บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ส่วนในหัวข้อสุดท้ายจะกล่าวถึงเนื้อหาในแต่ละบทที่จะนำเสนอต่อไป

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน การพัฒนาเทคโนโลยี อุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ต้องการแหล่งพลังงานซึ่งอยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าจึงจัดเป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ทำให้ต้องมีการวางแผนให้ระบบไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดและสอดคล้องกับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี

การผลิตพลังงานไฟฟ้าต้องอาศัยการเปลี่ยนรูปพลังงานรูปอื่น ๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น การเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยแหล่งเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยนับจากอดีตถึงปัจจุบัน แหล่งพลังงานสำคัญที่สุดที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า คือ เชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ อีก เช่น พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ ฯลฯ

พลังงานหมุนเวียนเกิดจากแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นซ้ำเรื่อย ๆ ไม่หมดไป เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ความร้อนจากใต้พิภพ ชีวมวลหรือพวกของเสียจากการกสิกรรม เป็นต้น ปัจจุบันทั่วโลกกำลังมีความสนใจในเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development) [1] ซึ่งเรื่อง พลังงานหมุนเวียน ก็ถือเป็นหัวใจหลักของการพัฒนาดังกล่าวควบคู่กับการนำวัตถุกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนจะไม่มีวันหมดไป แต่จะเกิดเวียนซ้ำ ดังนั้นความสำคัญของพลังงานหมุนเวียนจึงมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างมาก

สำหรับในประเทศไทยนั้น พลังงานที่ใช้ประโยชน์ในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะถูกพัฒนามากขึ้นในอนาคต ประกอบด้วย พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานชีวมวล เนื่องจากการที่พลังงานหมุนเวียนเหล่านี้ ไม่สามารถทำการกำหนดการจ่ายกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการได้ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยปราศจากแสงอาทิตย์ หรือกังหันลม ไม่สามารถกำหนดการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้อย่างแน่นอนเนื่องจากความเร็วลมมีค่าไม่คงที่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่อ้างอิงกับธรรมชาติ เป็นต้น ในการสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนให้เกิดขึ้นในประเทศ จึงสมควรต้องมีการศึกษาถึงคุณค่าทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคมสิ่งแวดล้อม

และด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อทำการประเมินคุณค่า และศึกษาผลกระทบของพลังงานหมุนเวียนที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมต่อไป

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ในการพิจารณาประกอบด้วย การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ และการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล ปัจจุบันมีงานวิจัยหลากหลายรูปแบบที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการหากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมักจะพิจารณาลักษณะการกระจายข้อมูลความเร็วลมที่ตรวจวัดได้เป็นการกระจายแบบ Weibull และการกระจายแบบ Rayleigh [2] แล้วนำไปเทียบกับกราฟกำลังไฟฟ้าขาออกของกังหันลมที่จะเลือกใช้ เพื่อแปลงค่าเป็นกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงที่พิจารณา ในวิทยานิพนธ์นี้จะเลือกใช้การพิจารณาเป็นการกระจายแบบ Weibull เนื่องจากมีการศึกษาแล้วพบว่าสามารถจำลองข้อมูลความเร็วลมออกมาใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าการกระจายแบบ Rayleigh

สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มักจะพิจารณาข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบน PV จากชนิดและคุณลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ผลิต [3] โดยจะพิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ศึกษา แล้วใช้สมการในการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์จากผลการคำนวณของโปรแกรม HOMER โดยจะใช้ข้อมูลทางสถิติจากการเก็บข้อมูลโดยดาวเทียม เพื่อคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาที่พิจารณา

สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำมักจะจะพิจารณาถึงข้อจำกัดของพลังงาน โดยจะใช้วิธีการ Peak Shaving [4] ซึ่งเป็นวิธีนำการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำไปหักออกจากโหลดความต้องการใช้ไฟฟ้า แต่เนื่องจากในวิทยานิพนธ์นี้จะพิจารณาการผลิตไฟฟ้ารายชั่วโมงจึงใช้วิธีการนำค่ากำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำไปหักออกจากค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าประจำชั่วโมง จะได้ช่วงเวลาในการผลิตไฟฟ้า

สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวลจะพิจารณาการผลิตไฟฟ้า โดยเฉลี่ยค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาใดๆ จากค่าตัวประกอบโรงไฟฟ้า (Plant Factor)

ตามปกติค่าที่แสดงถึงความเพียงพอของระบบไฟฟ้าอาจวัดผ่านดัชนีที่แสดงถึงความเสี่ยงที่ระบบผลิตไฟฟ้าจะมีพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการไฟฟ้า [5] ทั้งนี้ดัชนีที่ใช้กันทั่วไปใน

