บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

โรงไฟฟ้าในประเทศไทยประกอบไปด้วย โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ หรือเขื่อน โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน โรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ หรือใช้กังหันก๊าซ (Gas turbine) ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าส่วนใหญ่ในประเทศไทย [13] โรงไฟฟ้าน้ำพอง [1] ตั้งอยู่ที่อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น เป็นโรงไฟฟ้าความร้อนร่วม (Combined cycle) ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงแก่กังหันก๊าซ มีกำลังการผลิต 710 MW ประกอบไปด้วยหน่วยผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบไปด้วย เครื่องกังหันก๊าซขนาด 121 MW และ เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam turbine) ขนาด 113 MW

เครื่องกังหันก๊าซมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) และชุดกังหัน (Turbine) โดยคอมเพรสเซอร์จะใช้เพลาร่วมกันกับชุดกังหัน และยังใช้พลังงานจากกังหันก๊าซโดยส่งผ่านจากเพลาดังกล่าวถึงร้อยละ 60 [2] ดังนั้นถ้าหากประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ลดลง จะทำให้งานที่จะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกังหันก๊าซลดลงตามไปด้วย อีกทั้งยังสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพของกังหันก๊าซลดลง จนส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของโรงไฟฟ้าลดลง

การลดลงของประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์มีสาเหตุหลักมาจากความสกปรกบนใบพัดของคอมเพรสเซอร์ [9] เป็นผลมาจากฝุ่นละอองในบรรยากาศที่เล็ดลอดผ่านเครื่องกรองอากาศแล้วไปผสมกับน้ำมันหล่อลื่นที่รั่วออกจากชุดแบริ่งไปเกาะที่ใบพัดคอมเพรสเซอร์ [10] ความสกปรกดังกล่าวทำให้เกิดแรงเสียดทานการไหลระหว่างอากาศกับใบพัดสูงขึ้น ทำให้ต้องใช้งานในการขับคอมเพรสเซอร์มากขึ้น หรือ Power output ของเครื่องกังหันก๊าซลดลงนั่นเอง [8]

การทำความสะอาดใบพัดคอมเพรสเซอร์ช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ซึ่งวิธีการทำความสะอาดมีด้วยกัน 2 วิธีคือวิธี Off-line cleaning ซึ่งจะต้องทำขณะที่หยุดเดินเครื่องกังหันก๊าซและวิธี On-line cleaning ซึ่งสามารถทำได้ในขณะที่เดินเครื่องกังหันก๊าซ โดยวิธี On-line Cleaning นั้นไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิค (Isentropic efficiency) ของคอมเพรสเซอร์ในโรงไฟฟ้าน้ำพองกลับคืนมาอย่างมีนัยสำคัญ [10] ในขณะที่การทำ Off-line Cleaning ที่จำเป็นจะต้องทำการหยุดเดินเครื่องกังหันก๊าซก่อนการทำความสะอาด นั่นหมายถึงการหยุดผลิตกระแสไฟฟ้าของเครื่องกังหันก๊าซตามไปด้วย ทำให้เสียโอกาสในการขายกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า นอกจากนี้การทำ

ความสะอาดใบพัดของคอมเพรสเซอร์ยังมีค่าใช้จ่ายอื่นๆอีก เช่น ค่าน้ำยาทำความสะอาด ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องระหว่างการทำความสะอาด เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการที่เหมาะสมในการทำความสะอาดใบพัดคอมเพรสเซอร์ของเครื่องกังหันก๊าซ

จรัส พิสัยพันธ์ [10] ได้ทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำความสะอาดใบพัดคอมเพรสเซอร์โรงไฟฟ้าน้ำพอง โดยอาศัยประสิทธิภาพไอเซนโทรปิค (Isentropic Efficiency) มาอธิบายประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์, ค่ากำลังการผลิต (Power output), อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Consumptions), อัตราส่วนความร้อน (Heat rate), ค่าเชื้อเพลิง (Fuel cost), ชั่วโมงการเดินเครื่อง (Operation hour) และค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด (Cleaning cost) จากข้อมูลการเดินเครื่องจริงของโรงไฟฟ้าน้ำพองมาหาผลประหยัดสูงสุด ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสม จรัส พิสัยพันธ์ [10] อาศัยอนุกรมฟูเรียร์ ลำดับ n=4 มาคิดค่ากำลังการผลิตที่ทางโรงไฟฟ้าน้ำพองมีการแบ่งค่ากำลังการผลิตเป็นสองช่วงในแต่ละวัน คือช่วง Peak (08:00 – 24:00 น. เดินค่ากำลังการผลิตที่ 105 MW) และ Off-peak (00:00 – 08:00 น. เดินค่ากำลังการผลิตที่ 65 MW) ด้วยวิธีนี้เองทำให้ค่ากำลังการผลิตที่คำนวณได้ไม่สอดคล้องกับค่ากำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริงเพราะการใช้อนุกรมฟูเรียร์จะต้องอินทริเกรตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในความเป็นจริงในระหว่างการทำ Off-line cleaning จะต้องหยุดเดินเครื่องกังหันก๊าซ หรือไม่มีค่ากำลังการผลิตนั่นเอง นอกจากนี้การใช้อนุกรมฟูเรียร์ยังมีความยุ่งยากในการคำนวณเนื่องจากต้องสร้างสมการใหม่ทุกครั้งซึ่งไม่ยืดหยุ่นหากมีการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังการผลิต จรัส พิสัยพันธ์ [10] ยังใช้วิธีสุ่มหาค่าช่วงเวลาในการทำความสะอาดขึ้นมา ซึ่งทำให้ผลประหยัดที่คำนวณได้อาจไม่ใช่ผลประหยัดสูงสุด

