การพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า : กรณีศึกษาส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

Forecasting Greenhouse Gas Emissions From Electrification : Case Study of The Education Division In Chulachomklao Royal Military Academy School

อัญพัชร์ คงวัฒนานันทน์[1] การุณย์ ชัยวณิชย์[2] กิตติศักดิ์ พิมพ์ขัน[3]
วรพัฒน์ อุติลา[4*] กฤตธน ฉิมพาลี[5] ภูดิศ รุ่งศรีทอง[6] ศักดิ์ชัย พื้นชมภู[7] เจริญชัย ฉลองวงศ์[8]
[1]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ กองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
E-mail : kittisakpimkun@windowslive.com@windowslivel.com*

Anyapat Kongwattananan[1] Karun Chaivanich[2] Kittisak Phimkan[3]
Worapat Outila[4] Krittana Chimpalee[5] Pudis RungSritong[6] Sakchai Phuenchompoo[7] Jaroenchai Chalongwong[8]
[1]Department of Industrial Engineering, The Orsnance Engineering, Chulachomklao Royal Military Academy School
E-mail : kittisakpimkun@windowslive.com@windowslivel.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษาส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า มีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าและพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในการศึกษาได้เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของส่วนการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2561 เพื่อคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และใช้ข้อมูลดังกล่าวพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ปี 2562 ถึง พ.ศ. 2570 ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล (Decomposition method and Seasonal Indexes) ในขั้นตอนการนำข้อมูลในอดีตมาทำการหารูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลพบว่าได้ค่าความคาดเคลื่อนทางสถิติ MAD, RSE, MAPE เท่ากับ 3.57, 4.59, 10.67 ตามลำดับ จากผลการพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จึงได้เสนอแนะให้มีการใช้ระบบโซลาร์เซลล์ในการผลิตไฟฟ้าและสร้างจิตสำนึกในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดเพื่อนำไปสู่การลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การพยากรณ์, ก๊าซเรือนกระจก, พลังงานไฟฟ้า

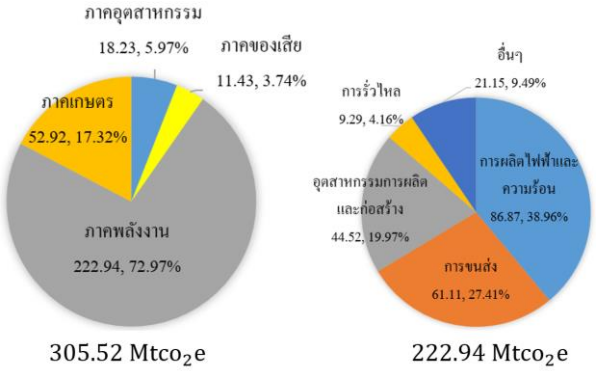
Abstract

The study of greenhouse gas emissions forecast from using electricity with the case study of Chulachomklao Royal Military Academy. The study aimed to find the quantity of greenhouse gas emissions using electricity and to predict the greenhouse gas emissions. In this study, the researcher has gathered the information about the usage of electricity in the educational institute during 2556 – 2561 B.E. in order to calculate the quantity of the emissions and use the data to estimate the amount of the gas emissions during 2562 – 2570 B.E., using Decomposition method and Seasonal Indexes. In the process, the previous information were used to find the complete suitable format with the information. It was found that statistical error; MAD, RSE, MAPE was at 3.57, 4.59, 10.67 respectively. According to the result of greenhouse gas emissions forecast in Chulachomklao Royal Military Academy is likely to increase. Therefore, the researcher suggested that they use solar system to produce electricity and implant the mindset of using electricity with sufficiency, in order to lead to the path of sustainable reducing the usage of it and greenhouse gas emissions.

