มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้น วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย บ็อกซ์-เจนกินส์

ABSTRACT

This research is to Forecasting the export value of concentrated latex by Simple Seasonal Exponential Smoothing method and Box-Jenkins method. The a purpose is 1.To compare Simple Seasonal Exponential Smoothing method and Box-Jenkins method. And 2. to find the prediction equation.

The authors chose to compare forecasting two methods are Simple Seasonal Exponential Smoothing method and Box-Jenkins method. This was setermind from the mean absolute percent error (MAPE) with the lowest value. By studying the export value of concentrated latex from January 2007 – June 2020, to forecasting the export value of full latex in the following months. The result show that Simple Seasonal Exponential Smoothing method (MAPE : 10.806) is the most suitable for this time series, since gave MAPE lower value than Box-Jenkins method (MAPE : 11.411). Which the forecasting Simple Seasonal Exponential Smoothing method model is



$$\hat{Y}_t = 0.6000012Y_t + 0.3999988(a_{t-1} + \hat{S}_{t-12})$$

The resulting forecast equation guideline obtain a suitable forecast and easy to implement for forecasting the future export value of Thailand's latex.

Keywords : Forecasting Latex Export Value Simple Seasonal Exponential Smoothing method
Box-Jenkins method.

บทนำ

ในช่วงต้นปี 2562 นักวิเคราะห์หลายสำนักต่างคาดการณ์ว่าเศรษฐกิจไทยจะเติบโตได้ประมาณร้อยละ 4 หรืออยู่ในช่วงระดับศักยภาพ แต่ผลกระทบจากภาวะกีดกันทางการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกากับจีนส่งผลกระทบต่อปริมาณการค้าโลกมากกว่าที่หลายฝ่ายประเมินกันไว้ ทำให้ภาคการส่งออกของไทยหดตัวจากเดิมที่คาดว่าจะขยายตัวส่งผลกระทบต่อรายได้และการจ้างงานในประเทศชัดเจนขึ้น จนทำให้เศรษฐกิจไทยปิดท้ายปี 2562 กลับกลายเป็นขยายตัวต่ำกว่าระดับศักยภาพ

ช่วงปี 2563 เศรษฐกิจไทยเปิดศักราชใหม่ด้วยความหวังว่าเศรษฐกิจจะกลับมาขยายตัวดีกว่าปี 2562 ทำให้เศรษฐกิจไทยมีแนวโน้มจะชะลอตัวและต่ำกว่าระดับศักยภาพต่ออีกปี เนื่องจากยังไม่พ้นข้ามเดือนแรกของปีก็เกิดภาวะการระบาดของไวรัสโควิด-19 ในหลายประเทศโดยเฉพาะจีน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการค้าเงินธุรกิจและการจ้างงานของภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับภาคการท่องเที่ยวจำนวนมาก ต้องยอมรับว่าเศรษฐกิจไทยปี 2563 ยังคงเป็นอีกปีที่เติบโตต่ำกว่าระดับศักยภาพโดยมีปัจจัยฉุดรั้งสำคัญคือปัจจัยชั่วคราวแต่รุนแรง ได้แก่ การระบาดของไวรัสโควิด-19 ปัญหาภัยแล้ง และพ.ร.บ. งบประมาณฯ ที่ล่าช้า นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีปัจจัยเชิงโครงสร้างที่เป็นปัญหาเรื้อรังมานาน ดังนั้นการจะแก้ไขให้เศรษฐกิจไทยกลับมาขยายตัวที่ระดับศักยภาพได้อีกครั้งคงไม่สามารถพึ่งพาการกระตุ้นผ่านมาตรการการคลังระยะสั้นหรือการใช้นโยบายการเงินที่มีประสิทธิผลจำกัด เศรษฐกิจไทยต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนเพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันให้พร้อมเมื่อเศรษฐกิจโลกกลับมาฟื้นตัวอีกครั้งและปัจจัยลบชั่วคราวหมดไป มิเช่นนั้นแล้วเศรษฐกิจไทยจะเติบโตต่ำกว่าระดับศักยภาพไปอีกหลายปี ซึ่งการเติบโตของเศรษฐกิจไทยนั้น ส่วนหนึ่งมาจากมูลค่าการส่งออกสินค้าของไทยด้วย (BOT พระสยาม Magazine ฉบับที่ 1, 2563) สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ได้รายงานข้อมูลการส่งออกสินค้าของไทยในไตรมาสที่ 1 ปี พ.ศ.2563 โดยข้อมูลระบุว่า สินค้าส่งออก 10 อันดับแรกของไทย ได้แก่ 1. รถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ , 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ และส่วนประกอบ , 3. ทองคำ , 4. ผลิตภัณฑ์ยาง , 5. เม็ดพลาสติก , 6. เครื่องจักรกลและส่วนประกอบ , 7. น้ำมันสำเร็จรูป , 8. เคมีภัณฑ์ , 9. เครื่องปรับอากาศและส่วนประกอบ และ 10. แผงวงจรไฟฟ้า เป็นต้น (สำนักข่าวอีไฟแนนซ์ไทย ,2562)

จากผลการรายงานข้อมูลการส่งออกสินค้าของไทย จะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ยางเป็นอันดับ 4 ของสินค้าส่งออกในไทย เนื่องจากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง พบว่ามีเกษตรกรตลอดจนผู้ทำธุรกิจเกี่ยวข้องกับยางพาราประมาณ 1 ล้านครอบครัว จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ล้านคน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก นับตั้งแต่ พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา ซึ่งยางพาราสามารถทำรายได้เข้าประเทศได้ปีละกว่า 400,000 ล้านบาท แต่การส่งออกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบวัตถุดิบแปรรูปขั้นต้น ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มต่ำ เช่น ยางแผ่นรมควันชั้นที่ 1 ถึง ชั้นที่ 5 , ยางแผ่นผึ่งแห้ง , ยางแผ่นไม่รมควัน , ยางแท่ง และน้ำยางข้น ทำให้มีผลต่อการสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศและการยกระดับรายได้ของเกษตรกรไม่มากเท่าที่ควร และหากเรื่องนี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะส่งผลดีต่อประเทศและเกษตรกรชาวสวนยางพาราอย่างมหาศาล ดังนั้น ยางพาราก็ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการส่งเสริมอาชีพและมีโอกาสในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งทำให้ประเทศไทยมีจุดแข็งและจุดอ่อน ดังนี้ (Rubber Int.Unit ,2560)

