บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยที่มีความสำคัญ และจำเป็นในการพิจารณาวางแผนระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อทำการก่อสร้างโรงไฟฟ้า และระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายไฟฟ้า รวมไปถึงการวางแผนเพื่อการบำรุงรักษา และการจัดการโหลด (electrical load) ของระบบ ได้แก่ การพยากรณ์ (forecast) ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (peak demand) ในอนาคต ซึ่งมีเหตุและปัจจัยหลายประการ ที่ทำให้การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า เป็นงานที่ยุ่งยาก อันส่งผลให้ค่าความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ไว้นั้น ขาดความแม่นยำ (accuracy) เช่น การผันผวนทางภาวะเศรษฐกิจต่อการลงทุนทางอุตสาหกรรมและโครงสร้างทางสังคม การพัฒนาเทคโนโลยีให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น การส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารและโรงงานต่างๆ ตลอดจนการผลิตไฟฟ้าใช้เองของผู้บริโภค ที่เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก เป็นต้น

การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าที่ถูกต้องและแม่นยำ จึงมีความสำคัญ ทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะมีพลังงานไฟฟ้าอย่างเพียงพอ หากการพยากรณ์มีความผิดพลาด เช่น พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าไว้สูงเกินไป ทำให้ต้องสำรองกำลังผลิตไว้มากเกินความต้องการจริง (actual demand) สิ้นเปลืองเงินทุนเป็นค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการสำรองไฟฟ้าสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น ในทางกลับกัน หากมีการพยากรณ์ความต้องการต่ำไป อาจจำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีค่าต้นทุนการผลิตสูงกว่าปกติ นอกจากนี้ อาจจะทำให้การวางแผนการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าต่างๆ ไม่สอดคล้องสัมพันธ์กับความต้องการที่แท้จริง ทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงหรือวัตถุดิบ และไม่เกิดความประหยัด

การศึกษาความต้องการไฟฟ้าในพื้นที่จ่ายไฟขนาดเล็ก เช่น ที่สถานีไฟฟ้าย่อย ทำให้สามารถพิจารณาเหตุการณ์พิเศษ หรือ กิจกรรมพิเศษที่มีการใช้ไฟฟ้า ในท้องถิ่น ซึ่งมีผลต่อแบบจำลองที่จะใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในอนาคต ได้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยเฉพาะค่าที่พยากรณ์ได้ มีประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานของสถานีไฟฟ้าย่อย ในเรื่องอื่นๆ ด้วย [1] คือ

ก. การตัดต่อ เชื่อมโยง วงจรสายป้อน สายจำหน่าย และการโอนย้ายโหลด (load transfer)

ข. การติดตั้งอุปกรณ์ฉุกเฉิน หรือสำรองเพิ่มเติม เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดเคลื่อนที่ได้

ค. การจัดให้มีการระบายความร้อนเพิ่มเติมแก่อุปกรณ์สำคัญบางอย่าง

ง. การตัดโหลดที่มีความจำเป็นน้อย เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำร้อน และอื่นๆ

จ. การปรับตัวรักษาระดับแรงดัน (regulator) ของหม้อแปลงและสายจำหน่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการนำเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการใช้เครือข่ายประสาท และวิธีการใช้เครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีการถ่ายทอดพันธุกรรม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ออกแบบและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่จะใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อย โดยพิจารณาเฉพาะปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการไฟฟ้าสูง และเป็นปัจจัยที่มีข้อมูลสถิติที่เพียงพอ และถูกต้องเท่านั้น โดยใช้วิธีเครือข่ายประสาทแบบแพร่กลับ ที่มีการหาค่าถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นด้วยหลักวิธีการถ่ายทอดพันธุกรรม และจากวิธีการสุ่ม แล้วทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ กับสถานีไฟฟ้าย่อยหนึ่งแห่ง โดยเปรียบเทียบค่าความต้องการจริงที่เกิดขึ้นในฤดูกาล วัน เวลาต่างๆ และเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ทั้งสองวิธี เป็นเปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดสัมบูรณ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยในระบบไฟฟ้าจริง ซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำหรับวางแผนการจัดการโหลด และการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในสถานีไฟฟ้าย่อย รวมทั้งการตัดต่อโหลดระหว่างสถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ อย่างเหมาะสม

