

แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการวางแผนพัฒนา ท่าอากาศยานเชียงใหม่

A Prediction Model of Electricity Consumption as Applied to Development Planning of Chiang Mai International Airport

กิตติเชษฐ์ นนทะสุด¹ และธีรพจน์ เวศพันธุ์²
Kittichet Nontasud¹ and Teerapot Wessapan²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹Master of Science Program in Aviation Management, Eastern Asia University

²คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

²Faculty of Aviation, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ เพื่อเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในอนาคต งานวิจัยนี้ทำการศึกษาดัชนีตัวแปรทั้งหมดจำนวน 4 ตัวแปรโดยแบ่งเป็นตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนเที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสาร จำนวนสินค้าและไปรษณีย์และตัวแปรตามจำนวน 1 ตัวแปร คือ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งตัวแปรเหล่านี้เป็นข้อมูลสถิติย้อนหลังระหว่างปี 2551-2559 จากการศึกษาวิจัยพบว่าแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 1.64 และ 2.57 ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเหมาะสมสำหรับนำไปพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานในอนาคต

คำสำคัญ: แบบจำลองการพยากรณ์, การใช้พลังงานไฟฟ้า, โครงข่ายประสาทเทียม, วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ, ท่าอากาศยานเชียงใหม่

Abstract

This research presents a comparative study on the modeling of electricity consumption forecasting of Chiang Mai international airport by artificial neural network and multiple linear regression analysis methods. This research compares the accuracy of each method using mean absolute percentage error (MAPE) to select the most suitable forecasting model for electricity consumption forecasting of Chiang Mai international airport. This study investigated four variables, which were divided into three independent variables: number of flights, passengers, goods and postage. The dependent variable used in the research is electricity consumption. The statistical data obtained between

2008 and 2016 are used for modeling. The study found that the electricity consumption forecasted by artificial neural network and multiple linear regression analysis methods show the mean absolute error of 1.64 and 2.57, respectively. It can be concluded that the electricity consumption forecasted by using the artificial neural network is suitable for predicting the future use of electricity of the airport.

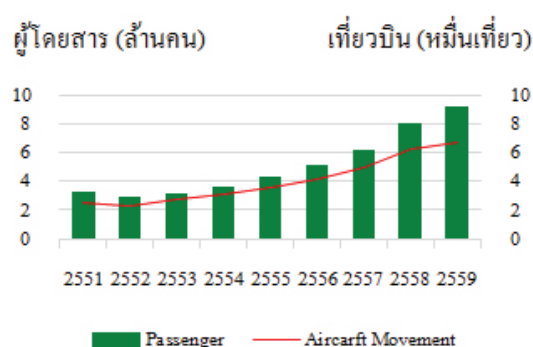
Keywords: prediction model, electricity consumption, neural network, multiple linear regression analysis, Chiang Mai international airport



บทนำ

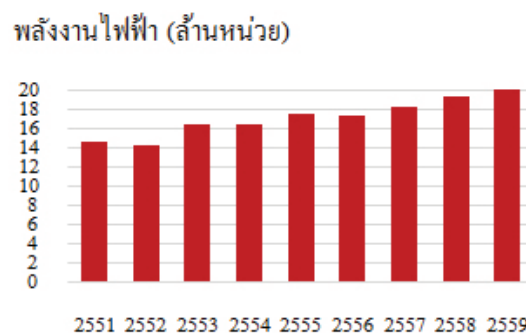
แนวโน้มอุตสาหกรรมการบินของประเทศไทย มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล หนึ่งในกิจกรรมในอุตสาหกรรมการบิน คือ ท่าอากาศยาน ปัจจุบันการใช้งานท่าอากาศยานมีความคับคั่งมากขึ้น จากรายงานสถิติการขนส่งทางอากาศในปี 2559 พบว่าปริมาณการใช้งานท่าอากาศยานที่ดำเนินการ โดย บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทอท. ทั้งหมด 6 แห่งเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 15.97 และแน่นอนว่า ทอท. มีแผนในการปรับปรุงและพัฒนาท่าอากาศยานเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมการบินในอนาคต ทั้งในด้านพื้นที่การใช้งานท่าอากาศยาน รวมทั้งบุคลากรที่เพียงพอแก่การให้บริการ นอกจากนี้สิ่งหนึ่งที่ ทอท. ควรวางแผนเตรียมการคือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับดำเนินการท่าอากาศยาน ซึ่งจะต้องมีอย่างเพียงพอ การวางแผนด้านพลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานนั้นจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยคาดการณ์ทิศทางความต้องการไฟฟ้าในอนาคตที่แม่นยำ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการวางแผนพัฒนาท่าอากาศยานต่อไป (Airports of Thailand Public Company Limited, 2015)

ท่าอากาศยานเชียงใหม่เป็นหนึ่งในท่าอากาศยานที่ดำเนินการโดย ทอท. ซึ่งมีความสามารถในการรองรับจำนวนเที่ยวบินได้ 60,000 เที่ยวบินต่อปี และรองรับจำนวนผู้โดยสารได้ 8 ล้านคนต่อปี จากรายงานทางสถิติระหว่างปี 2551-2559 พบว่าท่าอากาศยานเชียงใหม่มีการใช้งานอย่างคับคั่ง และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 1



