



การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV
ของผู้ใช้ไฟรายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยพิจารณา
มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

โดย

นายธเนศ เดชโหมด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2552

การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV
ของผู้ใช้ไฟรายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยพิจารณา
มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

โดย

นายธเนศ เดชโหมด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2552

The Study Value of Economic for Construction 115/22 kV Substation
of Large Electronic Industries by Considering the Outage Cost

By

Mr. Thanet Detmote

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Thammasat University
2009

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ วิธีพีชชีลोजิกถูกนำเสนอเพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ในประเทศไทย ตัวแปรจำนวน 2 ตัวถูกเลือกเพื่อเป็นอินพุทของพีชชีลोजิก ซึ่งประกอบด้วยความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดและจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ผลการจำลองการทำงานจากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่จำนวน 105 แห่ง ที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดระหว่าง 1 MW ถึง 9 MW แสดงให้เห็นว่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมีค่าระหว่าง 35,067 ถึง 938,267 บาทต่อครั้ง นอกจากนี้ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยระบบแรงดัน 115/22 kV ได้ถูกศึกษาเพิ่มเติมโดยอาศัยดัชนีทางการเงินอันได้แก่ ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน ทั้งนี้สถานีไฟฟ้าย่อยสองชนิดคือ แบบฉนวนอากาศ และแบบฉนวนก๊าซได้ถูกพิจารณา โดยผลแสดงให้เห็นว่าทั้งระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศมีค่าที่ดีกว่าสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ เมื่อไม่มีการพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศมีค่าเป็น 3.41-10.70 ปี และ 3.81-28.45 % ตามลำดับ ทำยที่สุดผลการวิเคราะห์ทางการเงิน เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนภายในของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศยังคงมีค่าที่ดีกว่าสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ ซึ่งมีค่าเป็น 2.2-6.79 ปี และ 11.53 - 45.03 % ตามลำดับ

Abstract

In this research, the fuzzy logic is proposed to evaluate the outage cost of large electronic industries in Thailand . Two parameters are selected to be input of fuzzy logic that are peak demand and frequency of the electricity interruption . The simulation results of 105 large electronic industries that have peak demand between 1 MW to 9 MW show that an outage cost is 35,067-938,267 Baht/Event. Furthermore, the value of economic for construction 115/22 kV substation is studied by using financial indices, which are return on investment (ROI) and Internal rate of return (IRR). Two type of substation are considered that are air insulated substation (AIS) and gas insulated substation (GIS). The results show that ROI and IRR of the AIS are better than the GIS when the outage cost is not considered. The ROI and IRR of the AIS is 3.41–10.70 years and 3.81–28.45%, respectively. Finally the results of financial analysis when the outage cost is considered show that ROI and IRR of the AIS are still better than the GIS. The ROI and IRR of the AIS by considering outage cost is 2.2–6.79 years and 11.53–45.03%, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยความร่วมมือจากทุกๆส่วนที่เกี่ยวข้อง ผู้เขียนขอขอบพระคุณท่าน อาจารย์ ดร.พระทีพัฒน์ ภาสบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.วรัธน์ ปัตตประกร ซึ่งคอยให้คำแนะนำที่ดีๆ ซึ่งแนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆในการทำวิจัย และคอยสนับสนุนให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กীরติ ชยะกุลคีรี และ อาจารย์ ดร. วรณี แผงจันทิก ที่ได้ให้คำแนะนำและเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณเพื่อนๆพี่ๆที่มงานวิจัยเรื่องมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องทุกคนที่ร่วมมือในการทำวิจัยนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อประเทือง คุณแม่อารี และนางสาวพิไลวรรณ เดชโหมด ผู้คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกๆเรื่องแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดจนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จมาจนทุกวันนี้

นายธเนศ เดชโหมด

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญตาราง.....	(4)
สารบัญภาพประกอบ.....	(7)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 สมมุติฐาน	4
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า.....	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ ไฟฟ้าขัดข้อง	8

สารบัญ (ต่อ)

3. วิธีการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	12
3.1 ประเภทของอุตสาหกรรมในการทำวิจัย	12
3.2 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลตัวอย่าง	12
3.3 วิธีการในการทำวิจัย	13
3.3.1 พื้นที่ศึกษาในการวิจัย.....	13
3.3.2 ขั้นตอนในการวิจัย.....	13
3.4 ข้อมูลจากการสำรวจ	15
3.5 ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า.....	17
3.6 มาตรฐานของแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.....	19
3.7 ลักษณะคุณภาพไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้า	19
3.7.1 ไฟดับ (Outage or Black-outs Long Interruption)	20
3.7.2 ไฟกระพริบ (Momentary or Short Interruption).....	20
3.7.3 แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Momentary Voltage Sag or Dip)	20
3.7.4 แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (Voltage Swell).....	21
3.8 การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี ฟัซซี่ลอจิก.....	21
3.8.1 ฟัซซี่ลอจิก	22
3.8.1.1 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก	22
3.8.1.2 กฎฟัซซี่ (Fuzzy Rules)	26
3.8.1.3 การวิเคราะห์ผลโดยการใช้ Fuzzy Logic Toolbox ในโปรแกรม MATLAB.....	27
3.9 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	28
3.9.1 ประเภทของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV.....	28
3.9.1.1 สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ	28
3.9.1.2 สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ	29

สารบัญ (ต่อ)

3.9.2	ข้อดีข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแต่ละประเภท	30
3.9.3	โครงสร้างทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	31
3.9.3.1	อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	31
3.9.3.2	พื้นที่สำหรับก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	38
3.9.4	อัตราค่าไฟฟ้า	39
3.9.4.1	ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	39
3.9.4.2	ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	40
3.9.5	การวิเคราะห์ผลประหยัดทางด้านค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระบบไฟฟ้า จากระดับแรงดัน 22 kV เป็น 115 kV	41
3.9.6	รายละเอียดทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	42
3.9.7	การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	43
3.9.8	ค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV	44
4.	ผลของการวิจัย	45
4.1	การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วย วิธีพีชชีลอจิก	45
4.1.1	การกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	45
4.1.2	การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในโปรแกรม MATLAB Version 7 ...	46
4.1.3	การกำหนดกฎพีชชี	49
4.1.4	มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจากการวิเคราะห์ด้วย วิธีพีชชีลอจิก	50

สารบัญ (ต่อ)

4.1.5	ค่าของสมาชิกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรอินพุทและ เอาต์พุท	51
4.1.6	การแปลงค่าเอาต์พุทจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นค่าจริง	57
4.1.7	การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกในรูปแบบของ กราฟชนิดต่างๆ.....	57
4.2	การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี การวิเคราะห์ความถดถอย	59
4.2.1	การทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชันเพื่อหาค่าความผิดพลาด และการประมวลผล	59
4.3	การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องระหว่าง การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกและวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย.....	62
4.4	การประเมินความน่าเชื่อถือของระดับแรงดันไฟฟ้า 22 kV และ 115 kV .	64
4.5	การวิเคราะห์ผลประหยัดทางด้านค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระบบไฟฟ้า จากระดับแรงดัน 22 kV เป็น 115 kV	65
4.6	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV.....	68
4.7	การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน จากการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV.....	76
4.8	การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV.....	78

สารบัญ (ต่อ)

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	83
5.1 ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จำหน่ายให้ กับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.....	83
5.2 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟ ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.....	83
5.3 ผลประโยชน์จากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของ ผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.....	83
5.4 ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของ ผู้ใช้ไฟประเภท อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.....	85
5.5 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย.....	86
5.5.1 แนวทางการลดปัญหาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....	86
5.5.2 แนวทางการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV.....	87
รายการอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก.....	89
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....	90
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสอบถามมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้า ขัดข้อง.....	101
ผลงานทางวิชาการ.....	109
ประวัติผู้วิจัย.....	114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สาเหตุของ SF ₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานผิดพลาด	7
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องกับ ประเภทผู้ใช้ไฟและระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้องในประเทศแคนาดา (มูลค่าเงิน ณ ปี ค.ศ. 1980).....	11
3.1	วิธีการสำรวจข้อมูลและจำนวนโรงงานที่ได้จากการสำรวจข้อมูล	15
3.2	ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนิคมอุตสาหกรรมและสวนอุตสาหกรรม	16
3.3	ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนอกนิคมอุตสาหกรรม	17
3.4	ระดับความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า (System Availability).....	18
3.5	ค่าดัชนีของความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (System Reliability) ตามแผนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี พ.ศ. 2544	18
3.6	ค่ามาตรฐานแรงดันไฟฟ้าและ Voltage Regulation ของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	19
3.7	ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ	30
3.8	ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ	31
3.9	อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อย แบบฉนวนอากาศ	32
3.10	ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV แต่ละประเภท	39
3.11	อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง.....	39
3.12	อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	40
3.13	ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ชนิด ภายนอกอาคาร (บาท)	42
3.14	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ชนิด ภายนอกอาคาร (บาท/ปี).....	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.15	ค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้า เมื่อจ่ายโหลดในระดับต่างๆ (kW).....	44
4.1	การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุทจำนวนครั้ง ในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....	46
4.2	การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุท ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด	47
4.3	การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุท มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....	48
4.4	กฎฟัซซี่เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุท และเอาต์พุท	49
4.5	ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก.	52
4.6	การแปลงค่าเอาต์พุทจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นค่าจริง.....	57
4.7	การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกในรูปแบบของกราฟ ชนิดต่างๆในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก	58
4.8	ค่าความผิดพลาดจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้วยฟังก์ชัน Linear, Logarithmic, Polynomial, Power, Exponential และ Fuzzy.....	63
4.9	แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟใน เขตนิคมอุตสาหกรรมในเขตภาคกลางจำนวน 4 นิคมอุตสาหกรรม ปี 2550...	64
4.10	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ประกอบในการวิเคราะห์ผลประหยัด	66
4.11	ผลประหยัดด้านค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระดับแรงดัน	67
4.12	ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ เมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	68
4.13	ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ เมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14	ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง 71
4.15	ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซเมื่อ พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง 73
4.16	อัตราผลตอบแทนภายในในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเมื่อ ไม่พิจารณาและพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง 76
4.17	ข้อกำหนดในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ 78
4.18	การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อยเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ ไฟฟ้าขัดข้อง 79
ก.1	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2549 บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด 92
ก.2	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2549 บริษัท อเกีย ซิสเต็มส์ ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด 93
ก.3	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551 บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 1 94
ก.4	ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551 บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 2 95
ก.5	การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ในช่วง 4-9 MW 96
ก.6	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟประเภทแรงดัน 22 kV อัตราของ การใช้แบบ TOU 97
ก.7	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟประเภทแรงดัน 115 kV อัตราของ การใช้แบบ TOU 98
ก.8	ค่าใช้จ่ายด้านพลังไฟฟ้าที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV . 99

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนในการทำวิจัย.....	14
3.2	กราฟฟังก์ชันสามเหลี่ยม.....	23
3.3	กราฟฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู.....	23
3.4	กราฟฟังก์ชันเกาส์เซียน.....	24
3.5	กราฟฟังก์ชันระฆังคว่ำ.....	25
3.6	ตัวอย่างปริภูมิรูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎฟuzzy.....	26
3.7	หน้าต่าง FIS Editor ของ Fuzzy Logic Toolbox ในโปรแกรม MATLAB.....	27
3.8	สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ 115/22 kV.....	28
3.9	สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ 115/22 kV.....	29
3.10	Gas Insulated Switchgear ภายในประกอบด้วยหม้อแปลงแรงดัน หม้อแปลงกระแส และเซอร์กิตเบรกเกอร์.....	38
4.1	FIS Edition ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกทางด้านอินพุตและเอาต์พุต.....	45
4.2	กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตจำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....	46
4.3	กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด.....	47
4.4	กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตมูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....	48
4.5	ความสัมพันธ์ของสมาชิกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอินพุตและเอาต์พุต.....	50
4.6	Rule Viewer แสดงค่าของสมาชิกฟังก์ชันความเป็นสมาชิก.....	51
4.7	ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Linear.....	59
4.8	ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Logarithmic.....	60
4.9	ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Polynomial.....	60
4.10	ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Power.....	61

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

4.11	ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Exponential	61
4.12	การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องระหว่าง วิธีพีชชีลอจิกและวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย.....	62
4.13	ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย (x คือไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง,y คือ พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง)	75
4.14	อัตราผลตอบแทนภายในในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเมื่อ ไม่พิจารณาและพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยนำไปสู่การลงทุนในด้านต่างๆ มากมาย เช่น ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านพาณิชยกรรม และด้านการคมนาคม ส่งผลให้ความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น เมื่อพิจารณาถึงเหตุการณ์หลักประเด็นหนึ่งที่มีอาจมองข้ามได้นั้นก็คือปัญหาจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องซึ่งนับว่ามีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับทุกส่วนในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมที่เป็นส่วนพื้นฐานในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศ ความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นปัญหาจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมถือเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบไฟฟ้าของประเทศให้มีความมั่นคงมีเสถียรภาพ และมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น เพื่อลดปัญหาของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องให้น้อยลง จากเหตุผลดังกล่าวการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจึงมีแนวคิดในการนำมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมาใช้ในการพิจารณาเพื่อลงทุนปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้กับภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษามูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม เพื่อเป็นฐานข้อมูลประกอบการลงทุนในการพัฒนาปรับปรุงระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพื่อความคุ้มค่าในการลงทุนสูงสุดต่อไป

ในอดีตการประเมินมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟในประเทศไทยยังมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้งานได้น้อย ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากค่าของข้อมูลที่ทำการสำรวจไม่สามารถสะท้อนภาพที่แท้จริงของผู้ใช้ไฟขณะนั้นได้ ทำให้การประเมินนี้จะต้องกำหนดช่วงเวลาของการใช้งานข้อมูลและทำการปรับราคาให้ใกล้เคียงกับมูลค่าปัจจุบันอยู่เสมอ สำหรับในประเทศไทยได้มีการสำรวจข้อมูลดังกล่าวอยู่พอสมควร เช่น ในปี 2538 และ 2544 โดยความร่วมมือของสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวจะมีผลสรุปของความเสียหายในลักษณะของ

โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของกลุ่มผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม เช่น ภาคที่อยู่อาศัย ภาคกิจการขนาดเล็ก กิจการขนาดกลาง กิจการขนาดใหญ่ ภาคราชการ และอื่นๆแต่ยังไม่ได้สำรวจลงไปถึงข้อมูลเชิงลึกว่าในแต่ละกลุ่มนั้นมีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมากน้อยเพียงใด ในส่วนของการประเมินมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่แบ่งตามกลุ่มผู้ใช้ไฟ มีจุดประสงค์ในการสร้างฐานข้อมูลของมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแบ่งตามกลุ่มผู้ใช้ไฟเพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการลงทุนปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น โดยเฉพาะผู้ใช้ไฟกลุ่มอุตสาหกรรม เนื่องจากกลุ่มอุตสาหกรรมจะมีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องค่อนข้างสูงและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงตามกลุ่มอุตสาหกรรมที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม (Thailand Standard Industrial Code : TSIC) ได้แบ่งไว้ เพื่อทำให้เกิดภาพสะท้อนต่อสภาพของระบบไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงานการวางแผนระบบไฟฟ้าให้มีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นต่อไป

เมื่อพิจารณาในเรื่องความน่าเชื่อถือของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพบว่า ผู้ใช้ไฟที่ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV จะประสบปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้ากระพริบ แรงดันตกชั่วขณะ และแรงดันเกินชั่วขณะ สูงกว่าผู้ใช้ไฟที่ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV ทำให้ผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV ประสบเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต่อปีสูงกว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้โรงงานอุตสาหกรรมหันมาให้ความสนใจในการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22 kV มาใช้ระดับแรงดัน 115 kV เพื่อลดปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้าและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นภาคอุตสาหกรรมหนึ่งที่เติบโตสูงขึ้นมาในปัจจุบัน และเนื่องจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีความต่อเนื่องและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่เป็นระบบอัตโนมัติเกือบทั้งหมด โดยที่ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรจะควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ดังนั้นจึงมีความไวต่อคุณภาพของแรงดันไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก แรงดันตกชั่วขณะ แรงดันเกินชั่วขณะ และไฟฟ้าดับ โดยเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆที่ได้กล่าวมาจะทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน หรือทำงานผิดพลาดขึ้นในการควบคุมกระบวนการต่างๆ ดังนั้นจึงเกิดผลกระทบต่อชิ้นงานที่กำลังผลิตอยู่อาจต้องมีการตรวจวัดทางด้านคุณภาพของชิ้นงานใหม่ทั้งระบบ หรือต้องทิ้งชิ้นงานทั้งกระบวนการผลิตเนื่องจากชิ้นงานเสียหาย

ในบางครั้งอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับวงจรควบคุม หรือทำให้เครื่องจักรเสียหาย และที่สำคัญหลังจากไฟฟ้าถูกจ่ายเข้าสู่ระบบหลังจากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต้องใช้เวลาในการตั้งต้นกระบวนการผลิตใหม่ทำให้เกิดมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้น ดังนั้นผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงหันมาสนใจที่จะเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22 kV เป็นระดับแรงดัน 115 kV เพื่อลดมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV โดยทำการเปรียบเทียบผลของระยะเวลาคืนทุนในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย เมื่อไม่พิจารณาและพิจารณาผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ทั้งนี้ในการศึกษาจะทำการพิจารณาสถานีไฟฟ้าย่อย 2 ประเภทคือ สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ (Air Insulated Substation : AIS) และสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ (Gas Insulated Substation : GIS) ชนิดภายนอกอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจให้กับโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ต่อไป การวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของขนาดพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV นับว่ามีความสำคัญเช่นกันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความหลากหลายสำหรับทางเลือกให้กับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในการตัดสินใจเลือกขนาดพิกัดต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมมากที่สุดกับปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้และเป็นประโยชน์ในการรองรับการเพิ่มปริมาณการใช้พลังไฟฟ้าสูงขึ้นภายในอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อศึกษามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อศึกษาผลประหยัดจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
4. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยพิจารณาผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

1.3 สมมุติฐาน

1. ผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV มีโอกาสเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องสูงกว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV
2. ความน่าเชื่อถือของระดับแรงดัน 115 kV สูงกว่าระดับแรงดัน 22 kV
3. มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์กับขนาดของกำลังผลิต
4. มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมีความสัมพันธ์กับความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ทำการศึกษามูลค่าความเสียหายต่อครั้งที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ระบบไฟฟ้าระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV ที่มีขนาดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 1 - 9 MW จำนวน 68 แห่ง ในเขตนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และนำมามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV โดยพิจารณาตามขนาดของฟักัดของหม้อแปลงไฟฟ้าตั้งแต่ขนาดฟักัด 10/12.5 MVA, 12/15 MVA, 16/20 MVA และ 20/25 MVA ตามลำดับ และพิจารณาตามความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในช่วง 4-9 MW ทั้งนี้ในการศึกษาจะทำการพิจารณาสถานีไฟฟ้าย่อย 2 ประเภท คือ สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ และสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ ชนิดภายนอกอาคาร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้นและลดมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต่อปีลง
2. เป็นข้อมูลให้กับภาคอุตสาหกรรมในการวางแผนการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า หรือการลงทุนในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องสำรองไฟในส่วนของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเพื่อลดมูลค่าความเสียหายลง

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องได้ทำการศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 ประเภท ได้แก่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องซึ่งแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า

Goel L. (1999) ได้ทำการศึกษาค่าความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยคำนึงถึงเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจากสถานีไฟฟ้าย่อย ด้วยวิธีการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โลในลักษณะลำดับเวลา โดยคำนึงถึงเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นภายในสถานีไฟฟ้าย่อย สถานีไฟฟ้าย่อยซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างระบบส่งจ่ายไฟฟ้าและระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าด้วยกัน และเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้นจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟในด้านความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าโดยรวม โดยที่วิธีการมอนติคาร์โลจะแสดงพฤติกรรมแบบสุ่มของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า เช่น ระยะเวลาทำงาน ระยะเวลาการแก้ไข และระยะเวลาการปลด-สับสวิตช์ ด้วยการเลือกตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบมีลำดับเวลา และทำการจำลองเหตุการณ์เป็นเวลาหลายคาบการทำงาน สถานะของอุปกรณ์จะถูกนำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อหาสถานะของระบบเพื่อทำการประเมินความเชื่อถือได้ของระบบต่อไป

ค่าของความเชื่อถือได้สามารถประเมินได้จากความเสียหายหรือความสูญเสียของผู้ใช้ไฟที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ซึ่งแปลค่าออกมาในรูปของฟังก์ชันความเสียหายของผู้ใช้ไฟ และรวบรวมข้อมูลมาจัดทำเป็นฟังก์ชันความเสียหายของลูกค้าย่อยเป็นรายกลุ่ม ที่สะท้อนดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในรูปของฟังก์ชันค่าความเสียหายที่แตกต่างกันตามประเภทของผู้ใช้ไฟ จากข้อมูลความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละจุดโหลดที่ถูกตัดออกจากระบบในขณะที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ระยะเวลาของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง และมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยเฉลี่ย ทำให้สามารถประเมินค่าความเชื่อถือได้ในแต่ละจุดโหลดได้

Sittha Suksawat (2008) ได้ศึกษาสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ของระบบป้องกันในระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าระดับแรงดันสูงกว่า 69 kV เกิดการเปิดวงจร โดยไม่ได้มีสาเหตุมาจากกระแสลัดวงจร หรือเกิดจากโหลดเกินพิกัดของ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ และส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าดับอันเนื่องมาจากความผิดปกติของตัวอุปกรณ์ป้องกันเอง ซึ่งจากการศึกษาสามารถสรุปสาเหตุของปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานผิดพลาดของ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

สาเหตุของ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานผิดพลาด

สาเหตุ	เปอร์เซ็นต์ (%)
อุปกรณ์ทางกล	43
หม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน	26
วงจรอิเล็กทรอนิกส์และวงจรควบคุม	25
สาเหตุอื่นๆ	5

จากตารางที่ 2.1 พบว่าสาเหตุของ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานผิดพลาด ทำให้เกิดการเปิดวงจรโดยไม่ได้มีสาเหตุมาจากกระแสลัดวงจรที่เกิดจากการลัดวงจรในระบบหรือเกิดจากกระแสโหลดเกินพิกัดของตัว SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์ แต่มีสาเหตุมาจากความผิดปกติของชุดอุปกรณ์ทางกลของ SF₆ เซอร์กิตเบรกเกอร์สูงที่สุด รองลงมาจะมีสาเหตุมาจากการทำงานของหม้อแปลงกระแสและหม้อแปลงแรงดัน ที่แปลงค่าของกระแสและแรงดันผิดพลาดซึ่งเกิดจากการชำรุดของตัวอุปกรณ์ และจากวงจรควบคุมที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าตามลำดับ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหาย จากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

Bundhit Eua-arporn (2005) ได้ทำการศึกษามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในกลุ่มอุตสาหกรรม และกลุ่มธุรกิจบริการ ตามรูปแบบพีซีแอลจิก ซึ่งพีซีแอลจิกเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ แบบลอจิกหรือตรรกศาสตร์ ที่เชื่อมโยงระบบการคำนวณสองระบบ โดยที่ระบบหนึ่งผลการคำนวณหรือวิธีการคำนวณไม่เป็นไปตามกฎทางคณิตศาสตร์กฎใดกฎหนึ่งเพียงอย่างเดียว ส่วนอีกระบบหนึ่งผลการคำนวณหรือวิธีการคำนวณเป็นไปตามกฎทางคณิตศาสตร์กฎใดกฎหนึ่งชัดเจน ซึ่งการดำเนินงานศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การพัฒนาแบบจำลองความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ
2. การประเมินอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ

จากผลการพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟในพื้นที่บริการของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สามารถทำการประเมินอัตรามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. อัตรามูลค่าความเสียหายต่อหน่วยปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่หายไปเนื่องจากไฟดับ (Interrupted Energy Rate : IER) มีหน่วยเป็นบาท/kWh
2. อัตรามูลค่าความเสียหายต่อครั้งที่เกิดไฟฟ้าดับ (Interruption Cost per Event : ICPE) มีหน่วยเป็นบาท/ครั้ง

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่า อัตราความเสียหายเนื่องจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟในพื้นที่บริการของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในปี พ.ศ. 2543 IER มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 53.799 และ 60.165 บาท/kWh ส่วน ICPE มีค่าเฉลี่ยที่ 147,500 และ 62,723 บาท/ครั้ง ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยรวมทั้งประเทศมีค่า IER อยู่ที่ 60.348 บาท/kWh และค่า ICPE อยู่ที่ 64,991 บาท/ครั้ง ทั้งนี้หากนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่ได้รับจากการศึกษาครั้งที่ผ่านมา ซึ่งดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2538-2539 นั้นปรากฏว่าค่า IER เฉลี่ยของ กฟน. และ กฟภ. ตลอดจนผู้ใช้เฉลี่ยทั้งประเทศมีค่าอยู่ที่ 62.02, 83.40 และ 68.06 บาท/kWh ตามลำดับ ส่วน ICPE มีค่าอยู่ที่ 246,800.58, 177,317.37 และ 217,314.60 บาท/ครั้ง ตามลำดับ

Li Wenyuan (2005) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยอาศัยวิธีการ Minimum Cost Assessment Method ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ศึกษาถึงความเหมาะสมของการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเพื่อใช้สำหรับการวางแผนขยายระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าวิธีการ Minimum Cost Assessment Method ทำให้สามารถสังเกตเห็นถึงความแตกต่างของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟและความต่อเนื่องของระบบ ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายกับต้นทุนในการลงทุน เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการวางแผนการปรับปรุงระบบไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น

Priyantha D.C. Wijayatunga (2004) กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในประเทศศรีลังกา โดยนำข้อมูลที่ศึกษามาเปรียบเทียบกับประเทศเนปาล บังกลาเทศ และประเทศอินเดีย จากการศึกษาพบว่าเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศศรีลังกา การศึกษาพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศศรีลังกาเพิ่มขึ้นจาก 823 GWh เป็น 5,416 GWh ตั้งแต่ปี 1972 ถึง 2000 โดยข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี 2000 ถูกแบ่งเป็นประเภทโรงงานอุตสาหกรรม 38 เปอร์เซ็นต์ ประเภทพาณิชย์กรรม 40 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่อยู่อาศัย 20 เปอร์เซ็นต์

จากผลการศึกษาสามารถสรุปผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง โดยทำการแบ่งเป็น 8 ประเภทอุตสาหกรรม คือประเภทอุตสาหกรรมอาหาร, อุตสาหกรรมสิ่งทอ, อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี, อุตสาหกรรมอโลหะ, อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากโลหะ, อุตสาหกรรมสาขา, อุตสาหกรรมมะพร้าว, และอุตสาหกรรมโรงแรม จากการศึกษาสามารถสรุปเป็นมูลค่าความเสียหายแบบชั่วคราว และมูลค่าความเสียหายแบบมีการแจ้งล่วงหน้าและไม่มีมีการแจ้งล่วงหน้าในการดับไฟฟ้า สามารถสรุปได้ว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้นแบบชั่วคราวจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุดโดยที่อุตสาหกรรมอาหารประเภทยาสูบจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาจะเป็นอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากอโลหะประเภทปูนซีเมนต์ ส่วนการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแบบมีการแจ้งล่วงหน้าอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากโลหะประเภทปูนซีเมนต์จะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาจะเป็นอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากโลหะ และการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแบบไม่มีมีการแจ้งล่วงหน้าอุตสาหกรรมอาหารประเภทยาสูบจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาจะเป็นอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากอโลหะประเภทปูนซีเมนต์ตามลำดับ

Thomas H. Fritts (2002) ได้ทำการศึกษาดังสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง โดยมีสาเหตุมาจากงูในประเทศ Guam จากข้อมูลการศึกษาพบว่างูเป็นสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องสูงถึง 1600 ครั้งในรอบ 20 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ.1978-1997 โดยจากสถิติเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอันเนื่องมาจากงูสูงสุด 200 ครั้งต่อปี ทำให้เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอย่างน้อย 8 ชั่วโมงหรือมากกว่า ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันปัญหาของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอันเนื่องมาจากงู ได้มีการศึกษาวิธีการป้องกันมิให้งูเลื้อยขึ้นเสาไฟฟ้าแรงสูงด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันงูเลื้อยขึ้นเสาไฟฟ้าแรงสูงทางด้านล่างของเสาไฟฟ้าแรงสูง ผลภายหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันงูสามารถลดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องลงได้

Wacker G. (1989) ได้ทำการศึกษามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้ไฟออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น ที่อยู่อาศัย, พาณิชยกรรม, อุตสาหกรรม, ผู้ใช้ไฟขนาดใหญ่ และเกษตรกรรม เป็นต้น และทำการศึกษามูลค่าความเสียหายในแต่ละประเภท ทั้งนี้มีตัวอย่างการศึกษาความสัมพันธ์ของประเภทผู้ใช้ไฟและระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้องกับมูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในประเทศแคนาดา ซึ่งได้ผลสรุปดังตารางที่ 2.2

จากการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายต่อครั้งจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องพบว่าระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องนานขึ้นจะมีผลทำให้มูลค่าความเสียหายมีค่าสูงขึ้น ซึ่งพบว่าผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาได้แก่ผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจการค้า และผู้ใช้ไฟประเภทที่อยู่อาศัย ตามลำดับ เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายต่อค่าพลังงานพบว่าผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาได้แก่ผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจการค้า และผู้ใช้ไฟประเภทที่อยู่อาศัย ตามลำดับ เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายต่อค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดพบว่าผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมจะมีมูลค่าความเสียหายสูงสุด รองลงมาได้แก่ผู้ใช้ไฟประเภทธุรกิจการค้า และผู้ใช้ไฟประเภทที่อยู่อาศัย ตามลำดับ จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าของประเทศแคนาดา ควรที่จะลงทุนปรับปรุงระบบไฟฟ้าที่จำหน่ายให้กับภาคอุตสาหกรรมเป็นอันดับแรก เพื่อลดเหตุการณ์การเกิดไฟฟ้าขัดข้องและระยะเวลาในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ตารางที่ 2.2

ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องกับประเภทผู้ใช้ไฟและระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าขัดข้องในประเทศแคนาดา (มูลค่าเงิน ณ ปี ค.ศ. 1980)

มูลค่าความเสียหายต่อระยะเวลาการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง (\$)			
ระยะเวลา	ที่อยู่อาศัย	อาคารธุรกิจ	โรงงานอุตสาหกรรม
1 min	-	21	2,748
20 min	0.22	131	6,185
1 h	1.18	340	11,385
4 h	11.87	919	19,241
8 h	-	3,418	42,259
มูลค่าความเสียหายต่อพลังงานไฟฟ้า (\$/kWh)			
ระยะเวลา	ที่อยู่อาศัย	อาคารธุรกิจ	โรงงานอุตสาหกรรม
1 min	-	0.000106	0.000215
20 min	0.000028	0.000707	0.000862
1 h	0.000156	0.002046	0.00183
4 h	0.001566	0.007533	0.005179
8 h	-	0.019523	0.009956
มูลค่าความเสียหายต่อความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (\$/kW)			
ระยะเวลา	ที่อยู่อาศัย	อาคารธุรกิจ	โรงงานอุตสาหกรรม
1 min	-	0.28	0.7
20 min	0.06	2.05	2.88
1 h	0.31	5.88	5.19
4 h	3.16	21.51	13.87
8 h	-	63.06	27.6

บทที่ 3

วิธีการวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยซึ่งประกอบด้วยกลุ่มโรงงานตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ผลข้อมูล ดังนี้

3.1 ประเภทอุตสาหกรรมในการทำวิจัย

อุตสาหกรรมที่ใช้ในการทำวิจัยคือ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ประเภท การผลิตแผงวงจรไฟฟ้าชนิดแข็งและแบบยืดหยุ่นได้ เซมิคอนดักเตอร์ อุปกรณ์ประกอบในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ประกอบในชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์

3.2 การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลตัวอย่าง

ในการศึกษาได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่สนใจจำนวน 207 โรงงาน โดยใช้หลักการคำนวณของ Yamane's ดังสมการที่ 3.1 ต่อไปนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.1)$$

โดย n = จำนวนของโรงงานตัวอย่าง

N = จำนวนทั้งหมดของโรงงานที่ใช้ในการศึกษา

e = ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (0.1)

แทนค่า

$$n = \frac{207}{1 + 207(0.1)^2} = 67.42$$

ดังนั้นจึงต้องใช้กลุ่มโรงงานตัวอย่างในการทำวิจัยครั้งนี้อย่างน้อยจำนวน 68 โรงงาน

3.3 วิธีการในการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟรายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยพิจารณาผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง โดยมีวิธีการในการทำวิจัยดังนี้

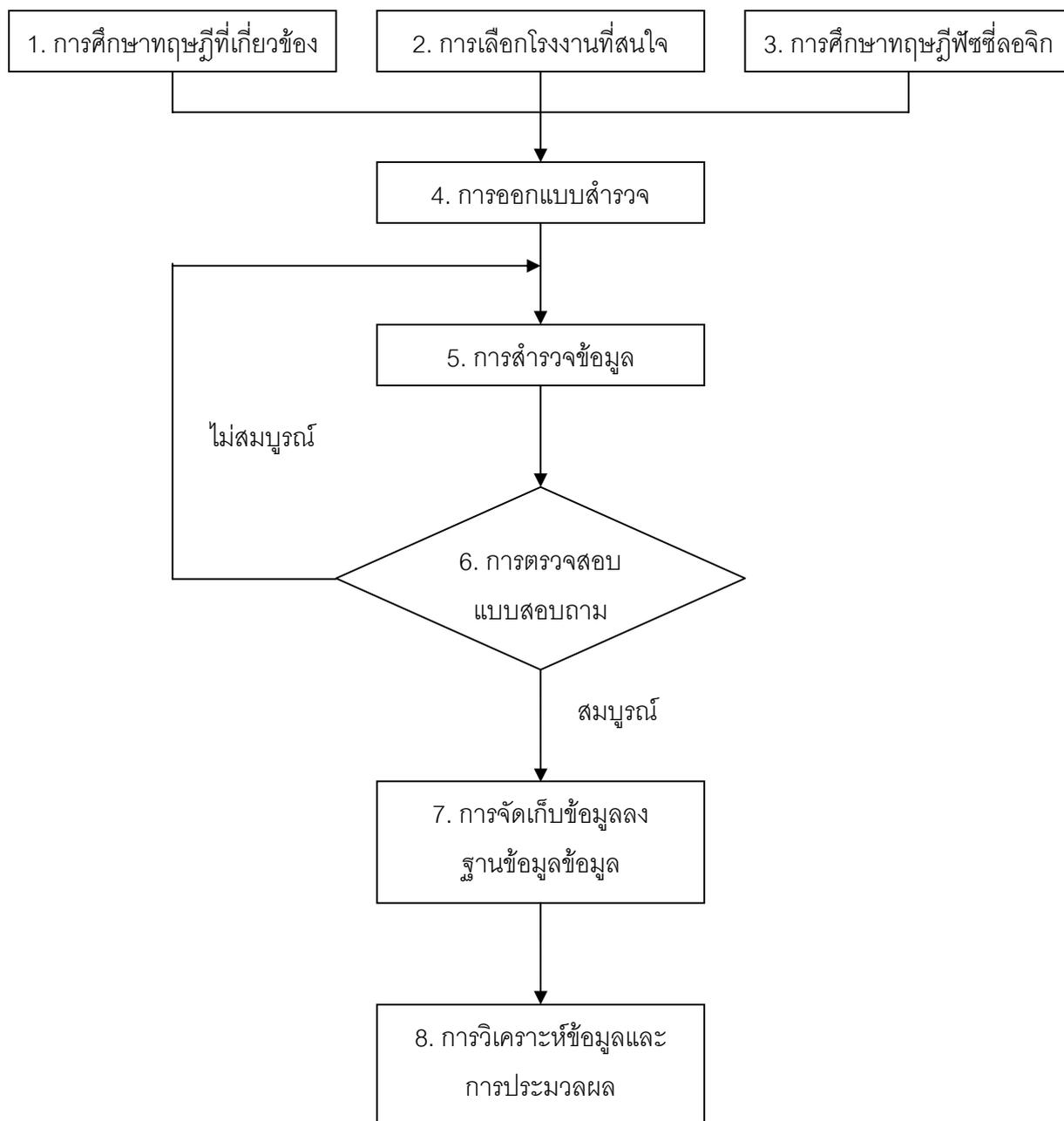
3.3.1 พื้นที่ศึกษาในการวิจัย

โรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโรงงานขนาดใหญ่ จำนวน 68 โรงงาน ทั้งในพื้นที่ของนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรม ในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

1. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์ผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจากบทความทั้งในและต่างประเทศ
2. การเลือกโรงงานที่สนใจ จะทำการเลือกโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ทั้งในเขตนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรมที่มีค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW
3. การศึกษาทฤษฎีพีชชีลลิจิก เพื่อนำใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
4. การออกแบบสำรวจ จะทำการออกแบบสำรวจให้มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ผลและผู้กรอกต้องทำความเข้าใจได้ง่าย
5. การสำรวจข้อมูล ในการสำรวจข้อมูลจะใช้วิธีการสำรวจด้วยกัน 4 วิธีได้แก่ สอบถามโดยตรง, สอบถามทางโทรศัพท์, ส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ และจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล
6. การตรวจสอบแบบสอบถามที่ได้รับ จะทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบที่ได้รับมา ว่ามีความถูกต้องเพียงใด ถ้าแบบสอบถามใดมีการตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบถ้วนควรให้ผู้กรอกตอบใหม่ให้ครบ
7. การจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล จะทำการจัดเก็บข้อมูลที่สมบูรณ์ลงในฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ผล
8. การวิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผล

ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนในการทำวิจัย



3.4 ข้อมูลจากการสำรวจ

จากการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในพื้นที่ของนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรม ในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถสรุปวิธีการและจำนวนโรงงานที่สำรวจข้อมูล แสดงในตารางที่ 3.1 แหล่งของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนิคมอุตสาหกรรมและสวนอุตสาหกรรมแสดงในตารางที่ 3.2 และแหล่งของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนอกนิคมอุตสาหกรรมแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1

วิธีการสำรวจข้อมูลและจำนวนโรงงานที่ได้จากการสำรวจข้อมูล

วิธีการ	จำนวนโรงงาน	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. สอบถามโดยตรง	14	13.33
2. สอบถามทางโทรศัพท์	50	47.62
3. ส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์	22	20.95
4. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล	19	18.10
รวม	105	100

ตารางที่ 3.2

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนิคมอุตสาหกรรมและสวนอุตสาหกรรม

ในเขตนิคมอุตสาหกรรมและสวนอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงาน
1. นิคมอุตสาหกรรม 304	1
2. นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	1
3. นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร	1
4. นิคมอุตสาหกรรมลพบุรี	1
5. นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด	1
6. นิคมอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี	2
7. นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค	4
8. นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน	5
9. นิคมอุตสาหกรรมสุรนารี	5
10. นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร	10
11. นิคมอุตสาหกรรมนวนคร	13
12. นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ	13
13. สวนอุตสาหกรรมบางกะดี	4
14. สวนอุตสาหกรรมโรจนะ	11
รวม	72

ตารางที่ 3.3

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในเขตนอกนิคมอุตสาหกรรม

ในเขตจังหวัด	จำนวนโรงงาน
1. ราชบุรี	1
2. สิงห์บุรี	1
3. ปราชินบุรี	3
4. ระยอง	3
5. พระนครศรีอยุธยา	3
6. นครราชสีมา	5
7. ปทุมธานี	5
8. ฉะเชิงเทรา	6
9. ชลบุรี	6
รวม	33

3.5 ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า

ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า (System Availability) ซึ่งจะถูกวัดออกมาในรูปแบบของจำนวนร้อยละของเวลาที่การไฟฟ้าสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟได้ในระยะเวลา 1 ปี ยกตัวอย่างเช่น ระบบไฟฟ้าที่มีระดับความน่าเชื่อถือเท่ากับ 99.9 % หมายความว่า การไฟฟ้ามีความสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับลูกค้าที่จุดส่งมอบ (Revenue Meter) ได้ไม่น้อยกว่า 8,751.24 ชั่วโมงต่อปี ($365 \times 24 \times 0.999$) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ผู้ใช้ไฟจะมีโอกาสไม่ได้รับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 8.76 ชั่วโมงต่อปี จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าระดับความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าดังกล่าวมีระยะเวลาของไฟฟ้าขัดข้องที่สั้นมากอาจสามารถยอมรับได้ในกลุ่มผู้ใช้ไฟธรรมดาทั่วไป แต่สำหรับผู้ใช้ไฟกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งมีอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง และมีระยะเวลาการผลิตตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน อาจยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นระดับของความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าจึงมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของธุรกิจ แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4
ระดับความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า (System Availability)