1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Chen, *et al.* [3] ได้นำเสนอการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าที่สถานีไฟฟ้าย่อย โดยใช้เครือข่ายประสาทแบบฟังชันนอลลิงค์ (functional link network) ซึ่งรวมอนุกรมเวลาเข้าไว้ด้วย การพยากรณ์แบบนี้ทำให้สามารถระบุชัดถึงปัจจัยหรือตัวแปรที่มีผล ต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟแต่ละประเภทได้ ในการพยากรณ์จึงสามารถตัดตัวแปรที่มีผลน้อยออกไป โดยมีจำนวนนิวรอนในชั้นอินพุต ชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต เป็น 12 , 10 และ 1 ตามลำดับ ทั้งนี้การพยากรณ์จะกระทำครั้งละหนึ่งชั่วโมงล่วงหน้า ผลการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ยความ

ผิดพลาดสัมบูรณ์ภายในระยะเวลา 7 วัน แยกตามประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า คือ ที่อยู่อาศัย ธุรกิจ และอุตสาหกรรม เป็น 2.07 % , 2.05% และ 1.69% ตามลำดับ

Daneshdoost, *et al.* [4] ได้ศึกษาการนำฟัซซีลอจิกและเครือข่ายประสาทมาใช้ร่วมกันเพื่อทำการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น ของระบบผลิตไฟฟ้า โดยการนำฟัซซีลอจิกมาทำการแบ่งแยกกลุ่มของข้อมูลอินพุต ก่อนจะนำเข้าไปสอนในเครือข่ายประสาท ซึ่งทำให้สามารถรู้ถึงการเบี่ยงเบนของโหลดที่เกิดจากผลของอุณหภูมิและกิจกรรมในวันหยุดอย่างอัตโนมัติ ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้บุคลากรมาทำการวินิจฉัยอีกต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครือข่ายประสาทเป็นกระบวนการแรกเริ่ม (pre-processing) ในการแยกรูปแบบของโหลดรายวันก่อนที่จะป้อนให้กับระบบฟัซซีลอจิก ซึ่งผลจากวิธีการทั้งสองนี้ ให้ค่าความต้องการไฟฟ้ามีความแม่นยำขึ้นกว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง การพยากรณ์กระทำเป็นรายชั่วโมง มีความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยในรอบ 120 ชั่วโมง ประมาณ 1.66%

Drezga and Rahman [5] และ Lamedica, *et al.* [12] ได้ศึกษาถึงตัวแปรอินพุตที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น โดยเครือข่ายประสาท และหากระบวนวิธีเพื่อใช้เลือกตัวแปรอินพุตให้เหลือน้อยลง อันส่งผลให้การสอนมีความง่ายและมีชุดของการสอนน้อย ซึ่งทำให้เครือข่ายประสาทมีความกะทัดรัด โดยที่ผลการพยากรณ์มีค่าผิดพลาดสัมบูรณ์โดยเฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 2.26% ซึ่งยังมากอยู่เมื่อเทียบกับการใช้เครือข่ายประสาททั่วไป

Huang [8] ได้นำเครือข่ายประสาทแบบเปอร์เซปตรอนหลายชั้น (Multi Layer Perceptron) มาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของระบบการผลิตขนาดใหญ่ภายในเกาะไต้หวัน โดยได้นำหลักวิธีการถ่ายทอดพันธุกรรมมาใช้ในการคัดเลือกค่าน้ำหนักเริ่มต้น ในกระบวนการสอน การเรียนรู้ และปรับค่าน้ำหนัก ของเครือข่ายประสาท ผลปรากฏว่าเวลาในการเรียนรู้ลดลง เฉลี่ยประมาณ 40% โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์เฉลี่ยจากทุกเดือน ประมาณ 1.83%