Keywords: Forecasting, Greenhouse gases, Electricity

1. บทนำ

ปัจจุบันอุณหภูมิและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลกได้เพิ่มสูงขึ้น จากการศึกษาพบว่าหากสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิของโลกจะเพิ่มสูงขึ้นจนไม่สามารถหยุดยั้งการเปลี่ยนแปลงได้ และจะเกิดผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของมนุษยชาติ ทำให้ทุกประเทศต้องร่วมกันในการควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงได้มีการจัดตั้งรัฐภาคีว่าด้วยอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC) ขึ้น ประเทศไทยในฐานะสมาชิกรัฐภาคีอนุสัญญา UNFCCC และประเทศที่เข้าร่วมรับรองพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งเป็นข้อตกลงที่กำหนดพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจก จึงได้แสดงเจตจำนงการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศ และพร้อมดำเนินตามเป้าหมายของประเทศ ในการร่วมมือกับประชาคมโลกต่อสู้กับปัญหาโลกร้อน ในปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประมาณ 305.52 $MtCO_2e$ (ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคการผลิตไฟฟ้าประมาณ 86.87 $MtCO_2e$ หรือประมาณ 39% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2559) ซึ่งกิจกรรมในภาคการผลิตไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด



รูปที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยปี 2559
(ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตของประเทศไทย, 2559)

คณะวิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าอันเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด จึงได้มีการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยได้ดำเนินการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้า ของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า และหาแนวทางในการกำหนดนโยบายและเป้าหมายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average Weather) ในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ยหมายความรวมถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น ในความหมายตามกรอบของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ FCCC (Framework Convention On Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อันเป็นผลทางตรง หรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติ แต่ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาล ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่ว่าจะเนื่องมาจาก ความผันแปรตามธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์

2.2 ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน หมายถึง การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง 0.74 องศาเซลเซียส สาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเพราะว่าก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาถ่านหิน เชื้อเพลิง รวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ใช้ ทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลกทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นจากเดิม

2.3 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs)

ก๊าซเรือนกระจกเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟาเรดได้ดีก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ซึ่งมีก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทน ไนตรัสออกไซด์และสารซีเอฟซีเป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโตมีเพียง 6 ชนิดเท่านั้น โดยเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟมแต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2557) ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอ้างอิงจาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1

$$E = AD \times EF \quad (1)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ในหน่วย CO_2eq

Activity data (AD) คือ ข้อมูลกิจกรรมทั้งข้อมูลปฐมภูมิหรือข้อมูลทุติยภูมิ

Emission Factor (EF) คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (0.5664 tCO_2/MWh)

2.4 การพยากรณ์

การพยากรณ์คือการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต ข้อมูลในปัจจุบันและจากประสบการณ์ สามารถนำไปใช้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่จะมีผลในอนาคตและทำให้สามารถวางแผนหรือกำหนดนโยบายเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ ในการพยากรณ์มีหลายรูปแบบซึ่งก่อนการพยากรณ์นั้น ผู้วิจัยจะต้องศึกษาถึงรูปแบบของข้อมูลก่อนเพื่อที่จะเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อทำให้ได้ค่าการพยากรณ์ที่มีค่าความผิดพลาด(Error) น้อยที่สุด

2.5 วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล (Decomposition method and Seasonal Indexes)

เป็นการแยก (Decomposition) เอาองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในอนุกรมข้อมูลออกมา เช่น ข้อมูลฤดูกาล หรือ ดัชนีฤดูกาล เพื่อที่จะทำให้ค่าการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำมากขึ้น รูปแบบฤดูกาล (Seasonal Patterns) เป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของแต่ละช่วงเวลาในแต่ละปี ตัวอย่างของปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบฤดูกาล เช่น สภาพอากาศ วันหยุด การส่งเสริมการขายสินค้า โดยรูปแบบฤดูกาลอาจจะเกิดขึ้นในหลายลักษณะ อาจจะเกิดซ้ำ ๆ กันในระยะเวลาเป็นปี เดือน หรือวัน ซึ่งในบางกิจกรรมอาจจะมีระยะเวลาเป็นชั่วโมงก็ได้ เช่น ข้อมูลการใช้งานโทรศัพท์ในแต่ละชั่วโมง เป็นต้น (วรพจน์, 2540) ซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล ค่าจริงในอดีตในช่วงเวลา t จะมีผลของ แนวโน้ม, การครบรอบ, ฤดูกาล และความคลาดเคลื่อนดังสมการที่ 2

$$Y_t = TCSe \quad (2)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าจริงในอดีตในช่วงเวลา t