ระดับสากล คือ Loss of Load Expectation (LOLE) และ Expected Energy Not Supplied (EENS) ซึ่งเป็นดัชนีที่นำเอาปริมาณความต้องการไฟฟ้า และสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละเครื่อง และค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าของแต่ละโรงไฟฟ้ามาประกอบการพิจารณา [6-8] ซึ่งจะประเมินคุณค่าของการผลิตไฟฟ้า และผลกระทบที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยวิธีการทางความน่าจะเป็น (Probabilistic method)

ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้วิธีการทางความน่าจะเป็นดังกล่าว มาทดสอบกับระบบไฟฟ้าไทย ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงคุณค่า และผลกระทบของพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ดีวิทยานิพนธ์นี้มิได้คำนึงถึงความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้งระบบและค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแต่อย่างใด

1.3 วัตถุประสงค์

1) ประเมินผลกระทบด้านของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท ประกอบด้วย พลังลม พลังแสงอาทิตย์ พลังน้ำ และพลังชีวมวล ที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า
2) นำเสนอวิธีการวิเคราะห์คุณค่าของพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทต่อระบบผลิตไฟฟ้า
3) วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า เมื่อเพิ่มการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
4) ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ คุณค่าของพลังงานหมุนเวียนต่อระบบผลิตไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1) พิจารณาพลังงานหมุนเวียน สี่ประเภท ได้แก่ พลังลม พลังแสงอาทิตย์ พลังน้ำ และพลังชีวมวล
2) ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลของประเทศไทย ได้แก่ ข้อมูลที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ศักยภาพของพลังงานหมุนเวียน และข้อมูลของระบบไฟฟ้าของประเทศไทย
3) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลระบบการผลิตไฟฟ้าของไทย ในลักษณะเป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยไม่ได้เป็นการเก็บสถิติการทำงานจากโรงไฟฟ้าโดยตรง
4) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้แยกตามประเภทของพลังงานหมุนเวียน
5) การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้าจะไม่คำนึงถึงผลจากสายส่งและสายจำหน่าย

6) การคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าจะไม่คำนึงถึงความคุ้มค่าของการลงทุนติดตั้งระบบและค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

1.5 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับการประเมินความเชื่อถือได้สำหรับระบบผลิตไฟฟ้ากำลัง
2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบที่จะนำมาใช้ทดสอบ และข้อมูลอื่นๆที่จำเป็น
3) การวิเคราะห์ลักษณะกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท
4) ประเมินผลกระทบของพลังงานหมุนเวียนที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า
5) การวิเคราะห์คุณค่าของพลังงานหมุนเวียนต่อระบบผลิตไฟฟ้า
6) ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม MATLAB

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1) สามารถประเมินคุณค่า และผลกระทบของพลังงานหมุนเวียนที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า
2) สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผน หรือกำหนดนโยบายในการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน

1.7 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขต รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ แบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้า และแบบจำลองโหลดเพื่อใช้ในการคำนวณดัชนีความเชื่อถือได้

บทที่ 3 กล่าวถึงแนวคิดและหลักการวิเคราะห์ลักษณะพลังงานหมุนเวียนต่อการผลิตไฟฟ้า เพื่อคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาใดๆ โดยจะแสดงขั้นตอนการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนทั้งสี่ประเภท รวมทั้งตรวจสอบผลการคำนวณกับข้อมูลที่บันทึกไว้ให้สอดคล้องกัน

บทที่4 กล่าวถึงระเบียบวิธีการที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีความเชื่อถือได้ประกอบด้วยดัชนี Loss of Load Expectation และดัชนี Expected Energy Not Supply เพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาพลังงานที่สามารถผลิตได้ของแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายออกมาใช้ประกอบ

กับการประเมินค่าใช้จ่าย และคุณค่าของพลังงานหมุนเวียน รวมทั้งศึกษาผลกระทบที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบผลิตไฟฟ้า

บทที่ 5 กล่าวถึงขั้นตอนและแนวทางการประเมินคุณค่าของพลังงานหมุนเวียน โดยจะใช้การผลิตไฟฟ้าของพลังงานหมุนเวียนจากการวิเคราะห์ในบทที่ 3 มาประกอบในการพิจารณาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มเข้าสู่ระบบผลิตไฟฟ้า

บทที่ 6 แสดงผลการทดสอบโดยใช้ระเบียบวิธีการคำนวณซึ่งนำมาทดสอบกับระบบไฟฟ้าที่ดัดแปลงมาจากระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

บทที่7 สรุปและให้ข้อเสนอแนะสำหรับพัฒนาต่อไป