Kandil, et al. [10] ใช้เทคนิคเครือข่ายประสาททำการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ของประเทศแคนาดา โดยพิจารณาถึงปัจจัยด้านสภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโหลดทั้งหมดร่วมกับลักษณะของวันที่จะพยากรณ์ ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบแพร่กระจายความผิดพลาดย้อนกลับ แบบ Levenberg-Marquard ผลการพยากรณ์ครั้งละหนึ่งชั่วโมง มีความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมง เป็น 0.98 %

Mandal, et al. [15] ใช้เทคนิคเครือข่ายประสาทแบบแพร่กระจายความผิดพลาดย้อนกลับ พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อย ครั้งละหนึ่งชั่วโมงโดยใช้อินพุตเป็นโหลด

ไฟฟ้าในอดีต เท่านั้น ผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยในรอบ 48 ชั่วโมง สำหรับวันทำงานและวันหยุดประจำสัปดาห์ เป็น 1.96 % และ 2.05 % ตามลำดับ

Mantharngkul [16] ใช้เทคนิคเครือข่ายประสาทในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าประเทศไทย ในทำนองเดียวกันกับ [10] แต่นำความผิดพลาดของการพยากรณ์ป้อนกลับมาปรับปรุงผลการพยากรณ์ ทำให้มีค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย 5-6 วัน ในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน เป็น 2.04 % , 1.96 % และ 2.77 % ตามลำดับ

Mastorocostas, *et al.* [17] ได้ศึกษาถึงการนำฟัซซีลอจิกมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของระบบการผลิตไฟฟ้า โดยพยายามที่จะใช้วิธีการออโทโกนอลลีสสแควร์ (orthogonal least square) เพื่อเลือกและกำหนดตัวแปรอินพุต และกฎที่ใช้ในการอนุมาน (inference rule) ที่เหมาะสม แล้วนำไปใช้ประมาณระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งวิธีการนี้จะมีความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 1.76% และยังมีความทนทาน (robustness) ต่อข้อมูลที่ไม่ทราบค่า และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า แต่ค่อนข้างยุ่งยากในการจะหารูปทรงของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก และกฎที่ใช้ในการตัดสินใจที่ถูกต้อง เพราะขึ้นกับประสบการณ์ของบุคลากรที่เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ

Nazarko, et al. [18] ได้นำวิธีการถดถอยเชิงเส้นของฟัซซี (Fuzzy linear regression) มาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ของสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยในวันทำงานและวันหยุดประจำสัปดาห์ เป็น 5.74 % และ 8.74 % ตามลำดับ

Paarmann and Najar [19] ได้นำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า โดยใช้แบบจำลองของอนุกรมเวลาแบบใหม่ ซึ่งมีขั้นตอนการปรับตัวของพารามิเตอร์ต่างๆด้วยตนเอง ตามเงื่อนไขที่มีเปลี่ยนแปลง โดยการใช้เทคนิคการค้นหาแบบออโทโกนอล (orthogonal search) ทำให้สามารถปรับตัวโครงสร้างของแบบจำลอง รวมทั้งค่าของพารามิเตอร์ด้วย ซึ่งแต่เดิมการใช้งานจำเป็นต้องอาศัยบุคลากร (operator) ในการเฝ้าดูและเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆด้วยมือ ทำให้การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า สามารถหาได้จากการคำนวณสัมประสิทธิ์ของการเรียนรู้ที่ผิดพลาด และความผิดพลาดของการพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งขั้น ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดกำลังสองน้อยที่สุด (minimum mean square error) ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 3.639 %

Sargunaraj, et al. [20] ใช้เทคนิคฟิลเตอร์ของคาลมาน (Kalman filter) ร่วมกับ Fading-Memory ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยและระบบผลิตไฟฟ้า ให้ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย เป็น 11.5 % และ 8.4 % ตามลำดับ