จุดแข็งและโอกาส คือ ไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางแปรรูปขั้นต้นอันดับ 1 ของโลก อีกทั้งยางพาราไทยมีคุณภาพและมาตรฐานสูง ซึ่งเป็นที่ยอมรับระดับโลก ทั้งนี้ไทยมีหน่วยงานกำกับดูแลและส่งเสริมอุตสาหกรรมยางอย่างครบวงจร เกษตรกรและผู้ประกอบการยางพาราไทยมีความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์สูง ที่สำคัญยางพารายังเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางอย่างมาก เช่น ยางล้อ ถุงมือยาง เป็นต้น



จุดอ่อน/ปัญหาและอุปสรรค คือ ไทยยังมีการพึ่งพาการส่งออกยางพาราเป็นหลัก เมื่อเศรษฐกิจโลกชะลอตัว เช่น ปัญหาสงครามทางการค้า ส่งผลกระทบต่อส่งออกไปตลาดหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีน พบว่าราคายางพาราอ้างอิงจากตลาดซื้อขายล่วงหน้าในต่างประเทศเป็นหลัก ซึ่งไม่สะท้อนกับความเป็นจริงและราคายางพารานั้นยังอ้างอิงจากราคาน้ำมันโลกด้วย จึงเกิดความผันผวนของราคาสูงและอยู่เหนือการควบคุมได้ อีกทั้งต้นทุนการผลิตและการส่งออกไทยสูงกว่าคู่แข่ง (ต้นทุนแรงงานและพลังงาน)

จากจุดแข็ง - จุดอ่อนที่กล่าวมานั้น จึงต้องมีการคาดการณ์ผลผลิตและมูลค่าการส่งออก เพื่อดูแลแนวโน้มหรือรูปแบบต่าง ๆ ในอนาคต ดังนั้น การพยากรณ์จึงมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากในการวางแผนและการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ซึ่ง (วรารุทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล , 2548) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดนครราชสีมา ด้วยการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ , วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ และวิธีการพยากรณ์ของบอซซ์-เจนกินส์ พบว่า วิธีการพยากรณ์ของบอซซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากที่สุด รองลงมาคือวิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ และวิธีแยกส่วนประกอบตามลำดับ , (ลิธธา แก้วแปงจันทร์,เสมอแห สมหอม และลำปาง แสนจันทร์ , 2553) ศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยวิธีผสมของวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ และวิธีขั้นตอนอณานิคมผึ้ง พบว่าผลการวิจัยพบว่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ มีจำนวนพารามิเตอร์มากขึ้น ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีค่าน้อยลง , (จารุต์ม อักษร และวิภาวี ธรรมาภรณ์พลาศ , 2555) ศึกษาการเลือกวัตถุดิบและการจัดสรรการผลิตสำหรับกระดาษบรรจุภัณฑ์ พบว่า ความต้องการของลูกค้าในแต่ละเดือน มีลักษณะเป็นฤดูกาล แบบรายปีซึ่งเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดคือการพยากรณ์แบบ ฤดูกาลแบบวินเทอร์ ค่า MAPE คือ 0.91% ส่วนราคาของวัตถุดิบใช้เทคนิคการพยากรณ์ 2 เทคนิคโดยวัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลในการพยากรณ์ ราคา ค่า MAPE คือ 2.51% วัตถุดิบ 3 ชนิด ที่ใช้วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบแนวโน้มนั้นคือวัตถุดิบชนิด NBKP, LF- A และ LF- B+ ค่า MAPE คือ 2.33% , (นิตยา วงศ์ระวัง และกัญญา ทองสนิท , 2555) เห็นว่าการจัดการคลังสินค้าที่เหมาะสม สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ พบว่าจากการพยากรณ์และหาค่าความคลาดเคลื่อนโดยนำเอาข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - พ.ศ. 2553 เพื่อพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2554 พบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีแบบวินเทอร์จะให้ผลดีที่สุด , (ยุพาพิน อดิگانต์กุล ,2556) ศึกษาการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล ผลการศึกษาพบว่าวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลจะให้ผลดีกว่า , (วรางคณา กิรติวิบูลย์ , 2556) ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมลฑล ผลการศึกษาพบว่าวิธีบอซซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่ดีที่สุด , (ลักขณา เคารยะนันท์ , สุนิ ทวีสกุลวัชร , ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และบุญหญิง สมร่าง , 2557) เห็นว่า การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอซซ์-เจนกินส์ และวิธีการของวินเทอร์ พบว่าค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยจากวิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำกว่าวิธีการพยากรณ์ของบอซซ์-เจนกินส์ในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อตรวจสอบส่วนตกค้างพบว่าตัวแบบจากวิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ไม่เหมาะสม ในขณะที่ตัวแบบ ARIMA(1,0,1) (2,1,0)12lnY_t จากวิธีของบอซซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสม , (ดาว สงวนรังศิริกุล , หรรษา เชี่ยวอนันตวานิช และ มณีรัตน์ แสงเกษม , 2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้รูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลโรคที่ไม่แนวโน้มและฤดูกาลส่วนใหญ่คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย วิธีการทำให้รูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลโรคที่มีแนวโน้มและฤดูกาลส่วนใหญ่คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์ - วินเทอร์ , (ชมปานตา และยุภาวดี สาราญฤทธิ์ , 2560) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ โดยศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558 เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ ผลการวิจัยสรุปว่าเมื่อพิจารณาภาพรวม จะเห็นว่าวิธีทำให้เรียบของเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบวินเทอร์ แบบคุณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนมากที่สุด รองลงมาคือวิธีของบอซซ์-เจนกินส์ , (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภัสสร



คำสวัสดิ์ , 2560) ศึกษาการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณรถยนต์ จดทะเบียนใหม่ในจังหวัดชลบุรี ระหว่างวิธีอาร์มา วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล พบว่าวิธีการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลตามวิธีของ Holt-Winters-Additive มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีอาร์มา , (บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ , 2561) เห็นว่าตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย ด้วยวิธีแยกองค์ประกอบ วิธีโฮลต์-วินเตอร์ และวิธีบอซ - เจนกินส์ พบว่า วิธีบอซ - เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมแก่การส่งออกมะม่วงของประเทศไทย , (บุญหญิง สมร่าง , สุณี ทวีสกุลวัชร , ยูพิน กาญจนะศักดิ์ดา และลัทธนา เคาณะนันท์ , 2561) เห็นว่าการใช้วิธีบอซ-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ ผลจากการตรวจสอบพบว่า วิธีการพยากรณ์ของวินเตอร์ มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีบอซ-เจนกินส์ เนื่องจากให้ค่า MAPE ต่ำกว่า , (กัญญา บวรโชคชัย , สมฤดี พงษ์เสนา และมาลีดา เนียมมณี , 2562) เห็นว่าการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนบัญชีผู้ใช้บริการธนาคารทางอินเทอร์เน็ตด้วยวิธีของบอซ - เจนกินส์ และวิธีของโฮลต์ พบว่า วิธีที่เหมาะสมแก่การพยากรณ์ คือ วิธีบอซ - เจนกินส์ , (วางรณดา เรียงสุทธิ , 2562) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาขายมันเส้นโดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติพบว่าวิธีการที่มีความเหมาะสม คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเตอร์แบบบวก ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล , (สุดใจ ผุดผาด , 2562) ศึกษาการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรมิเตอร์ของศูนย์เครื่องวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าเทคนิคปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแบบง่าย เป็นวิธีที่ดีที่สุด และ (ทิพรดา วาลมุลตรี , 2563) ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในปราสาทเมืองต่ำ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าจากการศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์ที่เหมาะสมและสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์จำนวนนักท่องเที่ยวในปราสาทเมืองต่ำ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์พบว่า วิธีปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

จากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยสนใจการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทย เพื่อให้ได้การพยากรณ์ที่เหมาะสมและง่ายต่อการนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้น และเห็นว่าส่วนใหญ่การพยากรณ์ด้วยวิธีบอซ - เจนกินส์ และการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย เหมาะสมกับการพยากรณ์ข้อมูลที่หลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และวิธีบอซ-เจนกินส์ (Box-Jenkins) โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้คือ เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และวิธีบอซ-เจนกินส์ (Box-Jenkins) และหาสมการพยากรณ์ข้อมูลของการส่งออกน้ำยางชั้น เพื่อให้ได้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำและสามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และวิธีบอซ-เจนกินส์ (Box-Jenkins)
2. เพื่อหาสมการพยากรณ์ข้อมูล มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

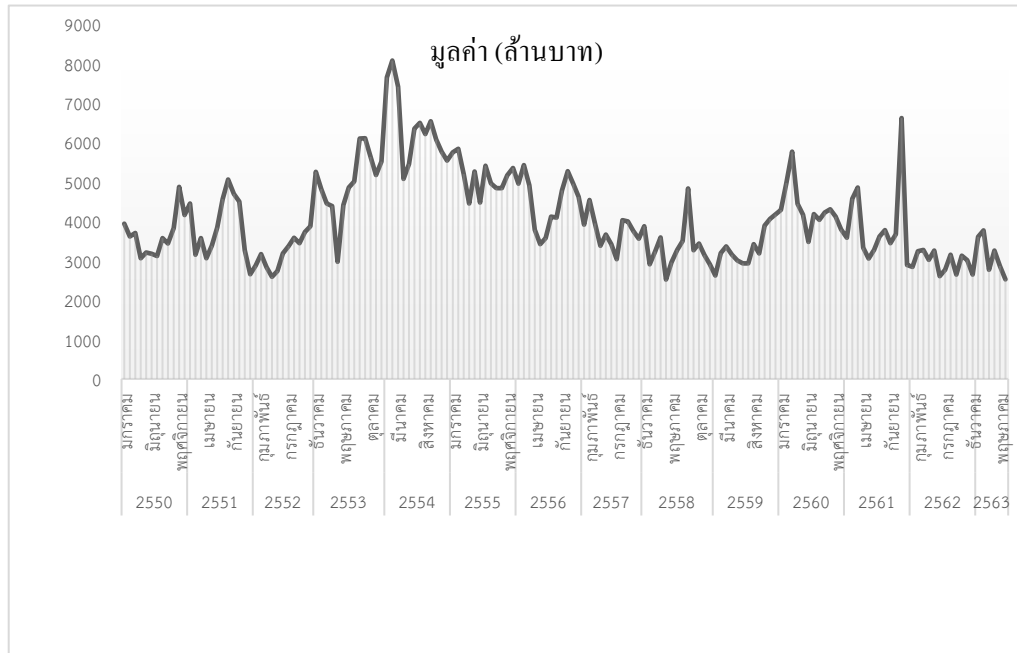
อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นเฉลี่ยต่อเดือนของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึงเดือนมิถุนายน 2563 จำนวน 162 ค่า ที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิ จากเว็บไซต์ของหน่วยงาน RIU หรือ Rubber Intelligence Unit เป็นฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับยางธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ยาง ที่จะพาท่านเข้าใจข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยาง ซึ่งเป็นประโยชน์สูงสุดสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มอุตสาหกรรมในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลการค้าการผลิต ข้าวสารต่างประเทศ และบทวิเคราะห์สถานการณ์อุตสาหกรรมยางในการพยากรณ์นั้น จะพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal



Exponential Smoothing) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) สำหรับการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

1. การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาในเบื้องต้นว่า อนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด มีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง มีแนวโน้ม หรือมีฤดูกาล โดยพิจารณากราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา จากข้อมูลน้ำยางชั้นที่ได้ศึกษาจะได้กราฟดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 : กราฟแสดงลักษณะข้อมูลน้ำยางชั้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือนของประเทศไทยตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing)

วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีเพียงความผันแปรตามฤดูกาล ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้ม กล่าวอีกอย่างว่า มีฤดูกาลแต่ไม่มีแนวโน้ม ซึ่งมีตัวแบบและตัวแบบพยากรณ์ แสดงดังสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548)

$$Y_t = \beta_0 + S_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

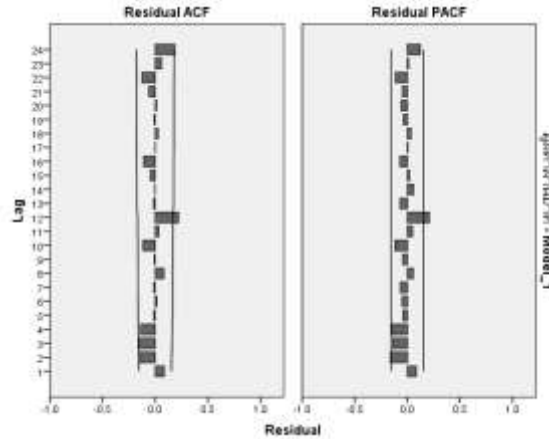
$$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t \quad (2)$$

- เมื่อ
- Y_t คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t
 - β_0, \hat{S}_t คือ พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความแปรผันตามฤดูกาล ตามลำดับ
 - ε_t คือ อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระ ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา
 - \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 - a_t, \hat{S}_t คือ ค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์ β_0 และ S_t ตามลำดับ
- โดยที่
$$a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}$$



$$\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1 - \delta)\hat{S}_{t-s}$$

- α, δ คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha, \delta < 1$
- t คือ เวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาชุดที่ 1
- s คือ จำนวนฤดูกาล



รูปที่ 2 : กราฟ ACF และ PACF ของมูลค่าน้ำยางข้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือนสำหรับการพยากรณ์
 โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing)

จากรูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของมูลค่าน้ำยางข้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือนสำหรับการพยากรณ์ โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล จะเห็นว่าค่าของ ACF มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ และลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วแล้วในระยะเวลาหนึ่ง และกลับมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญอีกเป็นช่วง ๆ แสดงว่า “มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ไม่มีแนวโน้ม หรือ สเตชันนารี” โดยฤดูกาลมีความยาวเท่ากับช่วงห่างของค่า ACF มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ผู้จัดทำวิจัยจะเลือกศึกษาวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) เนื่องจากเป็นข้อมูลภายในฤดูกาลไม่แปรผันตามแนวโน้ม (มีฤดูกาล ไม่มีแนวโน้ม)

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีการบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins)

วิธีบ็อกซ์ - เจนกินส์ เป็นวิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีการคำนึงถึงความแปรผันตามฤดูกาลซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s แสดงดังสมการที่ (3) (Bowerman & O’Connell, 1993; Box et al.,1994) และขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดในวารสารที่ พานิชกิจโกศลกุล และเจ๊ะอัฐพาน มาหิละ (2556)

วิธีวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูล เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลานั้นอยู่ภายใต้ภาวะคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา หรือพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$
2. สร้างอนุกรมเวลาชุดใหม่ เมื่ออนุกรมเวลาอยู่ภายใต้ภาวะไม่คงที่ ต้องทำให้อนุกรมเวลาอยู่ในภาวะคงที่ ซึ่งข้อมูลการส่งออกน้ำยางข้นนั้นอยู่ในภาวะที่ไม่คงที่ เนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล จึงต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{W_t\}$ โดยการหาผลต่างของฤดูกาล
3. สร้างกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา $\{W_t\}$ เพื่อพิจารณาอนุกรมเวลาชุดใหม่อยู่ในภาวะคงที่หรือไม่
4. การกำหนดรูปแบบ เป็นการหารูปแบบอนุกรมเวลาที่คิดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF
5. การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด



6. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ

อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s มีตัวแบบคือ

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = K + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t \quad (3)$$

โดยที่

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$\Phi_Q(B^S) = 1 - \Phi_S B^S - \Phi_{2S} B^{2S} - \dots - \Phi_{PS} B^{PS}$$

$$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_S B^S - \Theta_{2S} B^{2S} - \dots - \Theta_{QS} B^{QS}$$

ϕ_1, \dots, ϕ_p คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย

$\theta_1, \dots, \theta_q$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

Φ_S, \dots, Φ_{PS} คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยฤดูกาล

$\Theta_S, \dots, \Theta_{QS}$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล

K คือ ค่าคงที่

B คือ ตัวดำเนินการถดถอยหลังเวลา นั่นคือ $B^m Y_t = Y_{t-m}$

d คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาอยู่ในสภาวะคงที่

D คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างฤดูกาล

p คือ อันดับของตัวแบบการถดถอย

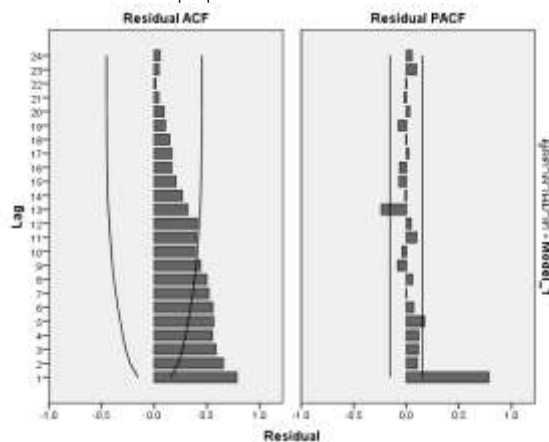
q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

P คือ อันดับของตัวแบบการถดถอยฤดูกาล

Q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล

S คือ ความยาวของคาบฤดูกาล

ε_t คือ ตัวแปรสุ่มอิสระและมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ_ε^2 เรียก ε_t ว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มหรือกระตุกสุ่ม (random shocks)