ระดับความน่าเชื่อถือ (%)	ระยะเวลาไฟฟ้าขัดข้องต่อปี	ความเหมาะสมกับผู้ใช้ไฟ
99.9	9 ชั่วโมง	บ้านพัก
99.99	59 นาที	โรงงานอุตสาหกรรม
99.999	5 นาที	โรงพยาบาล , สนามบิน
99.9999	32 วินาที	ธนาคาร
99.999999	0.03 วินาที	E-commerce

ที่มา : “คู่มือถาม-ตอบปัญหาคุณภาพไฟฟ้าในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม” จัดพิมพ์โดย
กองประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไม่ได้กำหนดเป็นระดับความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า แต่จะกำหนดเป็นแผนของค่าดัชนีความเชื่อถือได้ของระบบ (System Reliability) ซึ่งกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของโอกาสเกิดไฟดับเป็นจำนวนครั้งต่อลูกค้า 1 รายในรอบ 1 ปี (SAIFI) และค่าเฉลี่ยของเวลาไฟดับรวมเป็นนาทีต่อลูกค้า 1 ราย ในรอบ 1 ปี (SAIDI) ซึ่งแบ่งออกตามพื้นที่จำนวน 3 พื้นที่ คือเขตอุตสาหกรรม เขตเมือง และเขตชนบท ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5
ค่าดัชนีของความน่าเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (System Reliability) ตามแผนของ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี พ.ศ. 2544

พื้นที่	SAIFI (ครั้ง/ราย/ปี)	SAIDI (นาที/ราย/ปี)
เขตอุตสาหกรรม	4.49	324
เขตเมือง	13.7	884
เขตชนบท	21.28	1615

ที่มา : “คู่มือถาม-ตอบปัญหาคุณภาพไฟฟ้าในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม” จัดพิมพ์โดย
กองประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.6 มาตรฐานของแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้กำหนดค่ามาตรฐานของแรงดันไฟฟ้า (Nominal Voltage) และค่าเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า ทั้งในสภาวะปกติ (Normal Condition) และในสภาวะฉุกเฉิน (Emergency Condition) หมายถึงสภาวะที่เกิดข้อขัดข้องในระบบไฟฟ้า ซึ่งต้องมีการถ่ายเทภาระทางไฟฟ้าไปรับจากแหล่งจ่ายอื่นในช่วงสั้นๆ ซึ่งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้กำหนดมาตรฐานของแรงดัน ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6

ค่ามาตรฐานแรงดันไฟฟ้าและ Voltage Regulation ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ประเภทผู้ใช้ไฟ	ระดับแรงดัน (kV)	ในสภาวะปกติ		ในสภาวะไม่ปกติ	
		Max. (%)	Min. (%)	Max. (%)	Min. (%)
อุตสาหกรรมขนาดใหญ่	69 , 115	+5	-5	+10	-10
อุตสาหกรรมขนาดกลาง	22 , 33	+5	-5	+10	-10
อุตสาหกรรมขนาดเล็ก	0.38	+10	-10	+10	-10
ที่อยู่อาศัย	0.22	+10	-10	+10	-10

ที่มา : “คู่มือถาม-ตอบปัญหาคุณภาพไฟฟ้าในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม” จัดพิมพ์โดย
กองประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.7 ลักษณะของคุณภาพไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้า

ปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้าที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟทำให้เกิดมูลค่าความเสียหายขึ้นนั้นสามารถแบ่งประเภทของผลกระทบและสาเหตุการเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

3.7.1 ไฟดับ (Outage or Black-Outs Long Interruption)

ค่าแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้กับลูกค้า ณ จุดจำหน่ายมีค่าเป็นศูนย์ โดยทั่วไปมีระยะเวลาตั้งแต่ 1 นาที จนถึงหลายชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทและตำแหน่งที่เกิดปัญหาโดยมีสาเหตุเกิดจาก ไฟฟ้าลัดวงจรแบบถาวรในระบบของการไฟฟ้า หรือในระบบของผู้ใช้ไฟรายอื่นที่อยู่พื้นที่ข้างเคียง หรือเกิดขึ้นจากระบบภายในของผู้ใช้ไฟเอง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด รถยนต์ชนเสา แผ่นป้ายโฆษณาเสาอากาศโทรทัศน์ ต้นไม้ล้มทับสายไฟ ซึ่งมีผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดหยุดการทำงาน เซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker) ปลดวงจร วิธีการป้องกันและลดโอกาสการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบถาวร เช่น การตัดกิ่งไม้ใกล้แนวสายไฟตามวาระ ตรวจสอบจุดร้อนของจุดต่อทางไฟฟ้าในระบบจำหน่าย ฉีดน้ำล้างลูกถ้วยและการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าตามวาระ

3.7.2 ไฟกระพริบ (Momentary or Short Interruption)

ค่าแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟ ณ จุดจำหน่ายมีค่าเป็นศูนย์ เป็นระยะเวลาสั้นๆ ตั้งแต่ 0.7-5 วินาที แล้วมีแรงดันไฟฟ้ากลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า 1 รอบปิดกลับวงจร (Trip-Reclose Cycle) ในบางกรณีอาจมีตั้งแต่ 1-3 รอบปิดกลับวงจร สาเหตุเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรแบบชั่วคราวภายในสายจำหน่ายวงจรที่จ่ายให้กับผู้ใช้ไฟของการไฟฟ้าโดยตรง โดยมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด ฟิวส์ ต้นไม้ล้มทับสายไฟ หรือเกิดจากสัตว์จำพวกนก และงู ซึ่งจะมีผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟสำรองทั้งหมดหยุดการทำงาน เซอร์กิตเบรกเกอร์หลักปลดวงจร วิธีการป้องกันและลดโอกาสการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรแบบถาวร เช่น การตัดกิ่งไม้ใกล้แนวสายไฟตามวาระ ตรวจสอบจุดร้อนของจุดต่อทางไฟฟ้าในระบบจำหน่าย ฉีดน้ำล้างลูกถ้วยและการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าตามวาระ การติดตั้งระบบ Supervisory Control and Data Acquisition หรือ SCADA ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งระยะใกล้และไกลเพื่อควบคุมการจ่ายไฟแบบอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.7.3 แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Momentary Voltage Sag or Dip)

ค่าแรงดันไฟฟ้าตกลงชั่วขณะมีขนาดเหลือประมาณตั้งแต่ 10-90% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 0.01 วินาที – 1 นาที โดยมีสาเหตุเนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่ต่อร่วมกัน แต่เกิดขึ้นต่างวงจรหรือสายป้อนกัน ทั้งนี้ความลึกของขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ตกลงมานั้น จะขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสไฟฟ้าลัดวงจร สำหรับระยะเวลาที่เกิดจะขึ้นอยู่กับระยะเวลา

ที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร นอกจากนี้ยังมีสาเหตุเกิดจากการใช้ภาระทางไฟฟ้าสูงมาก ๆ เช่น การเพิ่มภาระทางไฟฟ้าจำนวนมากอย่างรวดเร็ว การสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ในส่วนของผู้ใช้ไฟเอง ซึ่งเป็นผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน (Sensitive Load) เช่น Variable Speed Drive (VSD), Programmable Logic Controller (PLC) หยุดการทำงาน หรือทำงานผิดพลาด Main Circuit Breaker ด้าน 400 โวลต์ปลดวงจรเมื่อปรับตั้งค่า รีเลย์แรงดันต่ำเกินไม่เหมาะสม การแก้ไขควรมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เช่น UPS ให้กับอุปกรณ์ที่เหมาะสม และควรปรับปรุงคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมทนต่อสภาวะการเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ปรับตั้งการทำงานของรีเลย์แรงดันต่ำเกินทั้งขนาดของแรงดันและระยะเวลาของ เซอร์คิตเบรกเกอร์หลักให้สอดคล้องกับระบบ

3.7.4 แรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (Voltage Swell)

ค่าแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะมีขนาดตั้งแต่ 110–180 % ของพิกัดแรงดันไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 0.001–3 วินาที โดยมีสาเหตุจากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบไฟฟ้า (Network) เดียวกัน แต่เกิดขึ้นที่ต่างวงจร หรือต่างสายป้อนกัน ซึ่งจะเกิดขึ้นพร้อมกับเหตุการณ์ของแรงดันไฟฟ้าตกลงชั่วขณะ แต่จะเกิดต่างเฟสกัน หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภาระไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลกระทบทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันชำรุดเสียหายได้ เซอร์คิตเบรกเกอร์หลัก ด้าน 400 โวลต์ปลดวงจรเมื่อปรับตั้งค่า รีเลย์แรงดันเกินไม่เหมาะสม การแก้ไขควรมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เช่น UPS ให้กับอุปกรณ์ที่เหมาะสม และควรปรับปรุงคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมทนต่อสภาวะการเกิดแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ ปรับตั้งการทำงานของรีเลย์แรงดันเกินทั้งขนาดของแรงดันและระยะเวลาของเซอร์คิตเบรกเกอร์หลักให้สอดคล้องกับระบบ

3.8 การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธีพีชชีลอจิก

ในการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจะทำการจำลองผลทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีพีชชีลอจิก ซึ่งเป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในวงการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการทหาร ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งนับวันจะยังมีความต้องการระบบคอมพิวเตอร์ที่มี

ความสามารถในการปรับเปลี่ยนระบบได้โดยอัตโนมัติตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.8.1 ฟัชชันลอจิก

ฟัชชันลอจิกเป็นตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่า ทุกสิ่งบนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ใช่มีเฉพาะสิ่งที่มีความแน่นอนเท่านั้น แต่มีหลายสิ่งหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่เที่ยงและไม่แน่นอน (Uncertain) อาจเป็นสิ่งที่คลุมเครือ (Fuzzy) ไม่ชัดเจน (Exact) โดยฟัชชันลอจิกประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

3.8.1.1 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) เป็นฟังก์ชันที่มีการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน โดยเริ่มจากการแทนที่กับตัวแทนที่มีความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และคลุมเครือ ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่สำคัญต่อคุณสมบัติหรือการดำเนินการของฟัชชันลอจิก เพราะรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะไม่สมมาตรกันหรือสมมาตรกันทุกประการก็ได้ ซึ่งชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งานทั่วไปมีหลายชนิด ได้แก่

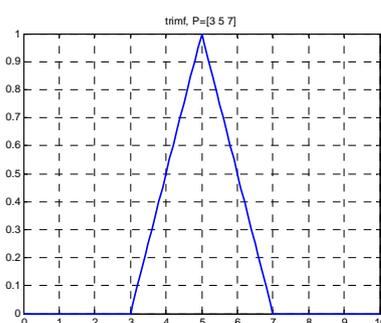
1. ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) ฟังก์ชันนี้มีทั้งหมด 3 พารามิเตอร์คือ $\{a, b, c\}$

$$\text{Triangular}(x : a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x > c \end{cases} \quad (3.2)$$

ตัวอย่างกำหนดให้ a เท่ากับ 5 และ C เท่ากับ 10 แสดงกราฟฟังก์ชันสามเหลี่ยมดังภาพ

ที่ 3.2

ภาพที่ 3.2
กราฟฟังก์ชันสามเหลี่ยม

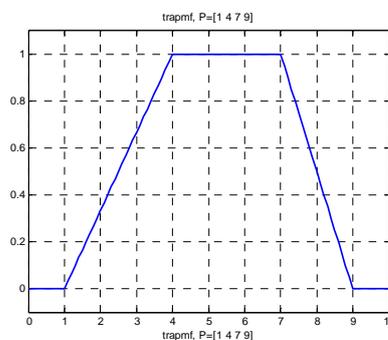


2. ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function) ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีทั้งหมด 4 พารามิเตอร์คือ $\{a, b, c, d\}$

$$\text{Trapezoidal}(x : a, b, c) = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < a \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x < c \\ (d - x)/(d - c) & c \leq x < d \\ 0 & x \geq d \end{array} \right\} \quad (3.3)$$

ตัวอย่างกำหนดให้ $a=0$, $b=2$, $c=8$, และ $d=10$ แสดงกราฟฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมูดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3
กราฟฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู



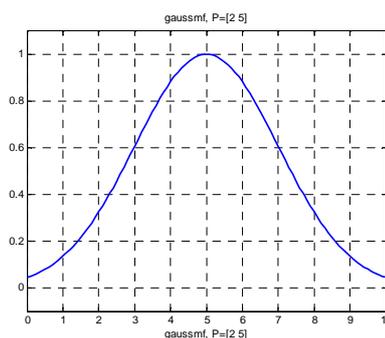
3. ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Membership Function) ฟังก์ชันเกาส์เซียนมีทั้งหมด 2 พารามิเตอร์คือ $\{m, \sigma\}$ ซึ่ง m หมายถึงค่าเฉลี่ย และ σ หมายถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{Gaussian}(x : m, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x - m)^2}{\sigma^2}\right) \quad (3.4)$$

ตัวอย่างกำหนดให้ $m=5$ และ $\sigma=1$ แสดงกราฟฟังก์ชันเกาส์เซียน ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