T คือ แนวโน้ม

c คือ ผลจากการครบรอบ

s คือ ผลจากฤดูกาล

e คือ ความคลาดเคลื่อน

จึงต้องมีการแยกปัจจัยทั้งหมดออกเพื่อให้ได้อนุกรมข้อมูลที่สามารถนำไปพยากรณ์ได้ โดยวิธีการแยกปัจจัยที่มีผลจากฤดูกาลจะทำโดยหาค่าดัชนีฤดูกาลขึ้นมาก่อน โดยการประมาณค่าดัชนีฤดูกาลคำนวณโดยหาจุดกึ่งกลางของถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นวิธีที่เรียกว่า วิธีอัตราส่วนต่อถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Ratio to moving average method) เมื่อได้ค่าดัชนีฤดูกาลแล้ว (วรพจน์, 2540) จากหลักการของการแยกส่วนขององอนุกรมเวลาสามารถหาค่าการแยกส่วนองค์ประกอบฤดูกาล (TCe) ได้โดยนำค่าจริงส่วนด้วยค่าดัชนีฤดูกาล แสดงดังสมการที่ 3

$$TCe = \frac{Y_t}{S} \quad (3)$$

หลังจากที่มีการแยกส่วนองค์ประกอบฤดูกาลแล้ว นำเอาค่า TCe ที่ได้มาใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

2.6 การพยากรณ์การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยที่แทนด้วยตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป เพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ ทิศทางความสัมพันธ์ และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปรหนึ่ง(วรพจน์, 2540) แล้วนำไปพยากรณ์ค่าของอีกตัวแปรหนึ่ง ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใดสามารถคำนวณสมการถดถอยได้ดังสมการที่ 4

$$y = a + bx \quad (4)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม

X คือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a คือ ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกันแกน Y

b คือ ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

2.7 วิธีการพยากรณ์แบบการถดถอยแบบโพลีโนเมียล

เป็นการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) อย่างหนึ่งโดยตัวแปรต้นอยู่ในรูปของพหุนามเช่นเดียวกันกับสมการพหุนามทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น สมการที่ 5 เป็นต้น (อานนท์, 2560)

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (5)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม

X คือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a,b,c,d คือ ค่าคงที่ (Constant)

2.8 วิธีการพยากรณ์แบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก (Moving Averages)

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบเหมาะสำหรับลักษณะข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวขึ้นลงในช่วงเวลาสั้นๆ โดยไม่มีลักษณะแนวโน้มหรือวัฏจักร วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เริ่มต้นโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตอย่างง่าย เช่น การหาค่าเฉลี่ยยอดขาย 3 สัปดาห์ หาได้ด้วยการรวมยอดขาย 3 สัปดาห์เข้าด้วยกันแล้วหารด้วย 3 ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นค่าพยากรณ์ในสัปดาห์ที่ 4 ดังนั้นถ้าจะพยากรณ์ยอดขายสัปดาห์ที่ 5 ก็ให้

บวกยอดขายสัปดาห์ที่ 4 เข้าไปและหักยอดขายสัปดาห์แรกออกแล้วหารด้วย 3 จะถูกเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MOVE) ไปข้างหน้า จึงเรียกว่า “ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่”

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ชัยชาญ ฤทธิเกริกไกร (2558) ได้ศึกษาเรื่องการพยากรณ์ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนโยบายด้านพลังงานของประเทศไทยโดยใช้ระบบการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว กรณีศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 2444 Mt of CO_2 ในปี พ.ศ. 2553 เป็น 2494 Mt of CO_2 ในปี พ.ศ. 2557

3.2 วีระ ศิริวรรณ (2556) ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในจังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท เครื่องปรับอากาศ พัดลม ตู้เย็นและเครื่องทำน้ำเย็น มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมากที่สุด จำนวน 2,519.87 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อวัน รองลงมาคือประเภทคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จำนวน 1451.67 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อวัน ดังนั้น เพื่อให้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง ควรมีการลดการใช้พลังงานในประเภทนี้

3.3 กัญญณัช บรรเทาวงค์ (2556) ได้ทำการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง จำนวน 2 แห่ง โดยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร พบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากถึงร้อยละ 60 และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากผู้รับบริการผู้ป่วยในมากกว่าร้อยละ 96 จะเห็นได้ว่าโรงพยาบาลเป็นองค์กร หนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