ภาพ 1 สถิติจำนวนผู้โดยสารและจำนวนเที่ยวบินระหว่างปี พ.ศ.2551-2559

จากกราฟจะสังเกตเห็นว่า ในปี 2559 จำนวนผู้โดยสารและจำนวนเที่ยวบิน เกินความสามารถในการรองรับของท่าอากาศยานเชียงใหม่ และเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2551 พบว่าจำนวนผู้โดยสารและจำนวนเที่ยวบินเพิ่มขึ้น 181.06% และ 164.31% ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณารายงานสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 2



ภาพ 2 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างปี 2551-2559

จากกราฟจะสังเกตเห็นว่า ในปี 2559 จำนวนการใช้พลังงานไฟฟ้ารายปีของท่าอากาศยานเชียงใหม่เพิ่มขึ้นจากปี 2551 เท่ากับ 37.23% ซึ่งเมื่อพิจารณารายงานสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นท่าอากาศยานเชียงใหม่จะต้องวางแผนด้านพลังงานไฟฟ้าเพื่อรองรับการเติบโตในอนาคต

จากเหตุผลข้างต้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในท่าอากาศยานขึ้น เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสำหรับวางแผนเตรียมการด้านพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความต้องการไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในปัจจุบัน และนำมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในอนาคต

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า

การพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าหมายถึงการคาดการณ์ค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต เพื่อนำผลที่ได้ไปวางแผนในการจัดเตรียมความพร้อมด้านพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอแก่การใช้งาน หรือวางแผนการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ศึกษาการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าหลากหลายวิธีด้วยกัน โดยเฉพาะวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังเช่นงานวิจัยของฐกฤต ปานขลิบ (Panklib, 2013) นำเสนอการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยวิธีการวิเคราะห์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะยาวของประเทศไทย โดยศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ จำนวนประชากร อุณหภูมิสูงสุด และความต้องการพลังงานไฟฟ้า เพื่อพยากรณ์ตัวแปรตาม

หรือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำมากกว่าการวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (R^2) และเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAPE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMAS)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของกงฤทธิ์ โกมาสถิตย์ และปารเมศ ชูติมา (Komsatid & Chutima, 2012) นำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (energy demand) ของประเทศไทยในระยะยาว ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับ มาใช้ในการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ซึ่งพิจารณาจากตัวแปรที่มีนัยสำคัญต่อค่าพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ผลการเปรียบเทียบสามารถสรุปได้ว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าวิธีของคณะกรรมการพยากรณ์แห่งประเทศไทย (Thailand Load Forecast Sub Committee--TLFS) โดยการพิจารณาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์เช่นเดียวกัน

โกวิทย์ แสนพงษ์ (Saenpong, 2012) นำเสนอการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของระบบจำหน่ายแรงดัน 23-115 กิโลโวลต์ สถานีไฟฟ้าบ้านไผ่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม แบบแพร่ย้อนกลับและการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยใช้ข้อมูลความต้องการพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าและค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด จากการเปรียบเทียบโครงข่ายประสาทเทียมกรณีไม่นำอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดร่วมวิเคราะห์พบว่าค่าร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ยสัมบูรณ์ ในการพยากรณ์กรณีไม่นำอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดร่วมวิเคราะห์มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 4.426% และมีค่าน้อยกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่นำอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดร่วมวิเคราะห์ที่มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 4.522%

โอฬาร ธรรมานนท์, มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์ และสมชาติ จิรวิภากร (Thamanon, Leelachindakrairerk & Jiriwibhakorn, 2004) นำเสนอการประยุกต์ใช้

โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดระยะยาว ของระบบ กฟผ. โดยโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำมาเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและอื่น ๆ ที่เชื่อว่ามีผลนัยสำคัญต่อความต้องการไฟฟ้า โครงข่ายประสาทเทียมนี้ได้ออกแบบเพื่อใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า 13 ปี ข้างหน้า นอกจากนี้ได้นำเสนอวิธีเลื่อนหน้าต่างข้อมูลฝึกสอนย้อนหลังไป 2 ปีสำหรับการฝึกสอนซ้ำอย่างต่อเนื่องของโครงข่ายประสาทเทียม จากการเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์ระหว่างโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคการพยากรณ์แบบดั้งเดิม พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมให้ความแม่นยำสูงกว่า โดยมีค่าผิดพลาดเฉลี่ยสมบูรณ์ประมาณ 0.1764%

Ni Ding (2016) อธิบายการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์โหลดของสถานีไฟฟ้าแรงดันระดับกลางและสถานีไฟฟ้าแรงดันต่ำ โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีการของการออกแบบรูปแบบโครงข่ายประสาทเพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความสามารถในการพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่กับชุดข้อมูลที่มีอยู่ เลือกตัวแปรและเลือกรูปแบบที่จะใช้กับการพยากรณ์โหลดไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่ากำลังการผลิตทั่วไปที่ดีที่สุด งานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบผลกับค่าที่วัดได้จริงจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าของฝรั่งเศส ผลการศึกษาพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบอนุกรมเวลาในการพยากรณ์โหลดบนพื้นฐานของข้อมูลเดียวกัน