กราฟฟังก์ชันเกาส์เซียน

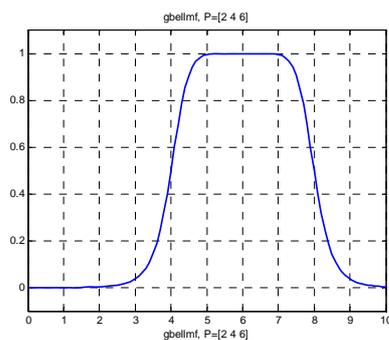


4. ฟังก์ชันระฆังคว่ำ (Bell-Shaped Membership Function) ฟังก์ชันรูประฆังคว่ำมี พารามิเตอร์ทั้งหมด 3 ค่าคือ $\{a, b, c\}$

$$\text{Bell-shaped}(x : a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x - c}{a}\right|^{2b}} \quad (3.5)$$

ตัวอย่างกำหนดให้ $a=2$, $b=4$, และ $c=5$ แสดงกราฟฟังก์ชันระฆังคว่ำดังภาพที่ 3.5

รูปที่ 3.5
กราฟฟังก์ชันระฆังคว่ำ



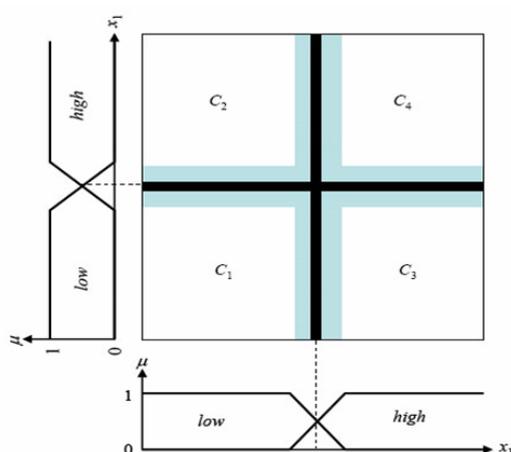
การเลือกฟังก์ชันของความเป็นสมาชิก จะต้องเลือกตามความเหมาะสมและสามารถครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดทางด้านอินพุตและเอาต์พุตที่นำมาพิจารณาความสัมพันธ์ โดยการเลือกใช้ฟังก์ชันของความเป็นสมาชิก สามารถเลือกได้หลายประเภทในการประมวลผลเพื่อให้การประมวลผลมีความถูกต้องมากที่สุด การเลือกฟังก์ชันของความเป็นสมาชิกในการออกแบบอาจจะต้องมีการทดลองใช้ฟังก์ชันหลายประเภทในการทดสอบข้อมูล เพื่อหาฟังก์ชันของความเป็นสมาชิกที่มีความเหมาะสมที่สุดกับข้อมูลที่นำมาทดสอบ

3.8.1.2 กฎฟuzzy (Fuzzy Rules)

วิทยาการเกี่ยวกับกฎฟuzzy มีจำนวนมาก แต่ที่นิยมและการประยุกต์ใช้งานมากที่สุดได้แก่กฎฟuzzy แบบถ้า-แล้ว (Fuzzy If-Then Rule) โดยแสดงลักษณะของกฎฟuzzy แบบถ้า-แล้วในภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6

ตัวอย่างปริภูมิรูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎฟuzzy



จากภาพที่ 1 สามารถเขียนเป็นกฎในรูปประโยคภาษาได้ดังนี้

กฎข้อ 1: ถ้า x_1 มีค่า Low และ x_2 มีค่า Low แล้ว ข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม C_1

กฎข้อ 2: ถ้า x_1 มีค่า Low และ x_2 มีค่า High แล้ว ข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม C_2

กฎข้อ 3: ถ้า x_1 มีค่า High และ x_2 มีค่า Low แล้ว ข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม C_3

กฎข้อ 4: ถ้า x_1 มีค่า High และ x_2 มีค่า High แล้ว ข้อมูล (x_1, x_2) เป็นกลุ่ม C_4

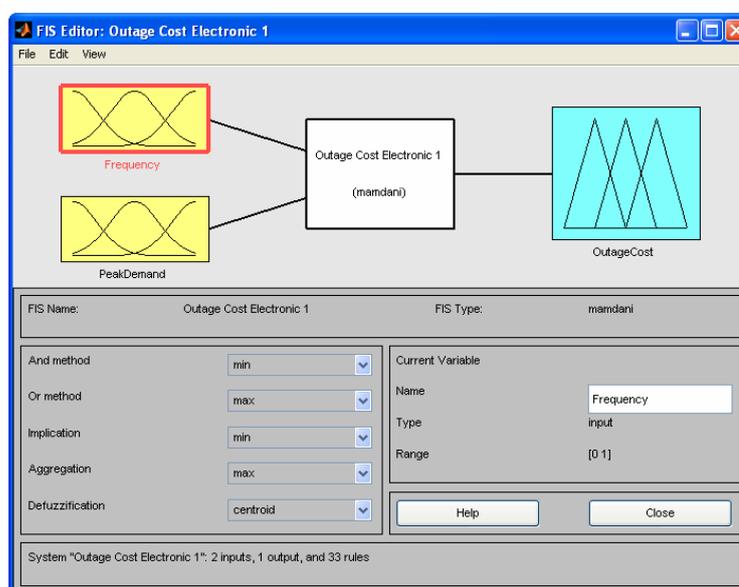
กฎฟuzzy เป็นการกำหนดเงื่อนไขของความสัมพันธ์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของข้อมูลทางด้านอินพุตและเอาต์พุตบนพื้นฐานของเหตุผลแบบถ้า-แล้ว และกฎฟuzzy จะเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ของฟuzzyลอจิกที่ได้จากการประมวลผล

3.8.1.3 การวิเคราะห์ผลโดยการใช้ Fuzzy Logic Toolbox ในโปรแกรม MATLAB

ในการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจะทำการจำลองผลทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกโดยใช้ระบบกฎของฟัซซี่ ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเพื่อหาแบบจำลองโดยใช้ Fuzzy Logic Toolbox ในโปรแกรม MATLAB ช่วยในการวิเคราะห์ผลแสดงในภาพที่ 3.7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 3.7

หน้าต่าง FIS Editor ของ Fuzzy Logic Toolbox ในโปรแกรม MATLAB



ในการกำหนดตัวแปรอิสระทางด้านอินพุตและตัวแปรตามทางด้านเอาต์พุตในการทดลองนี้จะทำการกำหนดตัวแปรอิสระทางด้านอินพุตอาจมีจำนวน 2 ตัวแปร และตัวแปรตามทางด้านเอาต์พุตจำนวน 1 ตัวแปร ในการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก การเลือกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกประเภทต่างๆและการกำหนดกฎฟัซซี่ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์จะทำให้การประมวลผลมีความถูกต้อง ซึ่งจะแสดงการเลือกประเภทฟังก์ชันความเป็นสมาชิกและการกำหนดกฎฟัซซี่ในส่วนทำต่อไป

3.9 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยจะนำมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ลดลงจากการเปลี่ยนระบบแรงดันของผู้ใช้ไฟมาเป็นตัวแปรหนึ่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการศึกษาจะทำการพิจารณาสถานีไฟฟ้าย่อย 2 ประเภทคือ สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ และสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ ชนิดภายนอกอาคาร

3.9.1 ประเภทของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

3.9.1.1 สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยที่นิยมใช้มากเนื่องจากอุปกรณ์มีต้นทุนต่ำ แต่ต้องการพื้นที่ที่กว้างมากพอ สภาพแวดล้อมเหมาะสม บางครั้งอาจเรียกว่า Conventional Substation หรือ Open Air Substation โดยออกแบบให้อุปกรณ์หลักต้องประกอบติดตั้งอยู่บนโครงเหล็ก ใช้อากาศเป็นฉนวนภายนอกระหว่างตัวนำแต่ละเฟส และระหว่างตัวนำกับดิน ซึ่งการออกแบบฉนวนขึ้นอยู่กับสภาวะบรรยากาศ คือ ความดัน อุณหภูมิ ความชื้น ความเปรอะเปื้อน ฝุ่นละออง ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องกำหนดการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ให้ระยะห่างมีความปลอดภัยทางไฟฟ้า (Electrical Clearance) แสดงสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8

สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ 115/22 kV



3.9.1.2 สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ

เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีอุปกรณ์ต่างๆ ติดตั้งอยู่ในท่อโลหะ โดยการอัดก๊าซ SF₆ เพื่อเป็นก๊าซฉนวนไว้ภายใน จึงสามารถลดระยะปลอดภัยทางไฟฟ้าลงได้ ทำให้สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ มีขนาดเล็กลงมาก สามารถออกแบบให้ติดตั้งแบบกลางแจ้ง ,ภายในอาคาร, ใต้พื้นดินหรือภายในอุโมงค์ก็ได้ โดยทั่วไปจะพิจารณาตามวัตถุประสงค์หลักของการติดตั้งใช้งาน เช่น ต้องการความเชื่อถือของระบบสูง, มีพื้นที่จำกัด, ไม่ต้องการมีภาระการบำรุงรักษามาก เป็นต้น ดังนั้นปัจจุบันจึงมีความนิยมติดตั้งสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซกันมากขึ้น ซึ่งสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซแสดงในภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9

สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ 115/22 kV



3.9.2 ข้อดีข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแต่ละประเภท

ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ แสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7

ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> 1. อุปกรณ์มีราคาถูก 2. ออกแบบได้หลากหลายตามความต้องการของระบบ 3. การขยายระบบหรือเปลี่ยนพิกัดอุปกรณ์ทำได้ง่าย 4. การบำรุงรักษาทำได้เฉพาะตัวไม่กระทบกับอุปกรณ์ข้างเคียง 5. ใช้ปริมาณก๊าซ SF₆ น้อยกว่าซึ่งก๊าซ SF₆ มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม 6. กรณีอุปกรณ์ใดเกิดเสียหาย เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์, ไบมีดตัดตอน (Disconnecting Switch), หม้อแปลงวัดกระแส (Current Transformer), หม้อแปลงวัดแรงดัน (Voltage Transformer), กักดันฟ้าผ่า (Surge Arrester) และบัสบาร์ สามารถจัดหาทดแทนได้ง่าย 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ต้องระมัดระวังเมื่อทำงานในพื้นที่สถานีไฟฟ้า 2. ต้องเลือกฉนวนให้ถูกต้องตามสภาพแวดล้อม 3. ต้องมีมาตรการป้องกันผลกระทบจากสัตว์ 4. ต้องออกแบบทั้งด้าน ไฟฟ้า และ โยธาทั้งหมด 5. ต้องประกอบอุปกรณ์แต่ละตัว และติดตั้งบนฐานโครงเหล็กที่หน้างาน

ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ แสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8

ข้อดีและข้อเสียของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ

ข้อดี	ข้อเสีย
<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้พื้นที่การก่อสร้างน้อยกว่า 2. ติดตั้งได้รวดเร็วกว่า 3. มีความปลอดภัยการใช้งานสูงกว่า 4. ไม่มีผลกระทบจากมลภาวะภายนอก 5. การบำรุงรักษาน้อยกว่า 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีราคาอุปกรณ์แพงกว่ามาก 2. การขยายหรือเพิ่มเติมต้องวางแผนล่วงหน้า และต้องใช้ผลิตภัณฑ์เดิม 3. เมื่อมีความเสียหายระหว่างการใช้งาน เช่น หากเกิดฟอล์ทภายในจะหาตำแหน่งฟอล์ท ได้ยากกว่าและการซ่อมแซมมีความยุ่งยาก ทำให้เสียเวลาจ่ายไฟฟ้าสูงกว่า 4. หลังซ่อมหรือขยายเพิ่มเติม อาจต้องดับไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อทดสอบความเป็นฉนวน

3.9.3 โครงสร้างทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

3.9.3.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV จะทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันจาก 115 kV เป็นระดับแรงดัน 22 kV เพื่อจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟ โดยโครงสร้างทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อยจะประกอบไปด้วยระบบสายส่งทางด้าน 115 kV (ในส่วนนี้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะลงทุนในการก่อสร้างให้) สวิตช์ตัดตอนทางด้าน 115 kV อุปกรณ์เครื่องวัดทางด้าน 115 kV หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง สวิตช์เกียร์ทางด้าน 22 kV ชุดควบคุมและอุปกรณ์ป้องกัน และระบบสายส่งทางด้าน 22 kV โดยแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีย่อยแบบฉนวนอากาศ

1. ชื่ออุปกรณ์ : สวิตช์ตัดตอน ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่ในการปิดวงจร (Close Switch) และเปิดวงจร (Open Switch) วงจรระดับแรงดัน 115 kV เพื่อจ่ายไฟฟ้าและตัดไฟฟ้าเข้าสู่สถานีย่อยไฟฟ้า ในการทำงานปิดวงจรอุปกรณ์ต้องกระทำในสภาวะไม่มีโหลด (No-Load) เท่านั้น และการปิดวงจร และ เปิดวงจร กระทำด้วยระบบมือ เท่านั้นและต้องทำงานในสภาวะอากาศโปร่งไม่มีฝนตก</p>
2. ชื่ออุปกรณ์ : เสารับแรงดึง ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นเสารับแรงดึงของสายไฟฟ้าแรงสูงระดับแรงดัน 115kV ระหว่างเสาของสวิตช์ตัดตอน 115 kV (Air Breaker Switch) กับใบมีดตัดตอน (Disconnecting Switch) ทางด้านระดับแรงดัน 115 kV</p>