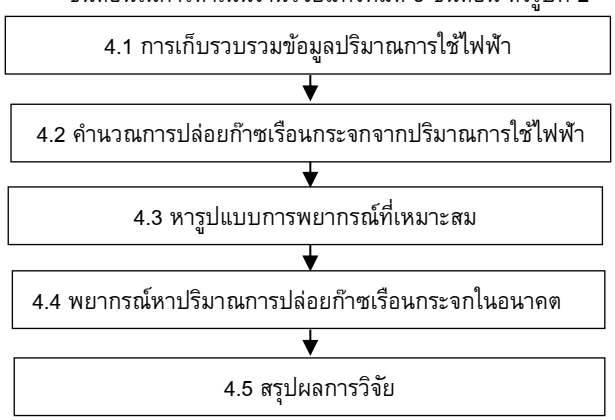
3.4 ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ (2553) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า ในปี ค.ศ.2000 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ 1994 ประเทศไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มขึ้นในขณะที่การดูดซับก็เพิ่มขึ้น(ติดลบมากขึ้น) อย่างไรก็ดี ช่วงปี ค.ศ. 2000 ถึง 2004 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงแล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นโดยอัตราการเพิ่มขึ้นเร็วกว่าอัตราที่ลดลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงในปี ค.ศ.2000 เกิดจากนโยบายรัฐบาลที่เร่งขยายพื้นที่อนุรักษ์ และเพิ่มพื้นที่ป่าในช่วงปี ค.ศ.1990 ทำให้พื้นที่ป่าสามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าป่าไม้ดูดซับสุทธิในปี ค.ศ.2000 และเพิ่มมากขึ้นในปี ค.ศ.2004

3.5 อัครัช บรรจุศิลป์ (2550) ได้ทำการศึกษาการหารูปแบบการพยากรณ์ (Forecasting model) ที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภท เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟรายใหญ่ในระบบ 155 KV. ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 ภาคกลาง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ปี 2547 ถึงเดือนตุลาคม ปี 2550 รวมทั้งสิ้น 36 เดือน ได้ใช้รูปแบบการพยากรณ์ 7 รูปแบบมาใช้ในการพิจารณา ได้แก่ Trend Analysis, Time Series Decomposition, Moving Average 3 เดือน, Moving Average 4 เดือน , Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Winter’s Method จากผลการศึกษาพบว่าการใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์(Mean Absolute Percent Error, MAPE) และการให้ระดับความสำคัญของข้อมูลมาใช้พิจารณาเลือกรูปแบบการพยากรณ์ทั้ง 7 รูปแบบ สามารถหารูปแบบการพยากรณ์ (Forecasting model) ที่เหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภทได้

3.6 ภัทราพล กองทรัพย์. (2560). ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์วิธีต่าง ๆ ในการพยากรณ์ยอดขายข้าวฮางงอก: กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้อยจอมศรี จังหวัดสกลนคร ด้วยการศึกษาข้อมูลยอดขายข้าวฮางงอกของข้าว 4 ชนิดได้แก่ ข้าวมะลิ 105 ข้าวหอมนิล ข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวมะลิแดง โดยใช้ข้อมูล 3 ปีย้อนหลัง (ปี 2555-2557) และได้ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ 7 วิธีได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปแนนเชียล วิธีปรับเรียบแบบดับเบิลเอกซ์โปแนนเชียล วิธีแนวโน้มเชิงเส้น วิธีแนวโน้มดัชนีฤดูกาล และการพยากรณ์แบบวินเตอร์ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์โดยใช้ดัชนี 3 ชนิดคือ ค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation : MAD) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Mean Squared Error : MSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนร้อยละสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) พบว่าเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจฯ คือวิธีการพยากรณ์แนวโน้มดัชนีฤดูกาล โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ ต่ำที่สุดเท่ากับ 15.61 เปอร์เซ็นต์และสามารถกำหนดมูลภัณฑ์กันชนของข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมนิล ข้าวมะลิ 105 และข้าวมะลิแดงได้โดยเฉลี่ยต่อวัน คือ 274.46 607.43 549.83 และ 640.55 กิโลกรัมตามลำดับ