รูปที่ 3 : กราฟ ACF และ PACF ของมูลค่าน้ำยาข้างขึ้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือนสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีการบอซ-เจนกินส์
 จากรูปที่ 3 เป็นรูปที่แสดงกราฟ ACF และ PACF ของมูลค่าน้ำยาข้างขึ้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือนสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีการบอซ-เจนกินส์ (Box-Jenkins) เนื่องจากค่าของ ACF มีค่าแตกต่างกันไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญและลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วแล้วระยะหนึ่ง และกลับมีค่าแตกต่างกันไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญอีกเป็นช่วง ๆ แสดงว่า



“มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ไม่มีแนวโน้ม หรือ สตชันนารี” โดยฤดูกาลมีความยาวเท่ากับช่วงห่างของค่า ACF มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ จึงคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) มีสูตรการหาค่าดังต่อไปนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n (100) \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{Z_t}}{n} \quad (4)$$

เมื่อ	Z_t	แทน ข้อมูล ณ เวลา t
	\hat{Z}_t	แทน ค่าพยากรณ์ข้อมูล ณ เวลา t
	$Z_t - \hat{Z}_t$	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t
	n	แทน จำนวนข้อมูล

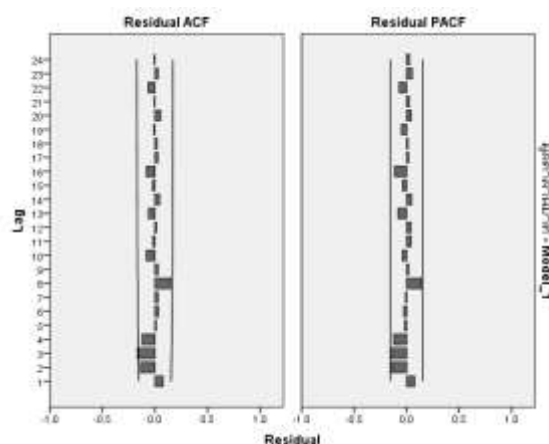
โดยการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยรายเดือน ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 จะเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดโดยใช้ข้อมูลการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2550 – 2563 รวมระยะเวลา 13 ปี

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นโดยการเปรียบเทียบกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ได้ผลเป็นดังนี้

1. การศึกษาการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing)

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเอาข้อมูลการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 มาใช้ในการหาตัวแบบที่เหมาะสมและใช้ในการคาดคะเนความต้องการที่จะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป โดยการพยากรณ์นั้นจะใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) ซึ่งจะแสดงผลการพยากรณ์ให้เห็น ดังรูปที่ 4 รูปที่ 5 และตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4 : กราฟ ACF และ PACF ของมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นต่อเดือนสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย



รูปที่ 5 : กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์
 มูลค่าน้ำยางขึ้นส่งออกเฉลี่ยต่อของประเทศไทยตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63
 ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

จากการศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา พบว่า มูลค่าการส่งออกน้ำยางขึ้นของประเทศไทย
 นั้นไม่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้ม ดังนั้น จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย คณะผู้จัดทำจึงทำ
 การเลือกค่า α และ δ อยู่ระหว่าง 0.1- 0.3 โดยการทดลองแปรค่า α และ δ ที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด ซึ่งค่า α และ
 δ ของวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่ายที่ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดดังตารางที่ 1 และให้ค่า MAPE
 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 : ตารางค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวของวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาล
 อย่างง่าย

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ความคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ t	Approx. Prob.
Alpha (α)	0.600	0.073	8.201	0.000
Delta (δ)	0.000003	0.075	0.00004	1.000

ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ คือ

$$\text{จากสมการ (1)} \quad Y_t = \beta_0 + S_t + \varepsilon_t$$

$$\text{จะได้สมการ (2)} \quad \hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$$

เมื่อแทน a_t และ \hat{S}_t จะได้

$$\hat{Y}_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1} + \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$$

$$\hat{Y}_t = \left[\alpha(1-\delta) + \delta \right] Y_t + \left[(1-\delta)(1-\alpha)(a_{t-1} + \hat{S}_{t-s}) \right]$$

และเมื่อแทนค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = \left[(0.6 \times 0.999997) + 0.000003 \right] Y_t + \left[(0.999997 \times 0.4)(a_{t-1} + \hat{S}_{t-12}) \right]$$

$$\hat{Y}_t = 0.6000012Y_t + 0.3999988(a_{t-1} + \hat{S}_{t-12}) \quad (5)$$

เมื่อ \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t

a_{t-1} คือ ระยะตัดแกน ณ เวลา $t-1$

\hat{S}_{t-12} คือ ความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา $t-12$



ตารางที่ 2 : แสดงค่า MAPE และ Ljung-Box โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

MODEL FIT STATISTICS		LJUNG-BOX	
MAPE	Statistics	DF	Significance (Sig.)
10.806	19.341	16	0.251 ^{ns}

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การศึกษาการพยากรณ์โดยวิธีการบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins)

จากการพยากรณ์ด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ ดังนี้

1. จากการตรวจสอบข้อมูล จากการพิจารณากราฟ กราฟ ACF และกราฟ PACF พบว่า การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นแบบลูกคลื่น
2. การกำหนดรูปแบบจากกราฟ ACF และ PACF ที่ได้จากข้อ 1 นำไปใช้ในการหารูปแบบ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s ที่คิดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ในที่นี้ตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลานี้คือ ARIMA(1,0,0)(1,0,0)₁₂
3. การประมาณค่าพารามิเตอร์จากรูปที่เหมาะสมในข้อ 2 จะประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ตารางที่ 3 : ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ ARIMA(1,0,0)(1,0,0)₁₂

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ความคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ t	Approx. Prob.
AR1	0.768	0.052	14.930	0.000
SAR1	0.258	0.079	3.259	0.001
SMA0	- 6.705	22.898	- 0.293	0.770
CONSTANT	4040.482	322.135	12.543	0.000

ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ คือ

$$\text{จากสมการ (3)} \quad \phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = K + \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\varepsilon_t$$

$$\text{แทนค่า} \quad \phi_1(B)\Phi_1(B^{12})(1-B)^0(1-B^{12})^0 Y_t = K + \theta_0(B)\Theta_0(B^{12})\varepsilon_t$$

$$\phi_1(B)\Phi_1(B^{12})Y_t = K + \varepsilon_t$$

$$(1-\phi_1 B)(1-\Phi_1 B^{12})Y_t = K + \varepsilon_t$$

$$(1-\phi_1 B-\Phi_1 B^{12}+\phi_1\Phi_1 B^{13})Y_t = K + \varepsilon_t$$

$$(1-\phi_1 B-(\Phi_1 B^{12}-\phi_1\Phi_1 B^{13}))Y_t = K + \varepsilon_t$$

$$(1-\phi_1 B-\Phi_1 B^{12}(1-\phi_1\Phi_1 B))Y_t = K + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \Phi_1 Y_{t-12}(1-\phi_1 Y_{t-1}) + K + \varepsilon_t$$

$$Y_t = K + \phi_1 Y_{t-1} + \Phi_1 Y_{t-12}(1-\phi_1 Y_{t-1}) + \varepsilon_t$$

และเมื่อแทนค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 3 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้



$$\hat{Y}_t = 4040.482 + 0.768 Y_{t-1} + 0.258 Y_{t-12} (1 - 0.768 Y_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (6)$$

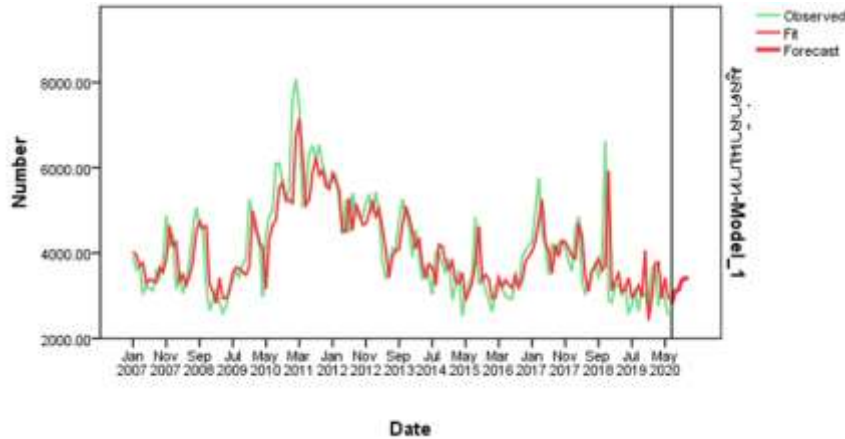
เมื่อ

\hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_{t-j} คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา $t-j$

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

4. ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ เมื่อทดลองค่าความคลาดเคลื่อนโดยพิจารณากราฟความคลาดเคลื่อนกับเวลาดังรูปที่ 6 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่ามากกว่าศูนย์ นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยมากกว่าศูนย์ และมีความแปรปรวนไม่คงที่

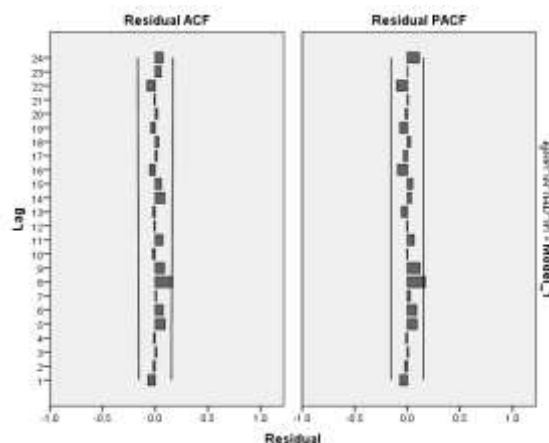


รูปที่ 6 : กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

มูลค่าน้ำยางชั้นส่งออกเฉลี่ยต่อของประเทศไทย

ตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์ ARIMA(1,0,0)(1,0,0)₁₂

จากนั้นพิจารณากราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน ดังรูปที่ 7 พบว่า ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนจะตกอยู่ในขอบเขตของความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทุกค่า lag แสดงว่าความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์



รูปที่ 7 : กราฟ ACF และ PACF ความคลาดเคลื่อน

จากการวิเคราะห์มูลค่าน้ำยางชั้นส่งออกเฉลี่ยต่อเดือน

สำหรับการพยากรณ์โดยวิธีการบอซ-เจนกินส์ ARIMA(1,0,0)(1,0,0)₁₂



จากการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกนํ้ายางชั้นของประเทศไทยตั้งแต่เดือน ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 ด้วยวิธีบอซซ์ - เจนกินส์ ARIMA(1,0,0)(1,0,0)₁₂ โดยการพยากรณ์ด้วยวิธีบอซซ์-เจนกินส์นั้น จะให้ค่า MAPE ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : ตารางแสดงค่า MAPE และ Ljung-Box วิธีการบอซซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins)

MODEL FIT STATISTICS		LJUNG-BOX	
MAPE	Statistics	DF	Significance (Sig.)
11.411	13.095	16	0.666 ^{ns.}

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

เมื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการบอซซ์-เจนกินส์ ให้ค่า MAPE คิดเป็นร้อยละ 10.806 และ 11.411 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5 และรูปที่ 8

