

แบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยใช้วิธีผสมของ วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์และ ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

Electricity Consumption Forecasting Model Using Hybrid Holt–Winters Exponential Smoothing and Artificial Bee Colony Algorithm

สิทธา แก้วแปงจันทร์* เสมอแซ สมหอม* และ ลำปาง แสงจันทร์*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทย ด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์เพื่อพยากรณ์ข้อมูลและใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมในการหาพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสมโดยทดลองตำแหน่งทศนิยม 1 ถึง 5 ตำแหน่ง ผลการวิจัยพบว่าขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมใช้เวลาในการหาพารามิเตอร์น้อยกว่าวิธีทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ทศนิยม 2 ตำแหน่งขึ้นไป ขณะที่ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีค่าน้อยกว่าวิธีการสุ่มแบบต่างๆไป ที่มีการทดลองสุ่ม 40,000 ครั้ง

คำสำคัญ: การใช้ไฟฟ้า การพยากรณ์ วิธีการปรับให้เรียบ วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

Abstract

This research presents a model for Thailand's electrical consumption forecasting by using the Holt-Winters exponential smoothing model for in order to predicts future electricity consumption data and using the artificial bee colony algorithm for optimization smoothing parameters which trial taking 1-5 decimal places. The results show that searching time for

* คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

the best parameters value of smoothing parameters is less than conventional searching method which is has more than 1 decimal point while mean absolute percentage error is less than general random search method with trial 40,000 times.

Keyword: electricity consumption, forecasting, smoothing method, Holt-Winters exponential smoothing method, artificial bee colony algorithm.

1. บทนำ

ไฟฟ้าถือเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตประจำวัน และเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจที่กำลังขยายตัว การพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าล่วงหน้าเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้องค์กรที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนบริหารจัดการเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคตได้ การพยากรณ์การใช้ไฟฟ้ามีหลายวิธี เช่น วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing) [1] การถดถอยพหุคูณ (Multiple-regression) [2] การใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) [3] เป็นต้น การพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลต์-วินเทอร์ (Holt-Winters exponential smoothing method: HWS) [4] เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะของแนวโน้ม

และฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยมีพารามิเตอร์การปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับระดับ (α) ค่าคงที่ปรับแนวโน้ม (β) และค่าคงที่ปรับฤดูกาล (γ) แต่ละค่ามีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งยากแก่การทดลองทุกค่าจึงทำให้เกิดปัญหาในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดในเวลาอันควร ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม (Artificial bee colony algorithm: ABC) [5], [6] เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด (Optimization problem)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมและนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสมของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์ โดยอาศัยข้อมูลการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทยมาสร้างรูปแบบจำลองการพยากรณ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์

วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์ [4] จัดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series analysis) ซึ่งนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อกำหนดตัวแบบจำลอง และนำแบบจำลองนั้นมาพยากรณ์ค่าอนาคต วิธีการนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งวิธีการนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวก (Holt-Winters additive seasonal exponential smoothing method; Additive HWS) ซึ่งเหมาะกับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาลที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป และวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลของฤดูกาลแบบคูณ (Holt-Winters multiplicative seasonal exponential smoothing method; Multiplicative HWS) ซึ่งเหมาะกับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป งานวิจัยนี้จะกล่าวถึง วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมต์-วินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบบวกเท่านั้น โดยมีสมการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลรายเดือน คือ

$$F_{t+m} = L_t + mT_t + S_{t-12+m} \quad (1)$$

$$L_t = \alpha (Y_t - S_{t-12}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (3)$$

$$S_t = \gamma (Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-12} \quad (4)$$

เมื่อ F_{t+m} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เดือนที่ $t+m$; $m = 1, 2, \dots, 12$; Y_t คือ ค่าข้อมูลจริง ณ เดือนที่ t ; L_t คือ ค่าประมาณระดับของข้อมูล ณ เดือนที่ t ; T_t คือ ค่าประมาณแนวโน้มของข้อมูล ณ เดือนที่ t ; S_t คือ ค่าประมาณฤดูกาลของข้อมูล ณ เดือนที่ t ; α คือ ค่าคงที่ปรับระดับของข้อมูล มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1; β คือ ค่าคงที่ปรับแนวโน้มของข้อมูล มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 และ γ คือ ค่าคงที่ปรับฤดูกาลของข้อมูล มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