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

3. ชื่ออุปกรณ์ : ไบเม็ดตัดตอน ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เดียวกับสวิตช์ตัดตอน ใช้ในการปิดวงจร และเปิดวงจร ของวงจรระดับแรงดัน 115 kV เพื่อจ่ายไฟฟ้าและตัดไฟฟ้าเข้าสถานีไฟฟ้าย่อย ในการเปิดวงจร อุปกรณ์ต้องกระทำใน สภาวะไม่มีโหลดเท่านั้น และการปิดวงจร และเปิดวงจร ในสถานะะของการทำงานสามารถกระทำได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และกระทำด้วยระบบมือ</p>
4. ชื่ออุปกรณ์: หม้อแปลงแรงดัน ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงแรงดันเพื่อแปลงแรงดันให้ต่ำลงเพื่อใช้กับมิเตอร์วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และใช้ในระบบป้องกันทางด้านแรงดัน 115 kV เช่น รีเลย์แรงดันเกิน (Over Voltage Relay), รีเลย์แรงดันต่ำเกิน (Under Voltage Relay), รีเลย์ตรวจจับความผิดปกติ (Fault Detector Protection) ที่เกิดขึ้นในระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า</p>

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

5. ชื่ออุปกรณ์: หม้อแปลงกระแส ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงกระแสเพื่อแปลงกระแสให้ต่ำลงเพื่อใช้กับมิเตอร์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และใช้ในระบบป้องกันเช่น รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน (Over Current Relay), รีเลย์ตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า</p>
6. ชื่ออุปกรณ์ : เซอร์กิตเบรกเกอร์ ด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้าด้าน 115 kV และทำหน้าที่ปิดวงจรและเปิดวงจรไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้า และทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดสภาวะโหลดเกินพิกัด หรือเกิดความผิดปกติขึ้นภายในระบบ เช่น เกิดการลัดวงจรระหว่างตัวนำกับดิน หรือเกิดการลัดวงจรระหว่างตัวนำกับตัวนำ ขึ้นภายในระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า</p>

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

7.ชื่ออุปกรณ์ : อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าด้าน 115 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ป้องกันฟ้าผ่าที่หม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อเกิดฟ้าผ่าเกิดขึ้น กระแสจะไหลลงดิน โดยทั่วไปจะมีการติดตั้งตัวนับ เพื่อบันทึกจำนวนครั้งที่เกิดฟ้าผ่าเกิดขึ้น</p>
8.ชื่ออุปกรณ์ : หม้อแปลงไฟฟ้า 115/22 kV	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่แปลงแรงดันจาก 115 kV เป็น 22 kV โดยทั่วไปหม้อแปลงที่ใช้ในสถานีไฟฟ้าย่อยจะมีชุดปรับแท็ปหม้อแปลงขณะจ่ายโหลด (On Load Tap Changer : OLTC) เพื่อปรับแท็ปของหม้อแปลงทางด้านแรงดันสูงอัตโนมัติเพื่อรักษาแรงดันทางด้านแรงดันต่ำให้คงที่ ส่วนขนาดพิกัดของหม้อแปลงจะบอกถึงความสามารถในการจ่ายโหลดได้ เช่น มีขนาดพิกัด 30/25MVA หมายความว่าสามารถจ่ายโหลดได้ 25 MVA โดยใช้การระบายความร้อนด้วยอากาศ และสามารถจ่ายโหลดได้ 30 MVA โดยใช้การระบายความร้อนด้วยพัดลม</p>

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

9.ชื่ออุปกรณ์ : ตู้ควบคุมการทำงานของรีเลย์	หน้าที่การทำงาน
	<p>เป็นตู้ควบคุมการทำงานของรีเลย์ ในระบบเครื่องมือวัดและระบบป้องกันทางด้านแรงดัน 115 kV เช่น รีเลย์ป้องกันกระแสเกินในสายเฟสและสายดิน, รีเลย์แรงดันเกิน, รีเลย์แรงดันต่ำเกิน, รีเลย์วัดผลต่างระหว่างกระแสด้านแรงดันสูงและด้านแรงดันต่ำ (Transformer Differential Relay), รีเลย์ความถี่, รีเลย์ตรวจจับความผิดปกติ และอุปกรณ์ควบคุมการปรับแรงดันอัตโนมัติ (Auto Voltage Regulator : AVR)</p>
<p>10.ชื่ออุปกรณ์ : Switch Gear Incoming และ Outgoing ทางด้าน 22 kV</p>	<p>หน้าที่การทำงาน</p>
	<p>ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัด-ตอนทางด้านระบบแรงดัน 22kV เพื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ ภายในจะประกอบไปด้วยเซอร์กิต-เบรกเกอร์ทางด้านระดับแรงดัน 22 kV, รีเลย์แรงดันเกิน, รีเลย์แรงดันต่ำเกิน, รีเลย์ป้องกันกระแสเกิน, รีเลย์ตรวจจับความผิดปกติของระบบป้องกันทางด้านระดับแรงดัน 22 kV โดยผู้รับแรงดันขาเข้า จะรับแรงดันมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับตู้จ่ายแรงดันขาออก</p>

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

อุปกรณ์ไฟฟ้าและหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ

15.ชื่ออุปกรณ์ : หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้ภายในสถานีไฟฟ้า	หน้าที่การทำงาน
	<p>เป็นหม้อแปลงขนาดแรงดัน 22 kV / 400 V ทำหน้าที่แปลงแรงดันเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบแสงสว่างภายในและภายนอกอาคารควบคุม, ระบบการปรับอากาศ, ระบบการแปลงแรงดันจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงชุดตรวจควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆไป และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆภายในสถานีไฟฟ้าย่อย</p>
16.ชื่ออุปกรณ์ : แบตเตอรี่	หน้าที่การทำงาน
	<p>ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานสำรองเมื่อหม้อแปลงจ่ายไฟเลี้ยงอุปกรณ์ภายในสถานีไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานได้ โดยที่เมื่อเกิดปัญหาคือขึ้นภายในสถานีไฟฟ้าจนทำให้หม้อแปลงจ่ายไฟเลี้ยง ไม่สามารถใช้งานได้ ชุดควบคุมต่างๆของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจะรับไฟจากระบบสำรองไฟกระแสตรง (Battery Back-Up) ทันทีเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าขณะเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้นภายในระบบ</p>

ในส่วนของสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซจะมีส่วนประกอบเกือบทุกส่วนเหมือนกับสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ แต่มีส่วนที่แตกต่างตรงที่หม้อแปลงกระแส หม้อแปลงแรงดัน และ เซอร์คิตเบรกเกอร์ จะบรรจุอยู่ในส่วนประกอบเดียวกันและใช้ก๊าซ SF₆ เป็นฉนวน แสดงในภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10

Gas Insulated Switchgear ภายในประกอบด้วยหม้อแปลงแรงดัน หม้อแปลงกระแส และเซอร์คิตเบรกเกอร์



3.9.3.2 พื้นที่สำหรับก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

ในส่วนของพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ผู้ใช้ไฟที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV เดิมที่รับไฟมาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่มีความประสงค์ที่จะสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ขึ้นใช้ จะต้องใช้ขนาดพื้นที่เพื่อใช้ในการก่อสร้างตามตารางที่ 3.10 ซึ่งสถานีไฟฟ้าย่อยแต่ละประเภทจะมีขนาดของพื้นที่ในการก่อสร้างที่ต่างกัน

ตารางที่ 3.10

ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างสถานีย่อยไฟฟ้า 115/22 kV แต่ละประเภท

ประเภทของสถานีย่อยไฟฟ้า	พื้นที่ (ตารางเมตร)
1. ประเภทถนนอากาศชนิดภายนอกอาคาร	40 x 30
2. ประเภทถนนก๊าซชนิดภายนอกอาคาร	30 x 30

ที่มา : กองบริการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.9.4 อัตราค่าไฟฟ้า

3.9.4.1 ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 30 kW แต่ไม่ถึง 1,000 kW และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยผ่านเครื่องวัดเพียงเครื่องเดียว แสดงค่าของอัตราค่าไฟฟ้าในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate :TOU)	ค่าความต้องการพลัง ไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
		Peak	Off Peak	
แรงดันตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป	74.14	2.6236	1.1726	228.17
แรงดัน 22-33 kV	132.93	2.6950	1.1914	228.17
แรงดันต่ำกว่า 22 kV	210	2.8408	1.2246	228.17

ที่มา : “อัตราค่าไฟฟ้า” 2548, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.9.4.2 ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด ตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยผ่านเครื่องวัดเพียงเครื่องเดียว แสดงค่าของอัตราค่าไฟฟ้าในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12

อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate :TOU)	ค่าความต้องการพลัง ไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	Peak	Peak	Off Peak	
แรงดันตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป	74.14	2.6236	1.1726	228.17
แรงดัน 22-33 kV	132.93	2.6950	1.1914	228.17
แรงดันต่ำกว่า 22 kV	210	2.8408	1.2246	228.17

ที่มา : “อัตราค่าไฟฟ้า” 2548, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

โดย Peak = เวลา 9.00 – 22.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์

Off-Peak = เวลา 22.00 – 9.00 น. ของวันจันทร์ถึงศุกร์และรวมวันหยุด

3.9.5 การวิเคราะห์ผลประหยัดทางด้านค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22kV เป็น 115kV

ในการศึกษานี้ได้พิจารณาอัตราค่าไฟฟ้าแบบอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้งาน (Time of use : TOU) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ (ประเภท 4) โดยค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV แสดงในสมการที่ 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ

$$EC_{22} = [132.93P + 1.504E_p + 1.1914E + Ft.E + 14.02 \Delta Q + 228.17] \times 1.07 \quad (3.6)$$

$$EC_{115} = [74.14P + 1.441E_p + 1.1726E + Ft.E + 14.02 \Delta Q + 228.17] \times 1.07 \quad (3.7)$$

เมื่อ

EC_{22}	คือ ค่าไฟฟ้าของระบบแรงดัน 22 kV (บาท)
EC_{115}	คือ ค่าไฟฟ้าของระบบแรงดัน 115 kV (บาท)
P	คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง On-Peak (kW)
E_p	คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ช่วง On-Peak (kWh)
E	คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (kWh)
Ft	คือ อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (สตางค์/kWh)
ΔQ	คือ ความต้องการกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟส่วนเกิน (kVar)

3.9.6 รายละเอียดทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การประเมินค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดแรงดัน 115/22 kV ในการประเมินจะใช้ตัวเลขของราคาค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยตามประเภทและขนาดของสถานีไฟฟ้า และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้รับเหมาก่อสร้างให้กับสถานประกอบการโดยแสดงตัวเลขค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างในตารางที่ 3.13 และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแสดงในตารางที่ 3.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.13

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ชนิดภายนอกอาคาร (บาท)

ประเภทสถานี ไฟฟ้า	ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า (MVA)			
	10/12.5	12/15	16/20	20/25
AIS	30,000,000	32,000,000	36,000,000	37,500,000
GIS	43,000,000	45,000,000	49,000,000	50,500,000

ที่มา : กองบริการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 3.14

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ชนิดภายนอกอาคาร (บาทต่อปี)

ประเภทสถานี ไฟฟ้า	ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า (MVA)			
	10/12.5	12/15	16/20	20/25
AIS	150,000	150,000	150,000	150,000
GIS	200,000	200,000	200,000	200,000

ที่มา : กองบริการวิศวกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

3.9.7 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนในการลงทุน (Return of Investment : ROI) ก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV เมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแสดงในสมการที่ 3.8 เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแสดงในสมการที่ 3.9 ส่วนค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อยแสดงในสมการที่ 3.10 ตามลำดับ

$$ROI = \frac{CESC}{((EC_{22} - EC_{115}) \times 12) - PM - OPC - TR_{loss\ Cost}} \quad (3.8)$$

$$ROI_{OC} = \frac{CESC}{((EC_{22} - EC_{115}) \times 12) + OC(F_{22} - F_{115}) - PM - OPC - TR_{loss\ Cost}} \quad (3.9)$$

$$TR_{loss} = Copper_{loss} + Core_{loss} \quad (3.10)$$

เมื่อ

ROI	คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง (ปี)
ROI _{OC}	คือ ระยะเวลาคืนทุนเมื่อพิจารณาและพิจารณามูลค่าความเสียหาย (ปี)
CESC	คือ เงินลงทุนในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย (บาท)
OC	คือ มูลค่าความเสียหายจากกระแสไฟฟ้าขัดข้อง (บาท/ครั้ง)
F ₂₂	คือ ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระดับแรงดัน 22kV (ครั้ง/ปี)
F ₁₁₅	คือ ค่าเฉลี่ยเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระดับแรงดัน 115 kV (ครั้ง/ปี)
PM	คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท/ปี)
OPC	คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสถานีไฟฟ้าย่อย (บาท/ปี)
TR _{lossCost}	คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังไฟฟ้าสูญเสียรวมจากหม้อแปลงไฟฟ้า (บาท/ปี)
TR _{loss}	คือ พลังไฟฟ้าสูญเสียรวมที่เกิดจากหม้อแปลงไฟฟ้า (kW)
Copper _{loss}	คือ พลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากขดลวดภายในหม้อแปลงไฟฟ้า (kW)
Core _{loss}	คือ พลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากแกนเหล็กภายในหม้อแปลงไฟฟ้า (kW)

3.9.8 ค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย

การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าย่อยเพื่อใช้ในการเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 115 kV เป็น 22 kV ย่อมเกิดค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียเกิดขึ้นขณะหม้อแปลงไฟฟ้าถูกใช้งานในการแปลงระดับแรงดันให้กับโหลดที่ระดับต่างๆ (Load Loss) และเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าถูกใช้งานในการแปลงระดับแรงดันแต่ไม่ได้จ่ายโหลด (No Load Loss) โดยค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากหม้อแปลงภายในสถานีไฟฟ้าย่อยผู้ใช้ไฟจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าพลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ดังนั้นการเลือกความเหมาะสมของขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าและประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพิจารณาก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งค่าพลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าโดยแบ่งตามระดับของการจ่ายโหลดที่ระดับต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15