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

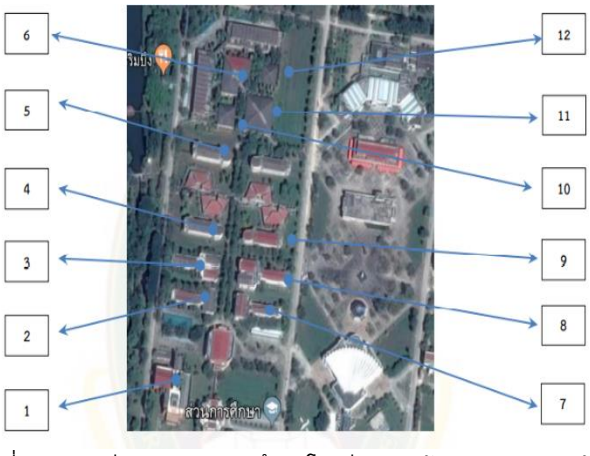
4.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์

การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2556 - 2561 โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าโดยใช้แบบบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของสายการบังคับบัญชาการส่งกำลังบำรุงของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผลิตมาจากสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดนครนายก เป็นการคิดการใช้ไฟฟ้าแบบ TOU (Time Of Use)

4.1.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมการใช้พลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานไฟฟ้าของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าประกอบด้วยอาคารเรียนต่าง ๆ ดังรูปที่ 3 และตารางที่ 1



รูปที่ 3 อาคารเรียนของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ตารางที่ 1 อาคารเรียนของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

ลำดับ	กองวิชา
1	กองเตรียมการและควบคุมการศึกษา
2	กองวิชาประวัติศาสตร์
3	กองวิชาสังคมศาสตร์เพื่อการศึกษา
4	กองวิชาฟิสิกส์
5	กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
6	กองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ
7	กองวิชาอักษรศาสตร์
8	กองวิชาเคมี
9	กองวิชาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
10	กองวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์
11	กองวิชาวิศวกรรมโยธา
12	กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

4.2 การศึกษาและเก็บรวมรวมข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

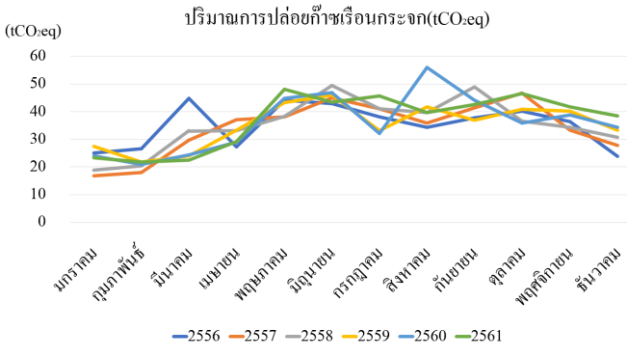
หลังจากที่เก็บรวบรวมการใช้ไฟฟ้าของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นำข้อมูลการใช้ไฟฟ้ามาทำการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้สมการที่ (1) ได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(tCO_2eq) ในแต่ละเดือนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ. 2556 - 2561

เดือน	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก(tCO_2eq)					
	2556	2557	2558	2559	2560	2561
มกราคม	25.09	16.88	18.95	27.49	23.99	23.37
กุมภาพันธ์	26.65	17.94	20.49	21.72	20.97	21.81
มีนาคม	44.78	29.66	33.06	24.05	24.35	22.41
เมษายน	27.30	37.11	33.21	33.34	28.94	29.11
พฤษภาคม	44.07	38.11	38.28	43.32	44.84	48.17
มิถุนายน	42.86	45.08	49.40	46.06	46.91	43.41
กรกฎาคม	38.06	41.08	40.98	33.18	32.15	45.76
สิงหาคม	34.39	35.86	39.63	41.66	56.01	39.63
กันยายน	37.75	41.38	48.92	36.87	44.10	42.53
ตุลาคม	40.22	46.76	36.60	40.85	35.81	46.57
พฤศจิกายน	36.36	33.28	34.36	40.27	38.75	41.78
ธันวาคม	23.81	27.82	30.68	33.30	34.32	38.54

4.3 หารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละเดือนโดยนำข้อมูลมาพล็อตกราฟ พบว่ามีรูปแบบของฤดูกาล ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ.2556 - 2561

จึงได้เลือกใช้วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล การคำนวณหาค่าดัชนีฤดูกาลโดยใช้วิธีหาจุดกึ่งกลางของวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ ได้ค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละเดือนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีฤดูกาลในแต่ละเดือน