2.2 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม [5] เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากค่าหรือวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ เช่น ค่าน้อยที่สุด หรือมากที่สุดของปัญหาที่ต้องการแก้ปัญหา ขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมได้เลียนแบบพฤติกรรมการออกหาอาหารของอาณานิคมผึ้ง ประชากรของอาณานิคมผึ้งเทียมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน จำนวนเท่าๆ กัน คือ ผึ้งมีงานทำ (Employed bees) และผึ้งเฝ้าดู (Onlooker bees) โดยผึ้งมีงานทำจะออกหาอาหารแล้วกลับมาให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาหารที่พบให้กับผึ้งเฝ้าดูที่รออยู่ในรัง ผึ้งเฝ้าดูจะเลือกผึ้งมีงานทำเพื่อตามออกไปเก็บอาหารขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้รับจากผึ้งมีงานทำ ถ้าอาหารแหล่งใดถูกเก็บจนหมด ผึ้งมีงานทำที่เป็นเจ้าของแหล่งอาหารนั้นจะกลายไปเป็นผึ้งสำรวจ (Scout bees) เพื่อสุ่มสำรวจหาแหล่งอาหารใหม่ ขั้นตอนอาณานิคมผึ้งเทียมสำหรับปัญหาการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดมีขั้นตอนหลักดังนี้

- 1) เริ่มต้นสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ให้กับผึ้งมีงานทำ
- 2) ผึ้งมีงานทำสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์เดิมแล้วเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากกว่า
- 3) ผึ้งเฝ้าดูแต่ละตัวเลือกผึ้งมีงานทำโดยขึ้นอยู่กับค่าความเหมาะสมของผึ้งมีงานทำ แล้วสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์ของผึ้งมีงานทำที่เลือก ซึ่งผึ้งมีงานทำจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมมากกว่า
- 4) จัดจำเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ดีที่สุดตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง

ขั้นตอนที่

5) หาเวกเตอร์พารามิเตอร์ของฟังก์ชันงานทำที่ต้องละทิ้ง แล้วกำหนดให้เป็นฟังก์ชันสำรวจที่สร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ขึ้นมาใหม่

6) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-5 จนกระทั่งครบตามจำนวนรอบที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 1 เวกเตอร์พารามิเตอร์ $\bar{x}_i$ ประกอบด้วย สมาชิก x_{ij} เมื่อ $i = 1, 2, \dots, S_N$; S_N คือ จำนวนของฟังก์ชันงานทำทั้งหมด และ $j = 1, 2, \dots, D$; D คือ จำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ต้องการหาค่าที่เหมาะสม โดย x_{ij} สร้างโดย (5) แล้วคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์และความเหมาะสมโดย (6)

$$x_{ij} = l_j + \text{random}(0,1) \times (u_j - l_j) \quad (5)$$

เมื่อ l_j และ u_j คือ ค่าต่ำสุดและสูงสุดของพารามิเตอร์ x_{ij} ตามลำดับ

$$fit_{ij}(\bar{x}_i) = \begin{cases} \frac{1}{1 + f_i(\bar{x}_i)} & \text{If } f_i(\bar{x}_i) \geq 0 \\ 1 + |f_i(\bar{x}_i)| & \text{If } f_i(\bar{x}_i) < 0 \end{cases} \quad (6)$$

เมื่อ $f_i(\bar{x}_i)$ คือ ค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับเวกเตอร์พารามิเตอร์ $\bar{x}_i$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 ฟังก์ชันงานสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่ $\bar{v}_i$ จาก $\bar{x}_i$ โดย (7) แล้วคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์และความเหมาะสมเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 1

$$v_{ij} = x_{ij} + \phi \times x_{ij} - x_{ij} \quad (7)$$

เมื่อ $\bar{x}_i$ คือ เวกเตอร์พารามิเตอร์ที่สุ่มจาก $\bar{x}$ ที่ไม่ใช่เวกเตอร์พารามิเตอร์เดียวกันกับ $\bar{x}_i$; i คือจำนวนเต็มสุ่มที่มีค่าระหว่าง 1 ถึง D และ ϕ เป็นตัวเลขสุ่มที่มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ฟังก์ชันงานทำจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ระหว่าง $\bar{x}_i$ และ $\bar{v}_i$ ที่ให้ค่าความเหมาะสมที่มากกว่า