Isaac Samuel (2016) นำเสนอการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเปรียบเทียบกับวิธีอนุกรมเวลา โดยใช้ข้อมูลโหลดไฟฟ้าจริงของมหาวิทยาลัย Covenant โดยรูปแบบการพยากรณ์นี้จะถูกใช้งานสำหรับพยากรณ์ค่าวันต่อวันของสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อยของมหาวิทยาลัย จากผลการวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เมื่อวัดค่าความผิดพลาดเปรียบเทียบกับค่าเบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.225 คลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.095 และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย เท่ากับ 8.25%

Ashraf Musa (2016) ทำการศึกษาการคาดการณ์โหลดระยะสั้นสำหรับรัฐการ์ตูน ด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลที่มีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นทดลองกับโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมหลายแบบแล้วเลือกแบบที่เหมาะสมกับการคาดการณ์โหลดระยะสั้น ซึ่งโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดคือ โครงข่ายประสาทเทียมที่มี 1 ชั้นซ่อน จากผลการทดสอบแบบสุ่มข้อมูลเป็นเวลาเจ็ดวันให้ ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 3.11%

สุรานิษฐ์ โพธิ์อ่อง (Pho-ong, 2012) นำเสนอการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression) เพื่อหาความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว จากการศึกษาพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถนำมาใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะได้เป็นอย่างดี

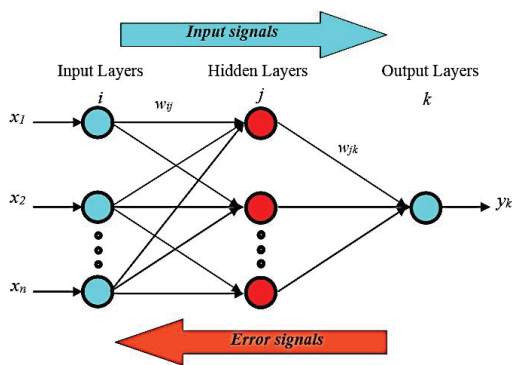
จากงานวิจัยข้างต้น วิธีการพยากรณ์ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่คือ วิธี โครงข่ายประสาทเทียม และวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ส่วนใหญ่จะใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error--MAPE) ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าระยะยาวที่เหมาะสมสำหรับท่าอากาศยานเชียงใหม่ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยพิจารณาความแม่นยำของการพยากรณ์จากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) เป็นแบบจำลองการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางที่มีโครงสร้างเป็นลักษณะของโครงข่ายเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถที่จะรับรู้ข้อมูลและปรับตัวเข้ากับสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่กำลังเผชิญอยู่ ในปัจจุบันโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์อัจฉริยะอย่างได้ผล นอกจากนี้โครงข่ายประสาทเทียมยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กับการคำนวณและการจดจำ เช่นการจำแนกข้อมูล (data classification) การพยากรณ์เหตุการณ์ (forecasting) การบีบอัดข้อมูล (data compression) การกรองสัญญาณรบกวน (noise filtering) เป็นต้น เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบข้อมูลขาเข้า (input) และข้อมูลขาออก (output) ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาที่ยากและซับซ้อนได้ (Nontasud, 2008)

ในปัจจุบันโครงข่ายประสาทเทียมมีหลากหลายชนิด ในการศึกษาวิจัยจะเลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ย้อนกลับ (back propagation) แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 โครงข่ายประสาทเทียมชนิดย้อนกลับ

ภาพ 3 เป็นลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ย้อนกลับ ซึ่งมีอยู่ทั้งหมดเป็นจำนวน 3 ชั้น ดังนี้ คือ ชั้นขาเข้า(input layer) ชั้นซ่อน (hidden layer) และชั้นขาออก (output layer) แต่ละชั้นจะมีเซลล์ประสาทเทียมที่เรียกว่าโหนด (Node) ซึ่งมีจำนวนตามที่กำหนดเชื่อมต่อกันด้วยเส้นเชื่อมโครงข่าย และแต่ละเส้นเชื่อมโครงข่ายจะมีค่า w คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) ในกระบวนการทำงานของโครงข่ายนั้นเมื่อมีข้อมูลขาเข้ามายังโครงข่ายก็นำเอาข้อมูลนั้นมาคูณกับค่าถ่วงน้ำหนัก ผลที่ได้จะเอามารวมกันแล้วก็เอามาเทียบกับ เทรสโวลที่กำหนดไว้ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่าเทรสโวลแล้ว เซลล์ประสาทก็จะส่งข้อมูลออกไป ข้อมูลดังกล่าวนี้ก็จะถูกส่งไปเป็นข้อมูลขาเข้าของเซลล์ประสาทอื่น ๆ ที่เชื่อมกันในโครงข่าย ผลลัพธ์หรือข้อมูลขาออกของโครงข่ายประสาทเทียมแสดงความสัมพันธ์ดังสมการ

$$y_j^h = \sum_{i=1}^n w_{ji}^h x_i + \theta_j^h$$

เมื่อ i แทนลำดับเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า
 j แทนลำดับเซลล์ในชั้นซ่อน
 h แทนจำนวนชั้นซ่อน
 n แทนจำนวนเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า
 θ_j^h แทนค่าไบแอสในระดับชั้นซ่อน
 x_i^j แทนค่าข้อมูลขาออกที่ส่งจากชั้นข้อมูลขาเข้า
 w^h แทนค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับเซลล์ j ในชั้น h

y^h แทนค่าผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลขาเข้าและค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับ j

ในกระบวนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ย้อนกลับ ในระดับชั้นขาออกจะได้ค่าข้อมูลขาออกมาค่าหนึ่ง ซึ่งค่าข้อมูลขาออกนี้จะนำไปตรวจสอบหาค่าความผิดพลาดของโครงข่าย และค่าความผิดพลาดของโครงข่ายจะมีการแพร่ค่าย้อนกลับเพื่อนำมาปรับค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายได้มีการปรับเปลี่ยนให้มีค่าที่สามารถทำให้ข้อมูลขาออกที่ได้จากโครงข่ายเท่ากับหรือใกล้เคียงกับข้อมูลขาออกที่ต้องการ โดยในกระบวนการย้อนกลับเพื่อการปรับค่าน้ำหนักในแต่ละครั้งของโครงข่ายจะขึ้นอยู่กับค่าข้อมูลขาออกที่ได้ และในการหาค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่าย มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ การกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผลของโครงข่าย หรือการกำหนดผลของข้อมูลขาออกที่มีค่าความผิดพลาดที่ระบบโครงข่ายสามารถยอมรับได้

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปกับตัวแปรตาม 1 ตัว ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (multiple correlation coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

จำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์กัน เช่นใด ซึ่งสามารถเขียนสมการเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปสมการถดถอย ดังนี้

$$Z'_y = \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_k Z_k$$

เมื่อ Z'_y แทนคะแนนพยากรณ์ในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรตาม

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k

$Z_1, Z_2, \dots, Z_k$ แทนคะแนนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k

k แทนจำนวนตัวแปรอิสระ

ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

งานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับ วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ การวัดค่าความถูกต้องการพยากรณ์ผู้วิจัยจะพิจารณาที่ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error--MAPE) ซึ่งค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์นี้จะสามารถบอกได้ว่าค่าพยากรณ์ที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากค่าจริงร้อยละเท่าใด ความหมายคือ ค่ายิ่งน้อยการพยากรณ์จะแม่นยำ ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สามารถหาได้จากสมการดังนี้

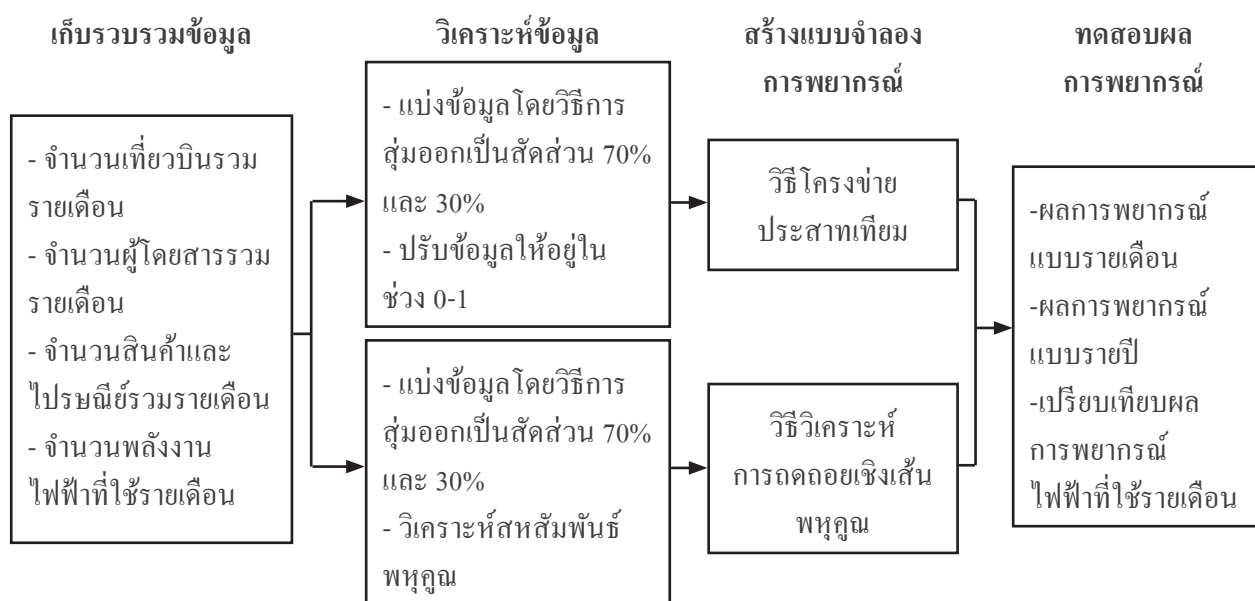
$$MAPE = \sum \left(\frac{|y - \hat{y}|}{y} \right) \times 100$$