เดือน	ดัชนีฤดูกาล	เดือน	ค่าดัชนีฤดูกาล
มกราคม	0.627	กรกฎาคม	1.069
กุมภาพันธ์	0.581	สิงหาคม	1.190
มีนาคม	0.888	กันยายน	1.198
เมษายน	0.912	ตุลาคม	1.147
พฤษภาคม	1.198	พฤศจิกายน	1.044
มิถุนายน	1.327	ธันวาคม	0.852

จากนั้นได้นำค่า TCe หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อแยกส่วนองค์ประกอบฤดูกาลออกแล้ว มาคำนวณด้วยวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ได้สมการดังสมการที่ 5

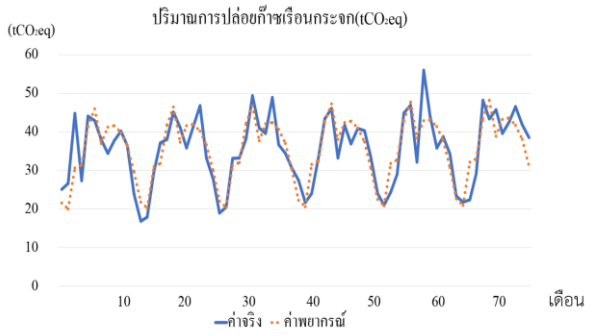
$$Y = 34.4426 + 0.0282X \quad (5)$$

เมื่อนำข้อมูลในอดีตและรูปแบบการพยากรณ์มาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้ค่า MAD, RSE, MAPE ดังตารางที่ 4 โดยผู้วิจัยยังได้ใช้วิธีการพยากรณ์แบบการถดถอยแบบโพลีโนเมียล (Polynomial Regression) และการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก (Moving Averages) 2 เดือน รวมด้วยเพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 4 ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของแต่ละวิธี

รูปแบบการพยากรณ์	MAD	RSE	MAPE
การถดถอยแบบโพลีโนเมียล	7.80	9.39	24.06
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	7.32	9.00	22.09
วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล	3.57	4.59	10.67

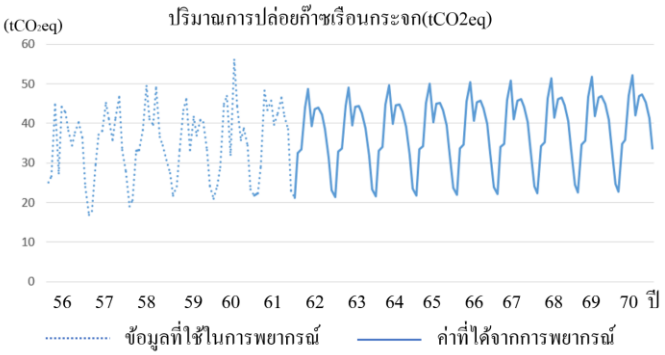
จากตารางความคลาดเคลื่อนจะเห็นว่าวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วนและดัชนีฤดูกาลเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อวาดกราฟข้อมูลในอดีตและรูปแบบการพยากรณ์วิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาลได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอดีตเทียบกับค่าการพยากรณ์

4.4 พยากรณ์หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

เมื่อใช้สมการที่ 5 พยากรณ์หาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและปรับค่าที่ได้ด้วยค่าดัชนีฤดูกาลในปี 2562 ถึง พ.ศ. 2570 ได้ผลดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปี พ.ศ.2562 – 2570

จากผลการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2562 ถึง พ.ศ. 2570 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี

4.5 ผลการพยากรณ์

จากการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าในแต่ละปีจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจากปี พ.ศ. 2562 - 2570

ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)	ปี	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO_2eq)
62	441.18	67	461.51
63	445.24	68	465.57
64	449.31	69	469.64
65	453.38	70	473.71
66	457.44		

5. สรุป

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของส่วนการศึกษาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพื่อพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการพยากรณ์และเลือกการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล (Decomposition method and Seasonal Indexes) เนื่องจากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีรูปแบบของฤดูกาล ก่อนการพยากรณ์ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบค่าความคาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์แบบแยกส่วน และดัชนีฤดูกาล กับวิธีการถดถอยแบบโพลีโนเมียลและวิธีการพยากรณ์แบบการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่ถ่วงน้ำหนักพบว่าวิธีการพยากรณ์แบบ