ขั้นตอนที่ 3 ฟังก์ชันเลือกฟังก์ชันงานทำโดยพิจารณาจากความน่าจะเป็น p_i ของค่า $fit_i(\bar{x}_i)$ ที่หาโดย (8)

$$p_i = \frac{fit_i(\bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^{S_N} fit_i(\bar{x}_i)} \quad (8)$$

กระบวนการเลือกฟังก์ชันงานทำของฟังก์ชันเลือก จะเริ่มจากฟังก์

ชันเลือกแต่ละตัวสุ่มค่าระหว่าง 0 ถึง 1 มาหนึ่งค่าแล้วเทียบกับค่า p_i ถ้าค่าสุ่มนั้นมีค่าน้อยกว่า ฟังก์ชันเลือกจะเลือกฟังก์ชันงานทำตัวนั้น ฟังก์ชันเลือกจะสร้างเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่จากเวกเตอร์พารามิเตอร์ของฟังก์ชันงานทำที่เลือก พร้อมทั้งคำนวณค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์และความเหมาะสม แล้วฟังก์ชันงานทำจะเลือกเวกเตอร์พารามิเตอร์ที่ให้ค่าความเหมาะสมที่มากกว่าเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 ฟังก์ชันงานทำตัวใดที่ไม่ถูกปรับค่าเวกเตอร์พารามิเตอร์ติดต่อกันจนถึงจำนวนที่กำหนดไว้ (Limit or abandonment criterion) ก็จะถูกกำหนดให้เป็นฟังก์ชันสำรวจแล้วกำหนดเวกเตอร์พารามิเตอร์ใหม่ด้วยสมการ (5)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียมมาใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสมของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ที่ทำให้แบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด โดยอาศัยข้อมูลการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศ ไทยมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ วิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 การเตรียมข้อมูลในการทดลอง

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทยรายเดือนจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เป็นระยะเวลา 5 ปี หรือ 60 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดเรียนรู้ (Training set) ประกอบด้วย 48 ค่าแรก หรือ 4 ปีแรก เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง และชุดทดสอบ (Testing set) ที่ประกอบด้วยข้อมูล 12 ค่าสุดท้าย หรือปีสุดท้าย สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์

3.2 การออกแบบแบบจำลองการพยากรณ์

แบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า คือ วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ที่มีอิทธิพลฤดูกาลแบบบวก การหาค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสมที่สุดของวิธีการปรับให้เรียบนี้หาได้จากขั้นตอนวิธีอาณานิคมผึ้งเทียม โดยได้มีการปรับปรุงขั้นตอนวิธีขั้นตอนอาณานิคมผึ้งเทียมเพื่อให้เหมาะสมกับปัญหาดังต่อไปนี้

1) เวกเตอร์พารามิเตอร์ ($\bar{x}_i$) ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับระดับ ค่าคงที่ปรับแนวโน้ม และค่าคงที่



ปรับฤดูกาล

2) ค่าต่ำสุดและสูงสุดของพารามิเตอร์แต่ละตัว คือ 0 และ 1 ตามลำดับ

3) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมคือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean absolute percentage error; MAPE) จากการพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ ดังสมการ (9)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - F_t}{y_t} \right| \times 100}{n} \quad (9)$$

เมื่อ y_t คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริง ณ เดือนที่ t ; F_t คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ ณ เดือนที่ t และ n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ทดสอบ โดยข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองคือข้อมูลชุดเรียนรู้

ค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมในการทดลองครั้งนี้มีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้

- 1) ประชากรของผึ้งในอาณานิคมมีค่าเท่ากับ 10 ตัว
- 2) จำนวนรอบของการค้นหามีค่าเท่ากับ 2,000 รอบ
- 3) ค่าจำกัดการละทิ้งคำตอบมีค่าเท่ากับ 100 ครั้ง

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1) หาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีการทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้ที่ตำแหน่งทดสอบ 1 และ 2 ตำแหน่ง และวิธีการสุ่มค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้จำนวน 40,000 ครั้งซึ่งตำแหน่งทดสอบ 1 ถึง 5 ตำแหน่งแล้วเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดและค่า MAPE ที่ได้จากแบบจำลองการพยากรณ์ในวิธีดังกล่าวกับค่าเหล่านี้ที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมที่ตำแหน่งทดสอบ 1 ถึง 5 ตำแหน่ง