เมื่อ y คือ ค่าจริงหรือค่าสังเกต

$\hat{y}$ คือ ค่าพยากรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับท่าอากาศยานเชียงใหม่ โดยมีรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งจะทำให้การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างไรบ้าง แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระมาพยากรณ์ตัวแปรตาม ในรูปแบบการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และโครงข่ายประสาทเทียม แล้วทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ที่ได้จากทั้ง 2 วิธี และคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้พยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย (1) จำนวนเที่ยวบินรวมรายเดือน (2) จำนวนผู้โดยสารรวมรายเดือน (3) จำนวนสินค้าและไปรษณียกรรวมรายเดือน และ (4) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมรายเดือน ซึ่งตัวแปรเหล่านี้เป็นข้อมูลทางสถิติระดับอัตราส่วน (ratio scale) ที่เก็บรวบรวมโดยท่าอากาศยานเชียงใหม่ ระหว่างปี 2551-2559 ซึ่งวิธีดำเนินการวิจัยแสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 วิธีดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ตัวแปรที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 4 ตัวแปร แบ่งเป็น ตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ (1) จำนวนเที่ยวบินรวมรายเดือน (2) จำนวนผู้โดยสารรวมรายเดือน (3) จำนวนสินค้าและไปรษณียารวมรายเดือน และตัวแปรตามจำนวน 1 ตัวแปร คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งตัวแปรทั้งหมดดังกล่าวได้มาจากข้อมูลสถิติที่เก็บรวบรวมไว้โดยท่าอากาศยานเชียงใหม่ระหว่างปี 2551-2559 ซึ่งเป็นข้อมูลในระดับอัตราส่วน ทั้งนี้แบบจำลองการพยากรณ์ที่ได้จากทั้งสองวิธีจะถูกทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และจะเลือกวิธีการพยากรณ์

ที่มีความแม่นยำที่สุดสำหรับใช้ในการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในอนาคตต่อไป ซึ่งได้ผลดังนี้

แบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีตัวแปรที่ทำการศึกษาทั้งหมด 4 ตัวแปร ซึ่งตัวแปรเหล่านี้เป็นข้อมูลระดับอัตราส่วนโดยแบ่งออกเป็น ตัวแปรอิสระที่จำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนเที่ยวบินรวมรายเดือน จำนวนผู้โดยสารรวมรายเดือน และจำนวนสินค้าและไปรษณียารวมรายเดือน และตัวแปรตามจำนวน 1 ตัวแปร คือ ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายเดือน ซึ่งตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวแปรนี้ จะถูกทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.666	0.443	0.427	172178.246

จากตาราง 1 ค่า R คือค่าที่แสดงถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระทั้งหมด คือ จำนวนเที่ยวบินรวมรายเดือน จำนวนผู้โดยสารรวมรายเดือน และจำนวนสินค้าและไปรษณียารวมรายเดือน กับตัวแปรตาม คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมรายเดือน จากตารางพบว่าค่า R ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.666 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันที่สามารถใช้เป็นตัวแปรอิสระสำหรับพยากรณ์ตัวแปรตามได้ดี

เมื่อพิจารณาค่า adjusted R^2 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีต่อตัวแปรตาม จาก

ตารางค่า adjusted R^2 มีค่าเท่ากับ 0.427 แสดงว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามที่เป็นค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายเดือนร้อยละ 42.70

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระและตรวจสอบตัวแปรอิสระแต่ละตัวว่ามีอิทธิพลต่อการพยากรณ์หรือสามารถใช้เป็นตัวแปรในการพยากรณ์ตัวแปรตามหรือค่าพลังงานไฟฟ้าได้ โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยสถิติทดสอบ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งผลการตรวจสอบแสดงดังในตาราง 2

ตาราง 2

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและผลการทดสอบค่าสถิติ

กลุ่มตัวแปรที่ศึกษาความสัมพันธ์ กับค่าพลังงานไฟฟ้า	coefficients		t	Sig.
	b	β		
constant	107,4813.620	-	6.024	0.000*
จำนวนเที่ยวบิน	430.379	2.476	5.971	0.000*
จำนวนผู้โดยสาร	-2.397	-1.963	-4.771	0.000*
จำนวนสินค้าและไปรษณีย์	-43.190	-0.035	-4.54	0.651

*หมายถึงปฏิเสธสมมติฐานทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตาราง 2 เป็นผลการตรวจสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีการกำหนดสมมติฐานดังนี้

H_0 คือ ตัวแปรอิสระตัวที่ i ไม่สามารถใช้พยากรณ์ตัวแปรตามได้

H_1 คือ ตัวแปรอิสระตัวที่ i สามารถใช้พยากรณ์ตัวแปรตามได้

จากตารางผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า กลุ่มตัวแปรอิสระทั้ง 3 มีตัวแปร 2 ตัวแปร ที่มีอิทธิพลต่อ ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายเดือน ได้แก่ จำนวนเที่ยวบินรวมรายเดือน และจำนวนผู้โดยสารรวมรายเดือน เนื่องจากการปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ค่าความน่าจะเป็นมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) และมีตัวแปรอิสระอีก 1 ตัวที่มีอิทธิพลต่อการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าน้อยคือ จำนวนสินค้าและไปรษณีย์ เนื่องจากการยอมรับสมมติฐาน H_0 กล่าวคือค่าความน่าจะเป็นมีค่าเท่ากับ 0.651 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (0.05) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระในรูปของคะแนนมาตรฐาน β ดังนี้

$$\hat{z}_y = 2.476z_1 - 1.963z_2 - 0.035z_3$$

เมื่อ $\hat{z}_y$ คือ คะแนนมาตรฐานค่าพลังงานไฟฟ้า

z_1 คือ คะแนนมาตรฐานจำนวนเที่ยวบิน

z_2 คือ คะแนนมาตรฐานจำนวนผู้โดยสาร

z_3 คือ คะแนนมาตรฐานจำนวนสินค้าและไปรษณีย์

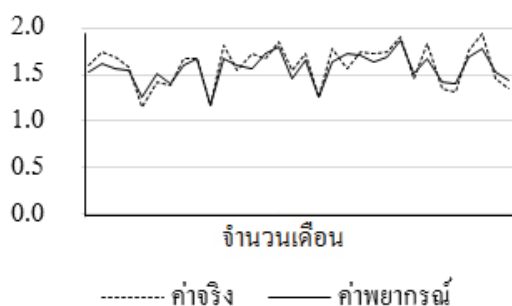
ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระในรูปของคะแนนมาตรฐานหรือค่า β จะแสดงถึงน้ำหนักความสำคัญหรืออิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม กล่าวคือ ถ้าค่า β มีค่าสูงแสดงว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมาก ส่วนเครื่องหมายบวกและลบหน้าค่า β จะแสดงถึงทิศทางของน้ำหนักความสำคัญว่าไปในทิศทางเดียวกันหรือตรงข้ามกันกับตัวแปรตาม

จากตาราง 2 พบว่าค่า β ของจำนวนเที่ยวบินมีค่าเท่ากับ 2.476 หมายความว่าจำนวนเที่ยวบินมีอิทธิพลต่อพลังงานไฟฟ้ามาก และน้ำหนักความสำคัญของจำนวนเที่ยวบินไปในทิศทางเดียวกันกับพลังงานไฟฟ้าคือ ถ้าจำนวนเที่ยวบินเพิ่มส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาค่า β ของจำนวนผู้โดยสาร พบว่ามีค่าเท่ากับ -1.963 หมายความว่าจำนวนผู้โดยสารมีอิทธิพลต่อพลังงานไฟฟ้ามากร่องลงมาจากจำนวนเที่ยวบิน และน้ำหนักความสำคัญของจำนวนผู้โดยสารไปในทิศทางตรงกันข้ามกับพลังงานไฟฟ้าคือ ถ้าจำนวนผู้โดยสารเพิ่มขึ้นส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าลดลง

เมื่อนำสมการการพยากรณ์ที่ได้มาทดสอบโดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบแบบรายเดือนเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าจริง จะได้ผลการทดสอบดังภาพ 5

พลังงานไฟฟ้า (ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง)



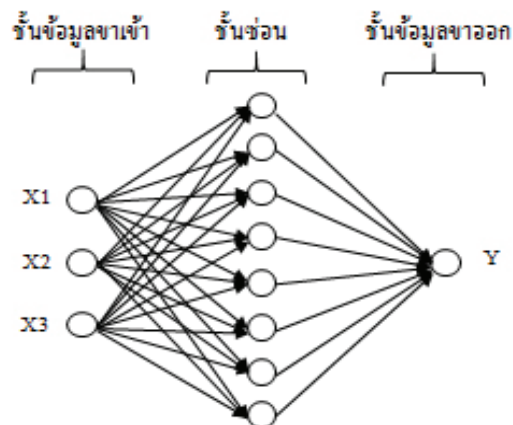
ภาพ 5 ผลการพยากรณ์วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น พหุคูณด้วยชุดข้อมูลทดสอบรายเดือน

จากภาพ 5 เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าในแบบรายเดือนที่เป็นค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบแบบรายเดือนที่ได้จากการสุ่มจำนวน 36 เดือน จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่เกิดขึ้นพบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 9.76 และค่าสุดมีค่าเท่ากับ 0.13 ซึ่งเมื่อนำค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของทุกชุดข้อมูลมาทำการเฉลี่ย พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.04

แบบจำลองการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

ข้อมูลที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยวิธีการสุ่มเลือกข้อมูล คือ ส่วนที่ 1 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ร้อยละ 70 ของชุดข้อมูลทั้งหมด ส่วนที่ 2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม ร้อยละ 30 ของข้อมูลทั้งหมด โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาปรับค่าให้อยู่ในช่วง 0-1 ก่อนที่จะใช้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมต่อไป

ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะแบ่งออกเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้ (1) ชั้นข้อมูลขาเข้า (input layer) (2) ชั้นซ่อน (hidden layer) และ (3) ชั้นข้อมูลขาออก (output layer) ซึ่งโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการวิจัย

จากภาพ 6 เป็นลักษณะโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้สำหรับการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ชั้น และแต่ละชั้นมีจำนวนเซลล์ประสาทเทียม ที่เรียกว่า โหนด (Node) ดังนี้

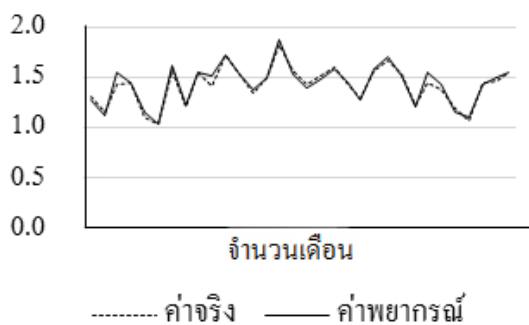
ชั้นข้อมูลขาเข้า มีทั้งหมด 3 โหนด ซึ่งแต่ละโหนดจะแทนตัวแปรอิสระ X1 X2 และ X3 เมื่อตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว คือ จำนวนเที่ยวบินรวมแต่ละเดือน จำนวนผู้โดยสารรวมแต่ละเดือน และจำนวนสินค้าและไปรษณียกรรวมแต่ละเดือน ตามลำดับ

ชั้นซ่อน มีทั้งหมด 8 โหนด แต่ละโหนดจะแทนเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์ ซึ่งในการกำหนดโหนดในชั้นซ่อนที่เหมาะสมนั้น ควรมีจำนวนโหนดไม่น้อยกว่าสองเท่าของจำนวนโหนดในชั้นข้อมูลขาเข้า

ชั้นข้อมูลขาออก มีโหนดจำนวน 1 โหนด ซึ่งจะแทนตัวแปรตาม Y ที่ทำการศึกษา นั่นคือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้แต่ละเดือน

เมื่อได้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมแล้ว ลำดับต่อไปนำชุดข้อมูลที่เลือกไว้ในส่วนที่ 1 ป้อนเข้าให้กับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้โครงข่ายเรียนรู้ข้อมูล และทำการทดสอบค่าการพยากรณ์ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมด้วยชุดข้อมูลส่วนที่ 2 ซึ่งให้ผลการทดสอบดังกราฟในภาพ 7

พลังงานไฟฟ้า (ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง)



ภาพ 7 ผลการพยากรณ์วิธีโครงข่ายประสาทเทียมด้วยชุดข้อมูลทดสอบรายเดือน

จากภาพ 7 เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบแบบรายเดือนที่ได้รับการสุ่มจำนวน 36 เดือน จากกราฟพบว่าเส้นกราฟของค่าพยากรณ์มีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นกราฟของค่าจริง ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำ

ผลจากการทดสอบนั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 8.58 ค่าสุดมีค่าเท่ากับ 0.05 จากค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อน

สัมบูรณ์ของแต่ละชุดข้อมูลเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยพบว่ามีความเท่ากับ 2.23

ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

หลังจากได้แบบจำลองการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้าโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่โดยใช้ชุดข้อมูลทั้งหมดซึ่งเป็นข้อมูลรายเดือนในช่วงระหว่างปี 2551-2559 และนำผลการพยากรณ์ที่ได้มารวมกันเป็นค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายปี แล้วเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนค่าพลังงานไฟฟ้าแบบรวมรายปีที่ได้จากการพยากรณ์ กับค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายปีที่ใช้จริง โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ พร้อมทั้งทำการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ล่วงหน้า 5 ปี คือในปี 2564 โดยที่พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระดังนี้ (1) จำนวนเที่ยวบินมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 11.3 ต่อปี (2) จำนวนผู้โดยสารมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 11.5 ต่อปี และ (3) จำนวนสินค้าและไปรษณียรมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.3 ต่อปี ซึ่งผลการพยากรณ์แสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า

ปี	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		
	ค่าจริง	โครงข่ายประสาทเทียม	การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ
2551	14,678,080	14,904,780	15,134,327
2552	14,194,400	14,275,996	14,986,778
2553	16,405,280	16,678,353	16,206,902
2554	16,404,420	16,311,207	16,470,842
2555	17,480,160	17,919,164	16,962,178
2556	17,404,480	17,267,044	17,421,015