แยกส่วน และดัชนีฤดูกาลมีค่าความคาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อคำนวณดัชนีฤดูกาลในเดือนมกราคม – ธันวาคม มีค่าดัชนีฤดูกาล 0.627, 0.581, 0.888, 0.912, 1.198, 1.327, 1.069, 1.190, 1.198, 1.147, 1.044 และ 0.852 ตามลำดับ จากนั้นจึงได้แยกส่วนของดัชนีฤดูกาล(s) และนำค่าแยกส่วนองค์ประกอบฤดูกาล(TCe) ประมาณค่าแนวโน้ม โดยวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ได้สมการการพยากรณ์ Y = 34.4426 + 0.0282X เมื่อพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2562 – 2570 มีค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 441.18, 445.24, 449.31, 453.38, 457.44, 461.51, 465.57, 469.64 และ 473.71 tCO_2eq ตามลำดับ โดยจากผลการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะให้โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้ามีการใช้ระบบโซล่าเซลล์ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างจิตสำนึกในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยและการนำผลการวิจัยไปใช้

6.1.1 เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นในแต่ละปี โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าควรใช้ระบบโซลาเซลล์ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการติดตั้งระบบโซลาเซลล์ 1 กิโลวัตต์สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 1.03 tCO_2e ต่อปี (การุณย์, 2561)

6.1.2 ติดตั้งฉนวนกันความร้อนโดยรอบห้องที่มีการปรับอากาศเพื่อลดการสูญเสียพลังงานจากการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคาร

6.1.3 ในสำนักงาน ให้ปิดไฟ ปิดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ในช่วงเวลา 12.00-13.00

6.1.4 ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเริ่มงาน และควรปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกใช้งานเล็กน้อย เพื่อประหยัดไฟ

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรให้มีการสำรวจปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในหน่วยขึ้นตรงของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิจัยนี้สำเร็จลุลวงไปด้วยดีผู้จัดทำวิจัยขอขอบพระคุณ พ.อ.หญิง ผศ.อัญพัชร์ คงวัฒนานันทน์ พ.ท.ผศ.ดร.การุณย์ ชัยวณิชย์ และ ร.ต.กิตติศักดิ์ พิมพ์ขัน ที่ให้คำปรึกษาแนวคิด และคำแนะนำในการดำเนินจัดทำวิจัยตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมอุตุนิยมวิทยา. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. ข้อมูลจาก http://climate.tmd.go.th/content/article/10 (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. บทบาทของประเทศไทยกับการลดก๊าซเรือนกระจก.ข้อมูลจาก https://www.egat.co.th/index. (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[3] การุณย์ ชัยวณิชย์. (2561). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 10(12), 35-46.

[4] กัญญณัช บรรเทาวงค์.(2556). ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงจำนวน 2 แห่ง โดยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[5] ชัยชาญ ฤทธิเกริกไกร. (2558). ศึกษาการพยากรณ์ผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนโยบายด้านพลังงาน ของประเทศไทย โดยใช้ระบบการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] ภัทราพล กองทรัพย์. (2560). การพยากรณ์ยอดขายของข้าวฮางงอก: กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้อยจอมศรี จังหวัดสกลนคร. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 12(2), 92-109.

[7] วรพจน์ เสรีรัฐ. (2540).การวางแผนกระบวนการผลิตและการจัดลำดับงาน.

[8] วีระ ศิริวรรณ. (2556). ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในจังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[9] ศศิประภา ตาลยง. (2560). เปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[10] ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. (2563). ศึกษาการพยากรณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก. ข้อมูลจากhttp://cd.undp.org/content/ (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[11] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. แผนยุทธศาสตร์ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ข้อมูลจาก http://www.oic.go.th (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[12] อนุสรณ์ บุญสง่า.ศึกษาการพยากรณ์ ความหมายและวิธีการพยากรณ์การวิเคราะห์ค่าพยากรณ์พิจารณาข้อมูลพยากรณ์ก่อนการเผยแพร่.ข้อมูลจากhttp://www3.oae.go.th/zone7/images/KMZO (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[13] อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์.การวิเคราะห์ถดถอย 33 ชนิด. ข้อมูลจาก https://businessanalyticsnida.wordpress.com/2016/09/18/32-kinds-of-regression/ (วันที่สืบค้นข้อมูล 7 สิงหาคม 2563)

[14] อัครัช บรรจุศิลป์. (2550).การพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.