2) นำข้อมูลชุดทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองการพยากรณ์ที่หาค่าพารามิเตอร์ด้วยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียม โดยวัดค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในรูปของค่า MAPE

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

จากการหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมกับวิธีการทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้ที่ตำแหน่งทดสอบ 1 และ 2 ตำแหน่ง และวิธีการสุ่มค่าพารามิเตอร์ที่เป็นไปได้จำนวน 40,000 ครั้งซึ่งตำแหน่งทดสอบ 1 ถึง 5 ตำแหน่ง เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดและค่า MAPE ที่ได้จากแบบจำลองการพยากรณ์ในวิธีต่างๆ นั้น ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพแบบจำลองต่าง ๆ สำหรับข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ ด้วยค่า MAPE และเวลาในการสร้างแบบจำลอง

แบบจำลอง	MAPE ชุดเรียนรู้	Runtime (วินาที)
All 1	1.8804	0.3647
All 2	1.8569	266.6855
Random 1	1.8804	10.3460
Random 2	1.8570	10.3731
Random 3	1.8546	10.3993
Random 4	1.8545	10.4136
Random 5	1.8534	10.4114
ABC 1	1.8804	5.7686
ABC 2	1.8569	5.7604
ABC 3	1.8534	5.7325
ABC 4	1.8532	5.7729
ABC 5	1.8531	5.7345

จากตารางที่ 1 พบว่าการทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดใช้เวลาในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมมากขึ้นเป็นทวีคูณเมื่อมีจำนวนทดสอบมากขึ้น ส่วนขั้นตอนอานานิคมผึ้งเทียมและวิธีการสุ่ม 40,000 ครั้งนั้นใช้เวลาในการค้นหาใกล้เคียงกันทุกจำนวนทดสอบของแต่ละวิธี แต่ขั้นตอนอานานิคมผึ้งเทียมใช้เวลาในการค้นหาและได้ค่า MAPE น้อยกว่าวิธีการสุ่ม 40,000 ครั้งในแต่ละๆ จำนวนทดสอบ

4.2 ผลการสร้างแบบจำลองและการพยากรณ์

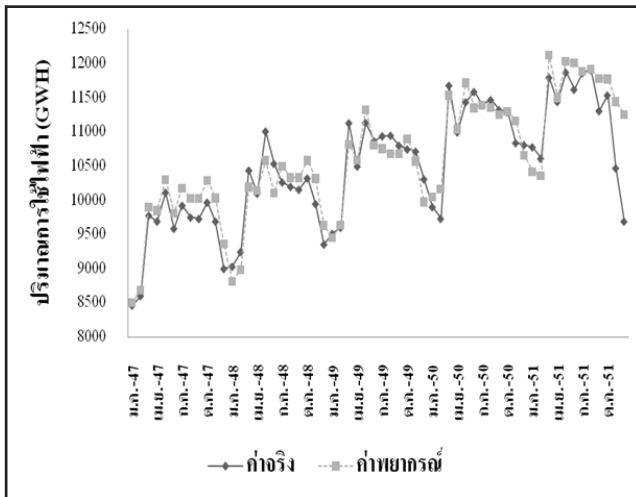
แบบจำลองการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีผสมของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์และขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียม ที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ MAPE ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดที่มีจำนวนจุดทดสอบ 1

ถึง 5 ตำแหน่ง ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดและค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลชุดทดสอบและค่าพยากรณ์ที่ได้ในรูปของค่า MAPE แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดที่ได้จากแบบจำลองด้วยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียม ที่ค่าพารามิเตอร์มีจำนวนทศนิยม 1 ถึง 5 ตำแหน่ง

แบบจำลอง	α	β	γ	MAPE ชุดทดสอบ
ABC 1	0.7	0.0	1.0	3.8922
ABC 2	0.01	0.60	0.85	3.6877
ABC 3	0.006	1.000	0.848	3.7060
ABC 4	0.0059	1.0000	0.8488	3.6867
ABC 5	0.00588	0.99295	0.84798	3.6898

นำพารามิเตอร์การปรับให้เรียบที่ได้ไปใช้ในแบบจำลองการพยากรณ์ ได้ผลการพยากรณ์ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงกับค่าพยากรณ์จากแบบจำลองการพยากรณ์

จากภาพที่ 1 ค่าพยากรณ์ในช่วง 4 ปีแรกเป็นค่าพยากรณ์จากแบบจำลองที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่มีทศนิยม 5 ตำแหน่งจากขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียม และค่าพยากรณ์ปีสุดท้ายเป็นค่าพยากรณ์ล่วงหน้าของแบบจำลอง