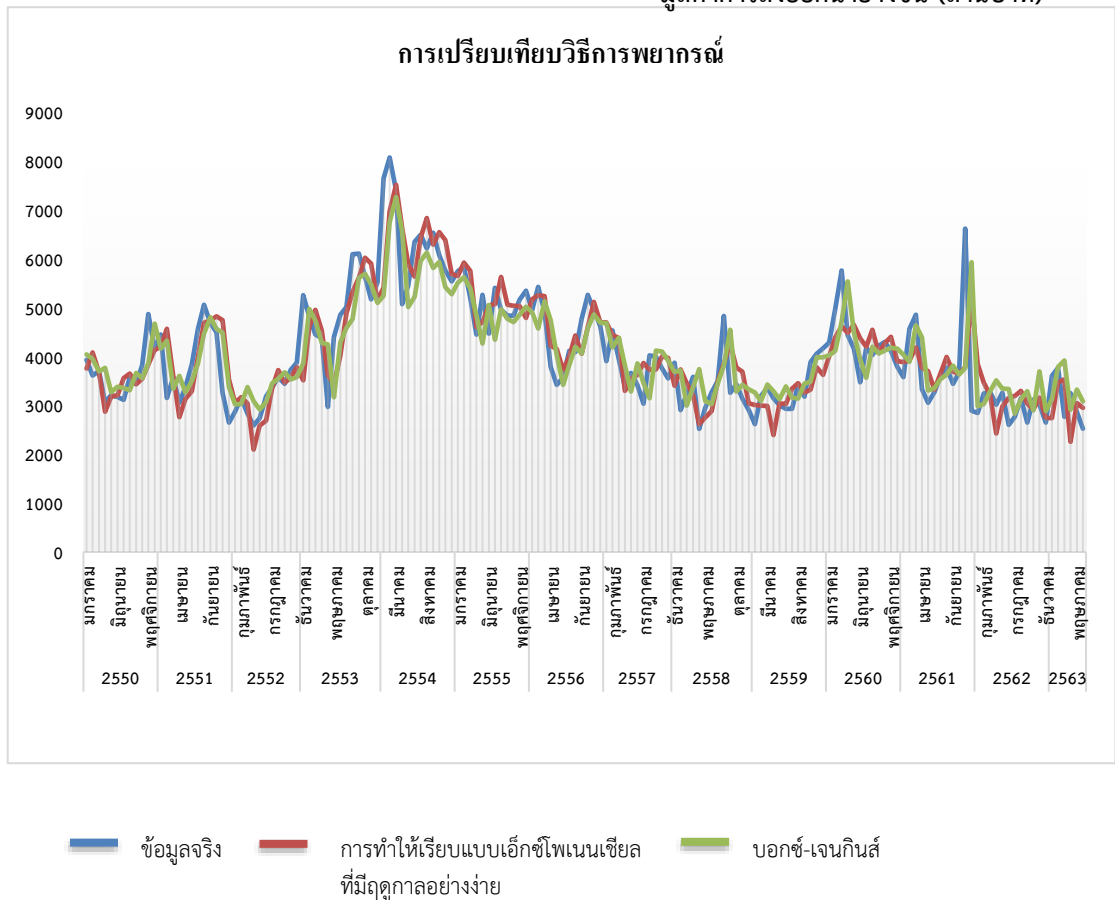
ตารางที่ 5 : การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกนํ้ายางชั้นของประเทศไทย ตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63

หน่วย : ล้านบาท

เดือน	มูลค่าการส่งออกจริง	มูลค่าการส่งออก จากการพยากรณ์ด้วยวิธี	
		การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย	บอซซ์-เจนกินส์ ARIMA(1,0,0)(1,0,0) ₁₂
ม.ค. 62	2842.66	3848.91	3129.81
ก.พ. 62	3241.84	3464.45	3342.14
มี.ค. 62	3237.62	3210.88	3525.09
เม.ย. 62	3015.48	2429.07	3097.76
พ.ค. 62	3254.75	2977.34	3129.71
มิ.ย. 62	2603.09	3152.21	3422.43
ก.ค. 62	2769.70	3192.56	2967.11
ส.ค. 62	3149.02	3299.91	3067.42
ก.ย. 62	2649.73	3037.61	3239.56
ต.ค. 62	3122.62	2917.42	2979.92
พ.ย. 62	3013.29	3158.05	4058.70
ธ.ค. 62	2649.60	2748.82	2425.07
ม.ค. 63	3601.93	2737.89	2931.19
ก.พ. 63	3767.56	3475.52	3728.86
มี.ค. 63	2767.89	3530.72	3783.92
เม.ย. 63	3252.49	2253.60	2941.77
พ.ค. 63	2864.58	3049.34	3425.97
มิ.ย. 63	2521.26	2946.93	2910.93
MAPE		10.806	11.411



มูลค่าการส่งออกน้ำยางข้น (ล้านบาท)



รูปที่ 8 : ค่าจริงและค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางข้นของประเทศไทย ตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางข้นของประเทศไทยตั้งแต่ ม.ค. 50 - มิ.ย. 63 เพื่อทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางข้นของประเทศไทยในครั้งต่อไป ด้วยวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ 1.วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และ 2.วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) เมื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีดังตารางที่ 5 โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) นั้น พบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) ให้ค่า MAPE เท่ากับ 10.806 และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) ให้ค่า MAPE เท่ากับ 11.411 นั่นคือ การพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่ายให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำที่สุด หรือมีค่า MAPE ต่ำสุด ดังนั้น การพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่ายจึงเป็นวิธีที่แม่นยำในการพยากรณ์ของข้อมูลชุดนี้มากที่สุด

2. วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย มีตัวแบบการพยากรณ์คือ $\hat{Y}_t = 0.6000012Y_t + 0.3999988(a_{t-1} + \hat{S}_{t-12})$ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีตัวแบบการพยากรณ์คือ $\hat{Y}_t = 4040.482 + 0.768 Y_{t-1} + 0.258 Y_{t-12}(1 - 0.768 Y_{t-1}) + \varepsilon_t$



อภิปรายผลการวิจัย

ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นตั้งแต่ ม.ค. 57 - มิ.ย. 63 เพื่อทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยในครั้งต่อไป พบว่า การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นโดยการเปรียบเทียบกับวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) เหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้มากกว่าวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุดใจ ผุดผาด (2562) ซึ่งได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโตรมิเตอร์ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย และเทคนิคปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย พบว่า เทคนิคปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย อยู่ในระดับที่ดีกว่าเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย, สอดคล้องกับผลการศึกษาของ พรนัชชา สันหัตถเลขา และ ทิพย์รัตน์ เลหาวิเชียร (2558) ซึ่งได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ตัวแบบสินค้าคงคลังของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องหมายข้าราชการกรณีศึกษา บริษัทพัฒนา นิมิต จำกัด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์เอ็กซ์โพเนนเชียลมีความแม่นยำสูงที่สุด และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วรางคณา เรียนสุทธิ (2562) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาขายมันเส้นโดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์ - เจนกินส์ , วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโอดต์ , วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก , วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย , วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ พบว่า วิธีการที่มีความเหมาะสม คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์นี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