ตาราง 3

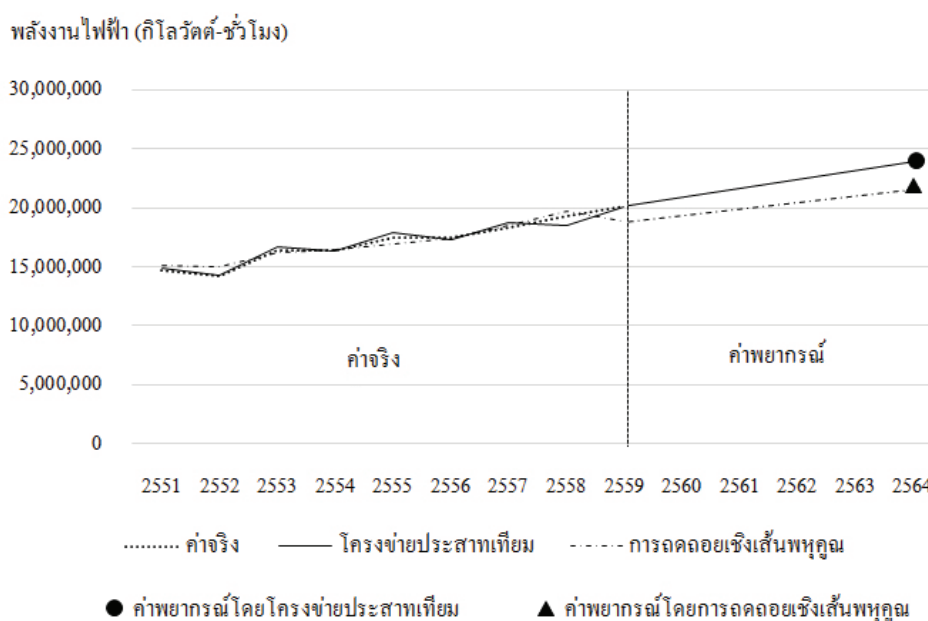
ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์พลังงานไฟฟ้า (ต่อ)

ปี	พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)		
	ค่าจริง	โครงข่ายประสาทเทียม	การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ
2557	18,272,800	18,740,392	18,551,779
2558	19,303,080	18,483,468	19,686,021
2559	20,142,400	20,080,781	18,873,743
ค่าเฉลี่ย MAPE (%)		1.64	2.57
2564	-	24,288,778	20,740,060

จากตาราง 3 พบว่าการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำกว่าวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เนื่องจากค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าเท่ากับ 1.64 ซึ่งน้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนั้นแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมจึงมีความที่เหมาะสมสำหรับท่าอากาศยานเชียงใหม่ เพื่อนำไปใช้พยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยาน

ในอนาคต และเมื่อทดลองพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในปี 2564 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้มีค่าเท่ากับ 24,288,778 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (หน่วย)

จากข้อมูลในตาราง 3 เมื่อนำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยทั้งสองวิธี และผลการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคตระหว่างปี 2564 แสดงดังภาพ 8



ภาพ 8 การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าแบบรายปี และผลการพยากรณ์ในปี 2564

การอภิปรายผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำกว่าวิธีวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณภายใต้เงื่อนไขและตัวแปรเดียวกัน โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของทั้งสองวิธีมีค่า 1.64 และ 2.57 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของฐกฤต ปานขลิบ (Panklib, 2013) ที่กล่าวว่าการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำมากกว่าการวิเคราะห์โดยใช้วิธีวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เนื่องจากค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมน้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

และนอกจากนี้งานวิจัยของกฤษฎี โกมาสดี (Komasatith, 2012) กล่าวว่า การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (energy demand) ของประเทศไทยในระยะยาว ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าวิธีของคณะอนุกรรมการพยากรณ์แห่งประเทศไทย โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เช่นเดียวกัน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการพยากรณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมจึงมีความเหมาะสมสำหรับนำไปเป็นเครื่องมือในการคาดการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของท่าอากาศยานเชียงใหม่ในอนาคตเพื่อที่ทางท่าอากาศยานเชียงใหม่จะได้เตรียมความพร้อมด้านพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการขับเคลื่อนกิจการของท่าอากาศยานที่เติบโตขึ้นในอนาคตต่อไป



References

- Airports of Thailand Public Company Limited. (2015). *Air transport statistic*. Retrieved from <https://airportthai.co.th/main/th/1115-air-transport-statistic> (in Thai)
- Ding, N. (2016). Neural network-based model design for short-term load forecast in distribution systems. *IEEE Transactions on Power Systems*, 31(1), 72-81.
- Komasatith, K., & Chutima, P. (2012). Long-term Thailand electrical load forecasting with an artificial neural network approach. *IE Network Conference 2012*, Bangkok. (in Thai)
- Musa, A., & Attia, T. (2016). *Modeling of short-term electric load forecasting for Khartoum state using artificial neural networks*. Retrieved from <http://khartoumspace.uofk.edu/handle/123456789/19762>
- Nontasud, S. (2008). *Error reduction of GPS receiver due to TEC irregularities by artificial neural network*. Master of Engineering (Telecommunication Engineering) Thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- Panklib, T. (2013). Electricity consumption forecasting in Thailand using artificial neural network and multiple linear regression. *The Journal of Applied Science*, 12(2), 58-67. (in Thai)

- Pho-ong, S. (2012). *Short term load forecasting in smart grid*. Master of Engineering (Electrical Engineering) Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Saenpong, K. (2012). *The short-term load forecasting for Ban-Phai distribution using artificial neural network*. Master of Engineering (Computer and Electrical Engineering) Thesis, Mahasarakham University. (in Thai)
- Samuel, I. A., Ojewola, T., Awelewa, A., & Amaize, P. (2016). Short-term load forecasting using the time series and artificial neural network methods. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 11(1), 72-81.
- Thamanon, O., Leelachindakrairerk, M., & Jiriwibhakorn, S. (2004). Long-term peak load forecasting for EGAT system using artificial neural networks. *Ladkrabang Engineering Journal*, 21(2), 31-36.