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้นจึงจำเป็นจะต้องพัฒนาโปรแกรมเพื่อกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำความสะอาดคอมเพรสเซอร์ของเครื่องกังหันก๊าซโรงไฟฟ้าน้ำพองด้วยวิธี Off-line cleaning ที่ให้ผลประหยัดสูงสุดที่ถูกต้องกว่าเดิม โดยมีการคำนวณค่ากำลังการผลิตที่สอดคล้องกับความเป็นจริง มีความยืดหยุ่นหากเกิดการเปลี่ยนแปลงค่ากำลังการผลิตของทางโรงไฟฟ้า ใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว ถึงระดับสามารถนำไปวางแผนการทำความสะอาด (Schedule) ได้จริง เพื่อที่ทางโรงไฟฟ้าน้ำพองจะสามารถวางแผนการดำเนินงาน บุคลากร อุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายต่างๆล่วงหน้าได้ นอกจากนี้อาจนำโปรแกรมไปปรับใช้ได้กับโรงไฟฟ้าอื่นๆในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

1.2 จุดประสงค์การทำวิจัย

พัฒนาโปรแกรมเพื่อกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำความสะอาดคอมเพรสเซอร์ของเครื่องกังหันก๊าซโรงไฟฟ้าน้ำพองด้วยวิธี Off-line cleaning ที่ให้ผลประหยัดสูงสุด

1.3 ขอบเขตและข้อจำกัดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้อาศัยข้อมูลจริงในการเดินเครื่องกังหันก๊าซ 4 เครื่องจากโรงไฟฟ้าน้ำพอง มากกว่า 8,760 ชั่วโมงการทำงานมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่จะใช้คำนวณ

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสกปรกบนใบพัดคอมเพรสเซอร์และการทำความสะอาด

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีทางสถิติการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression analysis)

1.4.3 ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมโดยอาศัย Visual basic applications (VBA) บน Microsoft Excel และทฤษฎีการจัดหมู่

1.4.4 ไปศึกษากระบวนการการทำ Off-line cleaning ที่โรงไฟฟ้าน้ำพองโดยละเอียด รวมไปถึงค่าใช้จ่ายต่างๆในการทำ (Cleaning cost)

1.4.5 รวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องกังหันก๊าซโรงไฟฟ้าน้ำพองทั้ง 4 เครื่องไม่น้อยกว่า 1 ปีเพิ่ม

1.4.6 นำข้อมูลที่มีอยู่เดิมและในข้อ 5 มาศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่จะใช้เขียนโปรแกรมโดยอาศัยวิธีวิเคราะห์ความถดถอย (Regression analysis) ตัวแปรต่างๆนั้นประกอบไปด้วย

1. การลดลงของ isentropic efficiency ของคอมเพรสเซอร์กับเวลาการเดินเครื่องเมื่อไม่มีการทำ Off-line cleaning เป็นรายเดือนทั้ง 12 เดือนของปี
2. การเพิ่มขึ้นของ isentropic efficiency ของคอมเพรสเซอร์หลังการทำ Off-line cleaning
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง Heat rate, Power output และ isentropic efficiency เพื่อจะนำไปสู่การหาค่า Fuel consumption, Heat input และค่า Fuel cost ได้

1.4.7 นำตัวแปรต่างๆในข้อ 4 และ 6 มาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย VBA บน MS Excel เพื่อเป็นเครื่องมือ (Tools) ในการกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำ Off-line cleaning ใบพัดคอมเพรสเซอร์เครื่องกังหันก๊าซโรงไฟฟ้าน้ำพองโดยใช้วิธีการจัดหมู่ (Combination) ในการหาผลประหยัดที่สุด

1.4.8 ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมด้วยการเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้จากโปรแกรมกับที่เกิดขึ้นจริงของโรงไฟฟ้าน้ำพองในตัวแปรดังนี้