แต่ผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ กลับไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของวรางคณา กิรติวิบูลย์ (2556) ซึ่งได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธี บ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีทำให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล และวิธีการพยากรณ์รวมสำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์รวม มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลามากที่สุด สาเหตุที่ผลการศึกษาไม่สอดคล้องกันนั้น เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของแต่ละงานวิจัยนั้นมีลักษณะหรือรูปแบบของการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน รศ. สุภาว จุลนาพันธุ์ กล่าวว่า พยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลนั้น จะเหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะของการเคลื่อนไหวขึ้น ๆ ลง ๆ ในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยไม่มีลักษณะแนวโน้มเป็นข้อมูลที่คงที่อีกทั้ง วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลนั้น เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ดังนั้น การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล จึงเป็นวิธีการพยากรณ์อีกหนึ่งวิธีที่พบเห็นได้ในงานวิจัยอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนมูลค่าในการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยที่จะเกิดขึ้นภายในอนาคต
2. ตัวแบบการพยากรณ์หรือวิธีการพยากรณ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม เมื่อข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยนั้นมีการเปลี่ยนแปลง
3. ในการวิจัยนั้น เมื่อพิจารณาค่า MAPE ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ยังมีค่าค่อนข้างสูงอาจเนื่องจากจำนวนข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำยางชั้นของประเทศไทยที่นำมาวิเคราะห์นั้นยังมีไม่มากพอ และข้อมูลที่ทาง Rubber Intelligence Unit แหล่งรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยางพาราและไม้ยางพารานั้น มีการเก็บข้อมูลในอดีตไว้เพียง 13 ปี ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการวิจัยในครั้งนี้ โดยในการวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ให้มากขึ้น นอกจากนี้อาจจะศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อที่จะได้รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลครั้งต่อไป
4. ผู้ที่ได้ศึกษา สามารถเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ที่นอกเหนือจากการเปรียบเทียบการพยากรณ์จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) เป็นการเปรียบเทียบที่ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) ซึ่งการเปรียบเทียบโดยค่า RMSE นั้น จะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับค่า MAPE โดยจะดูค่าที่ต่ำที่สุด ถ้าตัวแบบใดให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด ตัวแบบ



พยากรณ์นั้นจะเหมาะสมกับการพยากรณ์ข้อมูลนั้นมากที่สุด หรือจะทำการเปรียบเทียบ R-Square ซึ่งค่า R-Squared จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0% - 100% ถ้าตัวแบบการพยากรณ์ใดให้ค่า R-Square มากที่สุด แสดงว่าตัวแบบการพยากรณ์นั้นเหมาะสมกับการพยากรณ์ชุดนั้นมากที่สุด ทั้งหมดที่แนะนำมานั้น ขึ้นอยู่กับผู้ที่สนใจศึกษาวิจัยและข้อมูลของมูลค่าการส่งออกน้ำยางข้นของประเทศไทยในขณะนี้ว่าตัวแบบการพยากรณ์ใดเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กรินทร์ กาญจนานนท์. (2561). การพยากรณ์ทางสถิติ. บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- จารุตม์ อักษร และวิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ. (2555). การเลือกวัตถุดิบและการจัดสรรการผลิตสำหรับกระดาษบรรจุภัณฑ์, วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, 23(1), 100-101.
- ชม ปานตา และยุภาวดี สำนราญฤทธิ์. (2560). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ, วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 9(10), 141-142.
- ดวงพร หัซซะวณิช. (2556). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภครายเดือน: ตัวแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ และตัวแบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล, วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 33(2), 103-105.
- ดาว สงวนรังศิริกุล, ทรรษา เขียวอนันต์ตวานิช และมณีนรัตน์ แสงเกษม. (2558). การศึกษาการเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., 38(1), 53-54.
- ทิพรดา วาลมูลตรี. (2563). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในปราสาทเมืองต่ำ อำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 8(1), 131.
- บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์. (2561). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย, Naresuan University., (26)2, 83-84.
- ลักขณา เคาธะย่นันท์, สุนี ทวีสกุลวัชร, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และบุญหญิง สมร่วง. (2557). การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการของวินเตอร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22(1), 97.
- วางคณา กิรติวิบูลย์. (2556). การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือนในเขตกรุงเทพมหานคร, 18(2), 152-154.
- วางคณา กิรติวิบูลย์. (2557). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำยางข้น, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 8(2), 147-158.
- วางคณา กิรติวิบูลย์. (2556). ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายปลีกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ., 16(3), 9.
- วางคณา กิรติวิบูลย์ และเจี๊ยะอัฐพาน มาทีละ. (2556). ตัวแบบพยากรณ์ความเร็วลมตามแนวชายฝั่ง อำเภอท่าศาลา จังหวัด นครศรีธรรมราช. วารสารวิจัย มช. 18(1)}, 32-50.
- วางคณา เรียนสุทธิ. (2562). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาหอยม้านเส้นโดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ, วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 36(3), 64.
- วราฤทธิ์ พานิชวิกิโกศลกุล. (2548). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดนครราชสีมา, วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., 28(2), 158-166.
- ยุทธพล สกุลหลง. (2559). การพยากรณ์ราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของประเทศ, สารนิพนธ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 3-5.
- สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. (2548). เทคนิคการพยากรณ์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.



- สิทธิธา แก้วแปงจันทร์, เสมอแซ สมหอม และลำปาง แสนจันทร์. (2553). แบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยใช้วิธีผสมของวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเตอร์ และขั้นตอนวิธีอณานิคมผึ้งเทียม, วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ, 6(11), 16.
- สุดใจ ผุดผาด. (2562). การพยากรณ์จำนวนผู้รับบริการเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟแมสสเปกโตรมิเตอร์ของศูนย์เครื่องวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, วารสารวิชาการ ปชมท., 8(3), 24.
- Rubber Intelligence Unit แหล่งรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยางพาราและไม้ยางพารา , 15 กันยายน, 2563, สืบค้นจาก <http://rubber.oie.go.th/>
- Bowerman, B.L., & O'Connell, R.T. (1993). *Forecasting and Time Series: An Applied Approach*. (3rd ed.). California:Duxbury Press.