สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย....2

1.3 คำถามการวิจัย....3

1.4 สมมุติฐานการวิจัย....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย....3

1.6 นิยามศัพท์....3

2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....5

3 ระเบียบวิธีวิจัย....8

3.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์....9

3.1.1 แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า....9

3.1.2 แบบจำลองของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (PVPP)....10

3.1.3 แบบจำลองของโรงไฟฟ้าพลังงานลม (WPP)....11

3.1.4 แบบจำลองของโหลด....12

3.2 สมการการไหลของกำลังงานไฟฟ้า (Power Flow Equations)....13

3.3 การหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าที่เหมาะที่สุดแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Optimal Power Flow, POPF)....15

3.3.1 ปัญหาย่อยการหาคำตอบ OPF....15

3.3.2 แบบจำลองความน่าจะเป็นของภาระไฟฟ้า....17

3.3.3 กระบวนการคำนวณ POPF....18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4 ผลการทดสอบวิธีการ 22

4.1 การทดสอบแบบจำลองการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้า.....22

4.2 การทดสอบแบบจำลองการหาคำตอบการไหลของกำลังงานไฟฟ้าเหมาะที่สุด.....26

4.2.1 การศึกษาแบบจำลองทางสถิติของภาระไฟฟ้า 26

4.2.2 การทดสอบวิธีการประเมินพารามิเตอร์ของไวลบูลล์กับระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัสของ IEEE.....28

4.2.3 การทดสอบวิธีการประเมินพารามิเตอร์ของไวลบูลล์กับระบบไฟฟ้ากำลัง 300 บัสของ IEEE.....32

5 สรุปผล 37

บรรณานุกรม.....39

ประวัติย่อผู้วิจัย.....44

ภาคผนวก.....45

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แบบจำลองของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม
ในการทดสอบกับระบบไฟฟ้ากำลัง IEEE 30 บัส.....23
4.2 ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริงและค่าตัวประกอบการมีส่วนร่วมของโรงไฟฟ้า
ในการทดสอบกับระบบไฟฟ้ากำลัง IEEE 30 บัส.....23
4.3 ผลลัพธ์การไหลของกำลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีดั้งเดิม.....24
4.4 ผลลัพธ์การไหลของกำลังงานไฟฟ้าด้วยวิธีที่นำเสนอ.....25
4.5 ค่าพามิเตอร์และค่า AIC ของการจำลองภาระไฟฟ้า
ด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นแบบไวบูลล์และแบบปกติ.....26
4.6 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 30 บัส ของ IEEE.....28
4.7 พารามิเตอร์ไวบูลล์จากการประเมินที่เปอร์เซนต์ไทล์
$10^{th}/90^{th}$, $25^{th}/75^{th}$ และ $40^{th}/60^{th}$ ของระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัส ของ IEEE……29
4.8 พารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยวิธี MCS ของฟังก์ชันแบบไวบูลล์และแบบปกติ
เปรียบเทียบกับการประเมินพารามิเตอร์ของฟังก์ชันไวบูลล์จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์
ตามวิธีที่นำเสนอของระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัส ของ IEEE……29
4.9 พารามิเตอร์ไวบูลล์จากการประเมินที่เปอร์เซนต์ไทล์
$10^{th}/90^{th}$, $25^{th}/75^{th}$ และ $40^{th}/60^{th}$ ของระบบไฟฟ้ากำลัง 300 บัส ของ IEEE.....33
4.10 พารามิเตอร์จากการคำนวณด้วยวิธี MCS ของฟังก์ชันแบบไวบูลล์และแบบปกติ
เปรียบเทียบกับการประเมินพารามิเตอร์ของฟังก์ชันไวบูลล์จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์
ตามวิธีที่นำเสนอของระบบไฟฟ้ากำลัง 300 บัส ของ IEEE.....34

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

3.1 ลักษณะโครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลังในอนาคต.....8

3.2 วงจรสมมูลของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงเซลสุริยะ.....10

3.3 วงจรสมมูลของโรงไฟฟ้าพลังงานลม.....11

3.4 การสร้างแบบจำลองความน่าจะเป็นของภาระไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง.....17

3.5 การวิเคราะห์ด้วยวิธีการ MCS……19

3.6 กระบวนการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของไวบูลล์จากเปอร์เซนต์ไทล์.....21

4.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัสของ IEEE ที่เพิ่มเติมโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
และโรงไฟฟ้าพลังงานลมสำหรับทดสอบ……..22

4.2 ลักษณะของภาระไฟฟ้ารายชั่วโมงตลอดปีที่นำมาศึกษา……...27

4.5 ฟังก์ชั่นความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของภาระไฟฟ้าที่เวลา 14:00 น.
ของทุกวันของประเทศไทยในปี 2553……27

4.6 การลู่เข้าของการคำนวณด้วย MCS กับระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัสของ IEEE……...28

4.7 ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของกำลังงานไฟฟ้าผลิตรวม
ของระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัสของ IEEE…….30

4.8 ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของค่ากำลังงานจริงที่ผลิตที่บัส
ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ของระบบไฟฟ้ากำลัง 30 บัส ของ IEEE…….31

4.9 การลู่เข้าของการคำนวณด้วย MCS กับระบบไฟฟ้ากำลัง 300 บัสของ IEEE……..32

4.10 ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของกำลังงานไฟฟ้าผลิตรวม
ของระบบไฟฟ้ากำลัง 300 บัสของ IEEE…….35