5. บทสรุป

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศไทยรายเดือน ที่นำมาสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ มีลักษณะของแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีและมีลักษณะของฤดูกาล

เข้ามาเกี่ยวข้องแต่ฤดูกาลไม่เพิ่มขึ้นตามเวลา จึงเหมาะกับวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ที่อยู่ในรูปเชิงบวก ซึ่งวิธีการนี้มีพารามิเตอร์ที่ใช้ปรับให้เรียบ 3 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับระดับ (α) ค่าคงที่ปรับแนวโน้ม (β) และค่าคงที่ปรับฤดูกาล (γ) แต่ละพารามิเตอร์มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งยากแก่การทดลองทุกค่าจึงทำให้เกิดปัญหาในการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในเวลาอันควร ขั้นตอนอานานิคมผึ้งเทียมเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้หาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาที่ไม่มีแนวทางหรือกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนตายตัวในการแก้ปัญหา จึงนำมาใช้หาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยนี้ โดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ MAPE และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้กับวิธีการหาพารามิเตอร์แบบทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้ที่ตำแหน่งทศนิยม 1 และ 2 ตำแหน่ง และวิธีการสุ่มค่าที่เป็นไปได้จำนวน 40,000 ครั้ง โดยใช้เกณฑ์ของเวลาที่ใช้ในการหาพารามิเตอร์และค่า MAPE ต่ำสุด

ผลการวิจัยพบว่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ที่มีจำนวนทศนิยมมากขึ้น ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีค่าน้อยลง การหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยทดลองทุกค่าที่เป็นไปได้จะใช้เวลาในการหามากขึ้น จนไม่สามารถหาค่าได้ในเวลาอันควรเมื่อมีทศนิยมมากกว่า 2 ตำแหน่ง ส่วนการหาค่าโดยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมและวิธีการสุ่มค่าที่เป็นไปได้ 40,000 ครั้ง พบว่าเวลาที่ใช้หาพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกันสำหรับทุกๆ จำนวนทศนิยม โดยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมใช้เวลาน้อยกว่าและมีค่า MAPE ต่ำกว่าวิธีการสุ่ม เมื่อนำแบบจำลองที่หาพารามิเตอร์ด้วยขั้นตอนวิธีอานานิคมผึ้งเทียมไปพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้าแล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดทดสอบพบว่าค่า MAPE มีค่ามากกว่าค่า MAPE ของแบบจำลองมากเนื่องจากข้อมูลชุดทดสอบมีลักษณะของข้อมูลค่อนข้างแตกต่างจากข้อมูลชุดเรียนรู้ ซึ่งทำให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีค่าที่แตกต่างจากข้อมูลทดสอบค่อนข้างมากในบางเดือน และเพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่านี้ควรพิจารณาการเลือกวิธีการคำนวณค่าเริ่มต้นของสมการพยากรณ์ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมชาติ จิรวิภากร และ พิพัฒน์ บำรุงกาญจน์, “การพยากรณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าระยะปานกลางของกฟน.โดยใช้วิธีเอกซ์โพเนนเชียลสมูทติ้งและวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์,” *วิศวกรรมลาดกระบัง* ปีที่ 23 ฉบับที่ 4, หน้า 7-12., ธันวาคม 2549.
- [2] A.D. Papalexopoulos and T.C. Hesterberg, “A regression-based approach to short-term load forecasting,” *IEEE Trans Power Systems*, vol. 5, no. 4, pp. 1535–1550, 1990.
- [3] E. Gonzalez-Romera, M.A. Jaramillo-Moran and D. Carmona-Fernandez, “Monthly electric energy demand forecasting with neural networks and Fourier series,” *Energy Conversion and Management*, vol. 49, no. 11, pp. 3135-3142, 2008.
- [4] Winters, P., “Forecasting Sale by Exponentially Weighted Moving Average,” *Management Science*, pp. 324-342, April, 1960.
- [5] Karaboga, D., “An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization,” *Technical Report TR06*, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005.
- [6] Karaboga, D. and Basturk, B. “A Powerful and Efficient Algorithm for Numerical Function Optimization: Artificial Bee Colony (ABC) Algorithm,” *Journal of Global Optimization*, vol. 39, no. 3, pp. 459-471, 2007.