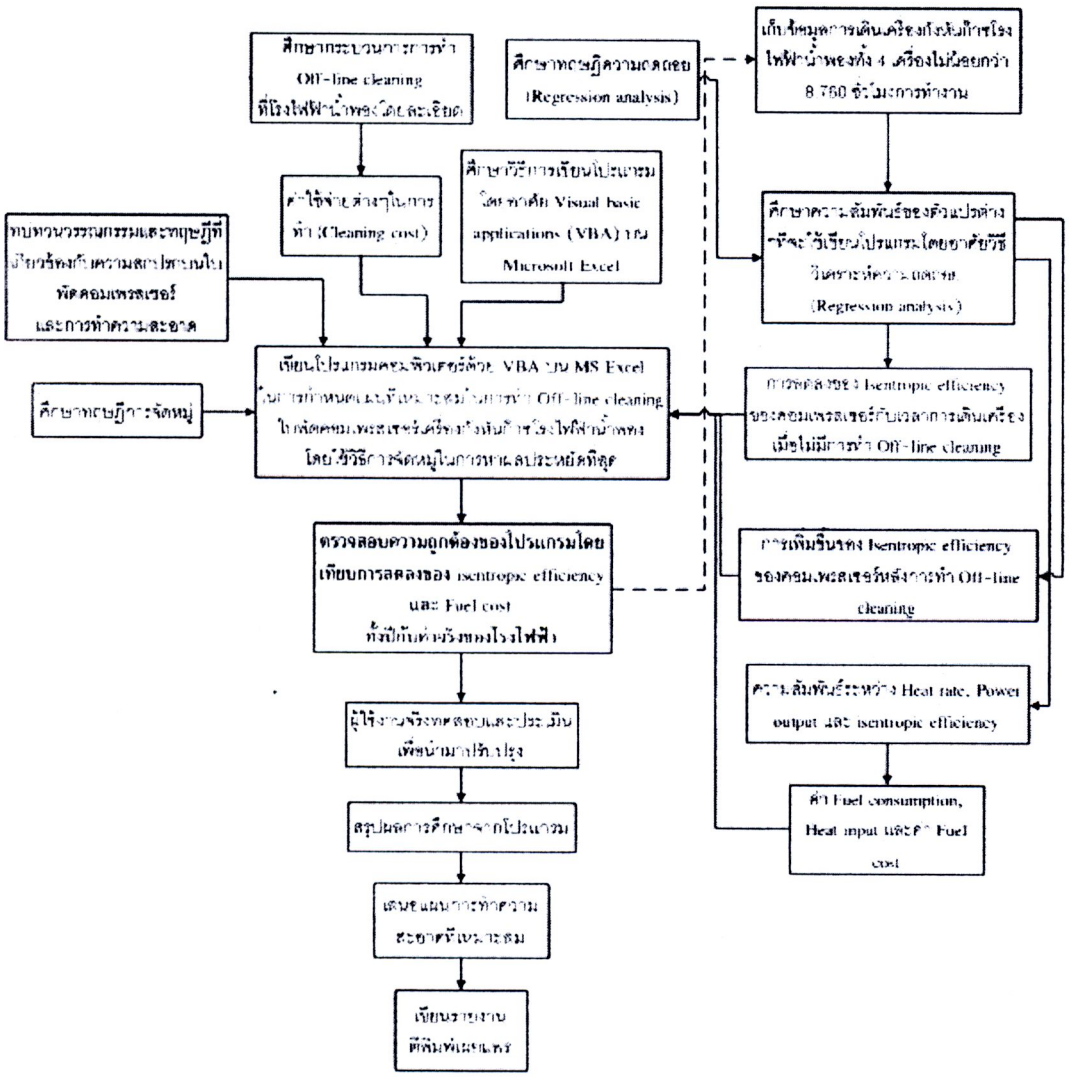
1. การลดลงของ isentropic efficiency

2. Fuel cost รวมทั้งปี

1.4.9 ให้ผู้ใช้งานจริงทดลองใช้โปรแกรมในข้อ 8 จากนั้นทำการประเมิน แล้วนำมาปรับปรุงโปรแกรมให้ดีขึ้น

1.4.10 สรุปผลการศึกษาจากโปรแกรมในข้อ 9 และเสนอแผนการทำความสะอาดที่เหมาะสม

1.4.11 เขียนรายงาน ตีพิมพ์เผยแพร่



ภาพที่ 1.1 แผนภาพวิธีการดำเนินงานวิจัย

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และโรงไฟฟ้าน้ำพอง อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อได้แผนที่เหมาะสมในการทำความสะอาดใบพัดเครื่องคอมเพรสเซอร์แบบ Off-line cleaning คาดว่าจะได้รับประโยชน์ดังนี้

1.6.1 ประหยัดเวลาและสามารถวางแผนด้านการดำเนินงาน เช่น บุคลากร อุปกรณ์ ต่างๆ ล่วงหน้าได้

1.6.2 อาจนำโปรแกรมไปปรับใช้ในกำหนดแผนการทำความสะอาดใบพัดคอมเพรสเซอร์ในโรงไฟฟ้าอื่นๆ ในประเทศไทยได้

1.6.3 สามารถนำไปต่อยอดการวิจัยในกรณีศึกษาคล้ายกัน หรือในอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรทางด้านวิศวกรรม ที่มีลักษณะการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการบำรุงรักษา (Maintenance optimization) ได้