ค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าเมื่อจ่ายโหลดในระดับต่างๆ (kW)

ความต้องการพลังไฟฟ้า สูงสุดช่วง (MW)	ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (MVA)			
	12	15	20	25
4	22.48	22.50	29.13	31.50
5	26.41	27.01	32.50	34.48
6	30.34	31.56	35.87	37.45
7	34.27	36.11	39.24	40.43
8	38.20	40.66	42.61	43.40
9	42.13	45.21	45.98	46.28

ที่มา : แผนกทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า บริษัท ทีวีไทย จำกัด (มหาชน)

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

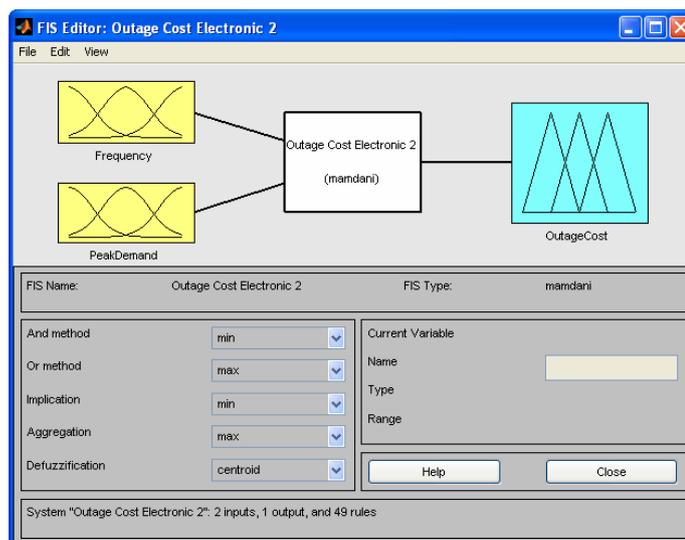
ในการวิเคราะห์ผลจะใช้โปรแกรม MATLAB Version 7 ซึ่งมีการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตามและกฎแบบฟัซซี่เพื่อหาโมเดลโดยใช้ Fuzzy Logic Toolbox แสดงในภาพที่ 4.1 ช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งในการวิเคราะห์ผลจะใช้แบบสอบถามทั้งหมด 105 แบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาค่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง โดยมีลำดับขั้นตอนในการทดลองดังนี้

4.1.1 การกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

1. ตัวแปรอิสระทางด้านอินพุต คือค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
2. ตัวแปรอิสระทางด้านอินพุต คือจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์
3. ตัวแปรตามทางด้านเอาต์พุต คือมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภาพที่ 4.1

FIS Edition ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกทางด้านอินพุตและเอาต์พุต



4.1.2 การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ในโปรแกรม MATLAB Version 7

1. การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุทจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุทจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องนั้น ในการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดความหมายและค่าของตัวแปรต่างๆซึ่งแสดงในตารางที่ 4.1 และใช้รูปแบบของกราฟชนิด Gbellmf ในการออกแบบสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ในรูปของกราฟจำนวน 3 รูปคลื่น ซึ่งแสดงรูปแบบการออกแบบสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ของอินพุทจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในภาพที่ 4.2

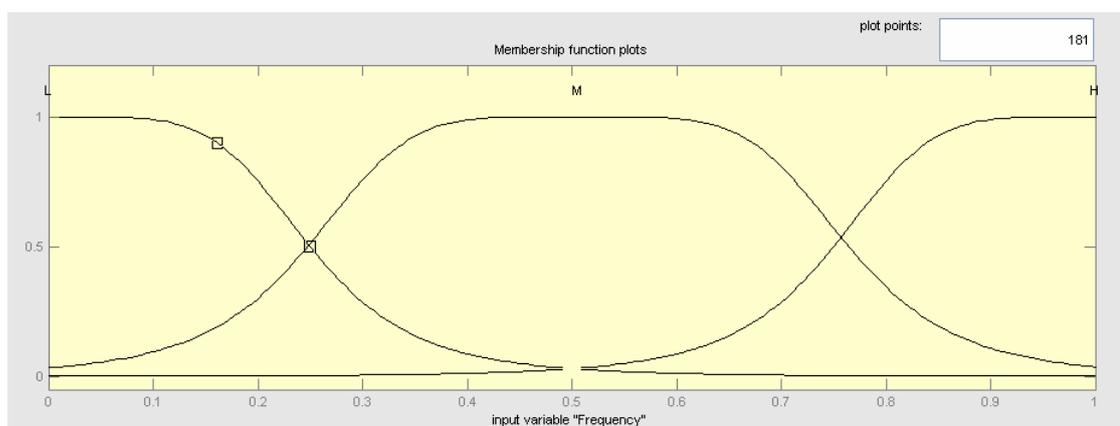
ตารางที่ 4.1

การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุทจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

สัญลักษณ์	ความหมาย
L	1 – 6 ครั้งต่อปี
M	7 – 12 ครั้งต่อปี
H	มากกว่า 13 ครั้งต่อปี

ภาพที่ 4.2

กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุทจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง



2. การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดนั้น ในการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดความหมายและค่าของตัวแปรต่างๆซึ่งแสดงในตารางที่ 4.2 และใช้รูปแบบของกราฟชนิด Gbellmf ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในรูปของกราฟจำนวน 10 รูปคลื่น ซึ่งแสดงรูปแบบการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในภาพที่ 4.3

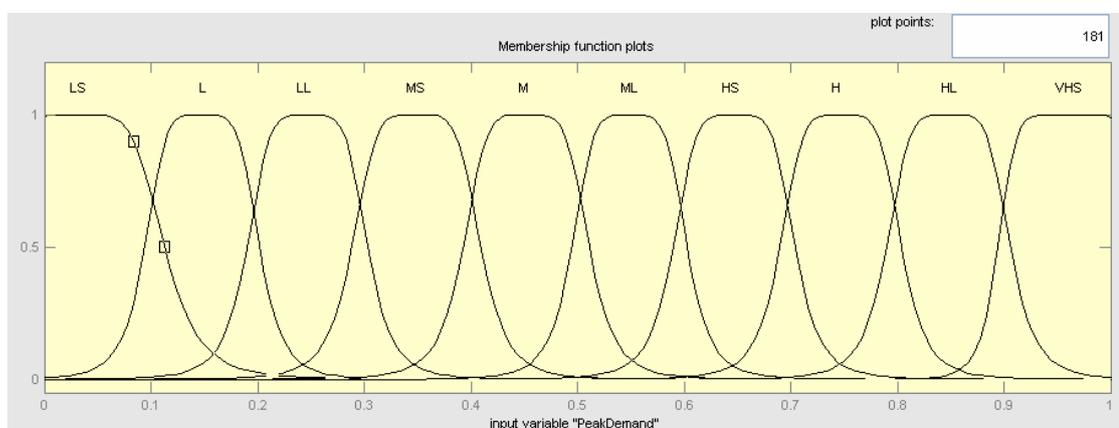
ตารางที่ 4.2

การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
LS	1 MW	ML	6 MW
L	2 MW	HS	7 MW
LL	3 MW	H	8 MW
MS	4 MW	HL	9 MW
M	5 MW	VHS	10 MW

ภาพที่ 4.3

กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด



3. การสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต

ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องนั้น ในการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดความหมายและค่าของตัวแปรต่างๆซึ่งแสดงในตารางที่ 4.3 และใช้รูปแบบของกราฟชนิด Gbellmf ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ในรูปของกราฟจำนวน 12 รูปคลื่น ซึ่งแสดงรูปแบบการออกการสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ของเอาต์พุตมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องในภาพที่ 4.4

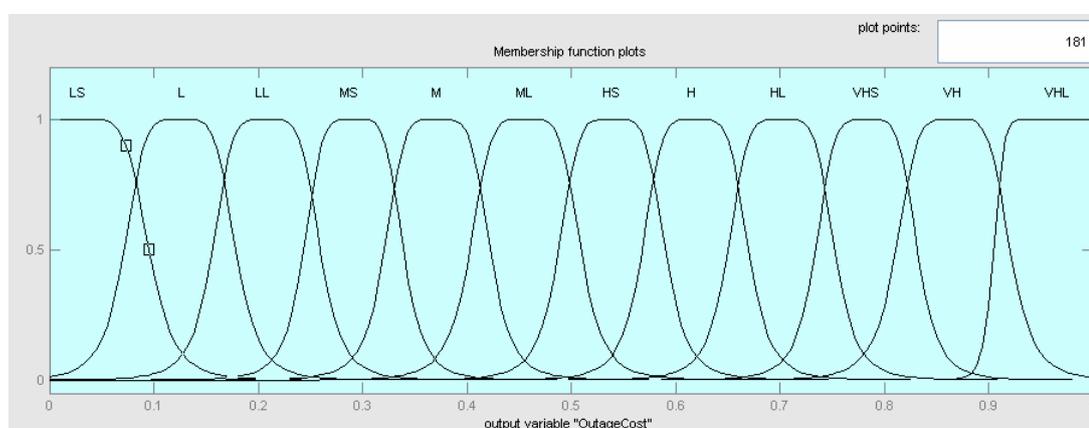
ตารางที่ 4.3

การกำหนดความหมายของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

สัญลักษณ์	ความหมาย (บาท)	สัญลักษณ์	ความหมาย (บาท)
LS	0 - 10,000	HS	400,000 - 500,000
L	10,000 - 50,000	H	500,000 - 600,000
LL	50,000 - 100,000	HL	600,000 - 700,000
MS	100,000 - 200,000	VHS	700,000 - 800,000
M	200,000 - 300,000	VH	800,000 - 900,000
ML	300,000 - 400,000	VHL	900,000 - >1,000,000

ภาพที่ 4.4

กราฟฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง



4.1.3 การกำหนดกฎฟัซซี่

ในการกำหนดกฎฟัซซี่แบบ If – Then Rule เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ของอินพุตและเอาต์พุตจำนวนทั้งหมด 47 กฎ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

กฎฟัซซี่เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอินพุตและเอาต์พุต

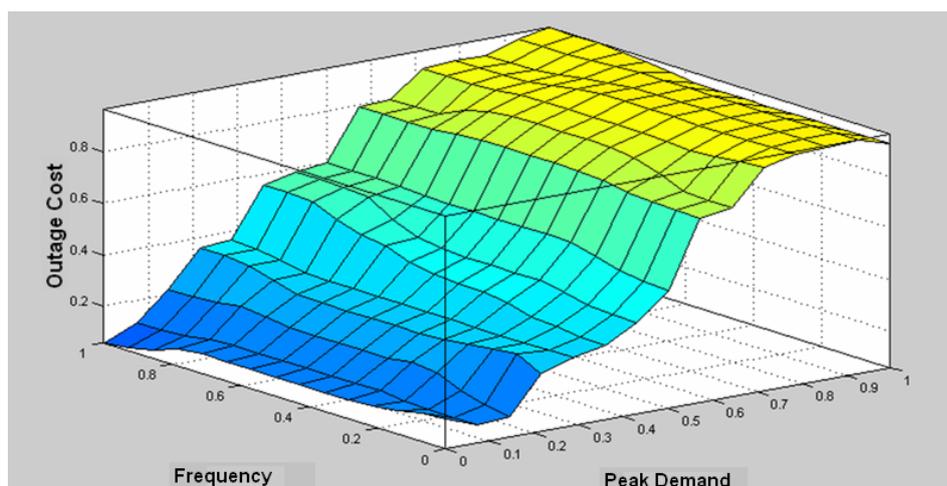
กฎที่	If	and	Then	กฎที่	If	and	Then	กฎที่	If	and	Then
1	L	L	LS	19	M	LL	MS	37	H	LL	HS
2	L	L	L	20	M	M	MS	38	H	M	MS
3	L	L	LL	21	M	M	M	39	H	M	ML
4	L	MS	MS	22	M	M	ML	40	H	M	HS
5	L	MS	M	23	M	M	HS	41	H	M	H
6	L	M	MS	24	M	M	H	42	H	M	VH
7	L	M	M	25	M	MS	M	43	H	M	VHL
8	L	M	HS	26	M	ML	VHS	44	H	ML	HL
9	L	ML	VHS	27	M	ML	HL	45	H	ML	VH
10	L	H	VHL	28	M	ML	VH	46	H	H	VH
11	L	HL	VHL	29	M	ML	VHL	47	H	VHS	VHL
12	M	LS	LS	30	M	HS	VH				
13	M	LS	LL	31	M	H	VHL				
14	M	LL	HS	32	M	HL	VHL				
15	M	L	L	33	M	HS	VHL				
16	M	L	LL	34	H	LS	LS				
17	M	LL	L	35	H	L	L				
18	M	LL	LL	36	H	LL	LL				

4.1.4 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีพีชชีลอจิก

จากการประมวลผลด้วยวิธีพีชชีลอจิกเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมาชิก ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก พบว่าตัวแปรอิสระทางด้านอินพุต คือค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามทางด้านเอาต์พุต คือมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5

ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอินพุตและเอาต์พุต



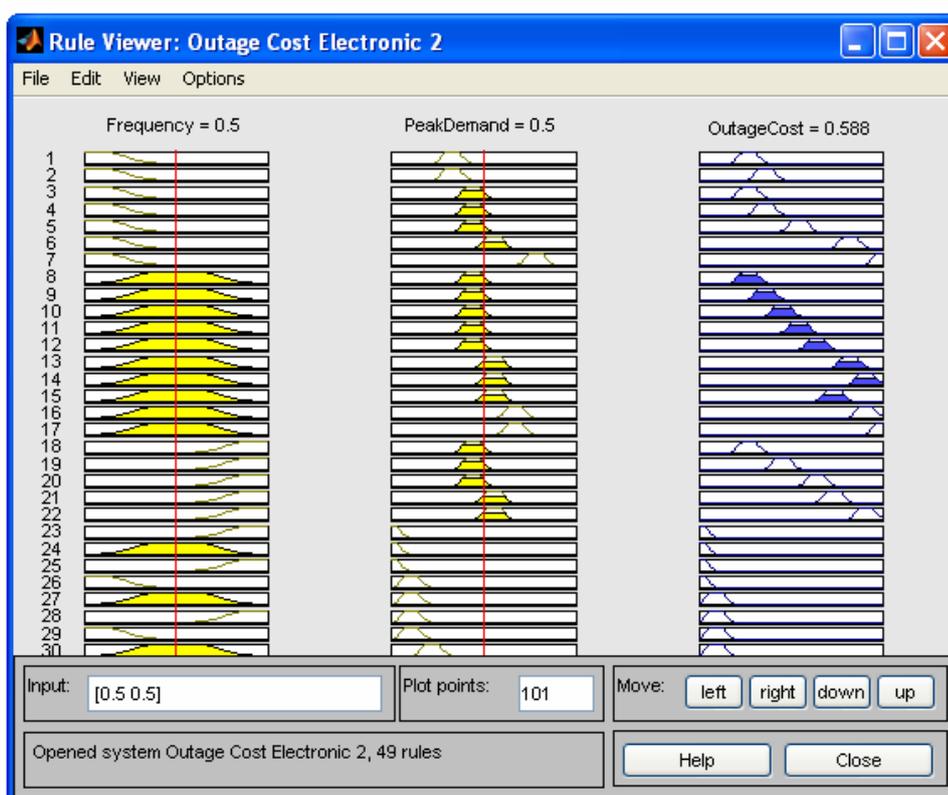
จากการประมวลผลด้วยวิธีแบบพีชชีลอจิกสามารถแสดงความสัมพันธ์ของ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอินพุตและเอาต์พุต ดังแสดงในภาพที่ 4.5 พบว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) และจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง (Frequency) มีผลต่อการเกิดมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ที่ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมากก็จะเกิดมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมากกว่าโรงงานที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงุ่ดน้อย

4.1.5 ค่าของสมาชิกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของตัวแปรอินพุตและเอาต์พุต

จากความสัมพันธ์ของสมาชิกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกอินพุตและเอาต์พุต สามารถแสดงค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกได้ในภาพที่ 4.6 และแสดงค่าความสัมพันธ์รวมทั้งหมดในตารางที่ 4.5 ตามลำดับ

ภาพที่ 4.6

Rule Viewer แสดงค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก



ตารางที่ 4.5

ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.1	0.1	0.142
	0.2	0.293
	0.3	0.325
	0.4	0.415
	0.5	0.525
	0.6	0.800
	0.7	0.886
	0.8	0.958
	0.9	0.964
จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.2	0.1	0.149
	0.2	0.311
	0.3	0.325
	0.4	0.432
	0.5	0.554
	0.6	0.805
	0.7	0.891
	0.8	0.954
	0.9	0.960

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.3	0.1	0.161
	0.2	0.299
	0.3	0.339
	0.4	0.458
	0.5	0.588
	0.6	0.820
	0.7	0.911
	0.8	0.954
	0.9	0.959
จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.4	0.1	0.158
	0.2	0.294
	0.3	0.345
	0.4	0.458
	0.5	0.588
	0.6	0.823
	0.7	0.951
	0.8	0.958
	0.9	0.961

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.5	0.1	0.158
	0.2	0.294
	0.3	0.346
	0.4	0.462
	0.5	0.588
	0.6	0.823
	0.7	0.915
	0.8	0.957
	0.9	0.958
จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.6	0.1	0.158
	0.2	0.294
	0.3	0.346
	0.4	0.474
	0.5	0.588
	0.6	0.823
	0.7	0.915
	0.8	0.950
	0.9	0.957

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.7	0.1	0.161
	0.2	0.298
	0.3	0.345
	0.4	0.508
	0.5	0.588
	0.6	0.822
	0.7	0.912
	0.8	0.931
	0.9	0.954
จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.8	0.1	0.155
	0.2	0.298
	0.3	0.339
	0.4	0.580
	0.5	0.599
	0.6	0.810
	0.7	0.895
	0.8	0.909
	0.9	0.939

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ค่าของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก

จำนวนครั้งในการเกิด เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง	ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด	มูลค่าความเสียหายจาก เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
0.9	0.1	0.139
	0.2	0.299
	0.3	0.361
	0.4	0.584
	0.5	0.599
	0.6	0.808
	0.7	0.880
	0.8	0.908
	0.9	0.911

4.1.6 การแปลงค่าเอาต์พุตจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นค่าจริง

การแปลงค่าเอาต์พุตจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมาเป็นมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจริง แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

การแปลงค่าเอาต์พุตจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเป็นค่าจริง

พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ค่าเฉลี่ยฟังก์ชันความเป็นสมาชิก	มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ ไฟฟ้าขัดข้อง (บาท)
1	0.136	35,067.00
2	0.287	144,133.00
3	0.335	201,467.00
4	0.496	395,600.00
5	0.593	511,867.00
6	0.801	761,067.00
7	0.900	880,000.00
8	0.927	912,000.00
9	0.949	938,267.00

4.1.7 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิกในรูปแบบของกราฟชนิดต่างๆ

ในการออกแบบสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ของตัวแบบอิสระทางด้านอินพุตและตัวแปรตามทางด้านเอาต์พุตในการทดลองจะทำการทดลองเปลี่ยนรูปแบบของกราฟในการออกแบบสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ซึ่งจะนำผลที่ได้ไปทดสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องพบว่ากราฟชนิด Gbellmf จะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ต่ำกว่าการออกแบบด้วยกราฟชนิดอื่นๆ ดังนั้นจึงใช้กราฟนี้ในการออกแบบสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เพื่อใช้ในการทำวิจัยนี้ ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ของกราฟชนิดต่างๆ ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีพีซีแอลจิกในรูปแบบของกราฟชนิดต่างๆ
ในการออกแบบสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

พลังไฟฟ้าสูงสุด MW	ค่าทดสอบ บาท	Gbellmf		Trimf		Trapmf		Gaussmf		Gauss2mf	
		บาท	Error (%)	บาท	Error (%)						
1	50,000	35,067	29.87	35,440	29.12	29,141	41.72	38,587	22.83	31,493	37.01
2	100,000	144,133	44.13	150,133	50.13	128,800	28.80	154,000	54.00	140,000	40.00
3	250,000	201,467	19.41	195,200	21.92	195,467	21.81	201,200	19.52	195,733	21.71
4	500,000	395,600	20.88	406,133	18.77	386,800	22.64	406,267	18.75	394,133	21.17
5	500,000	511,867	2.37	521,067	4.21	510,000	2.00	517,467	3.49	513,733	2.75
6	750,000	761,067	1.48	776,400	3.52	782,400	4.32	760,133	1.35	780,800	4.11
7	1,000,000	880,000	12.00	875,600	12.44	891,067	10.89	873,733	12.63	884,800	11.52
8	1,000,000	912,000	8.80	905,333	9.47	920,267	7.97	902,267	9.77	914,267	8.57
9	1,000,000	938,267	6.17	928,000	7.20	943,600	5.64	926,133	7.39	936,133	6.39
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ 1-9 MW			16.12	-	17.42	-	16.20	-	16.64	-	17.03
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ 4-9 MW			8.62	-	9.27	-	8.91	-	8.90	-	9.08

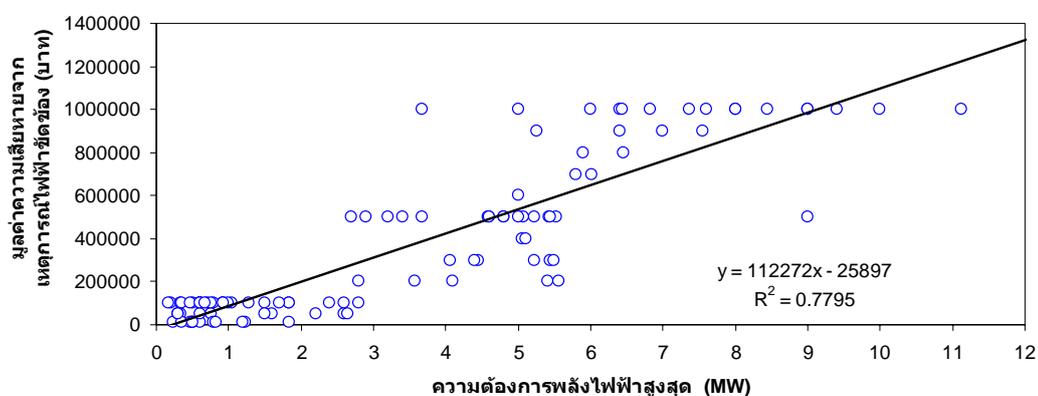
4.2 การวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธีการ วิเคราะห์ความถดถอย

4.2.1 การทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชันต่างๆเพื่อหาค่าความผิดพลาดและการ ประมวผล

ในการวิเคราะห์ผลจะใช้โปรแกรม Excel 2003 ในส่วนของกรหาค่าความถดถอย โดยในการวิเคราะห์ผลจะทำการทดสอบฟังก์ชัน Linear, Logarithmic, Polynomial, Power, Exponential เพื่อหาค่าความผิดพลาดของการทดสอบว่าฟังก์ชันใดมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด จากการทดสอบแบบสำรวจของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวนทั้งหมด 105 แบบสอบถาม ซึ่งแสดงผลการทดสอบของฟังก์ชันต่างๆในภาพที่ 4.7 ถึงภาพที่ 4.11 ตามลำดับ

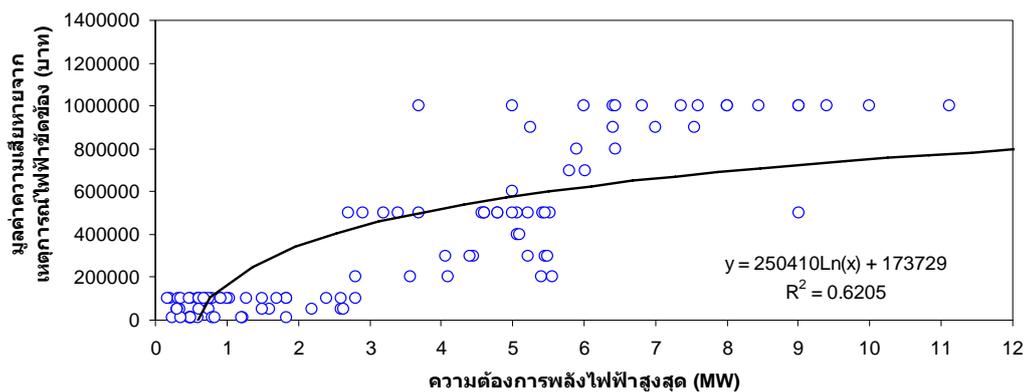
ภาพที่ 4.7

ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Linear



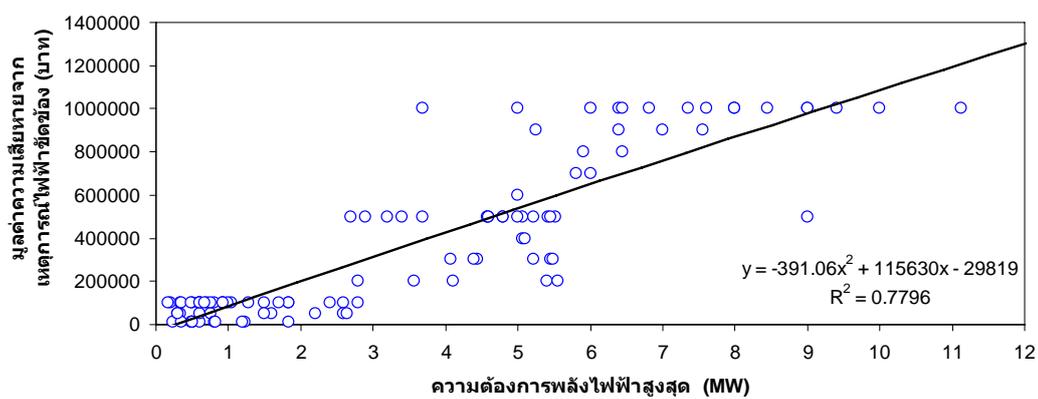
ภาพที่ 4.8

ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Logarithmic



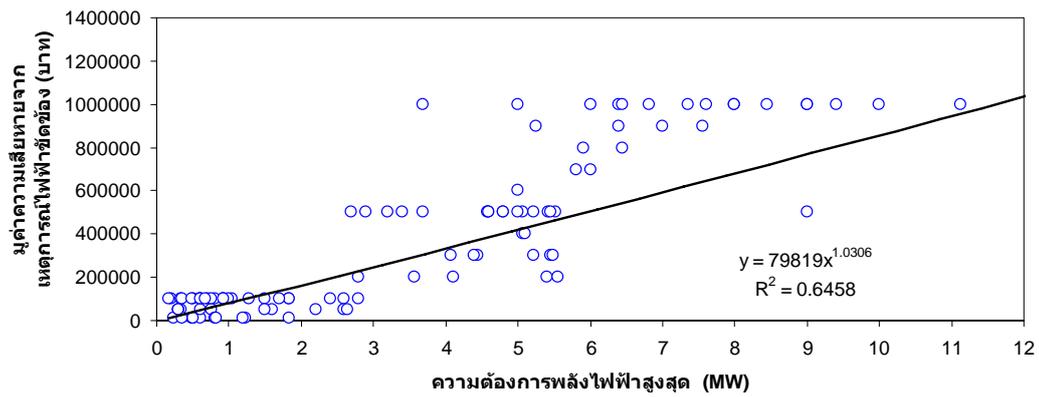
ภาพที่ 4.9

ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Polynomial



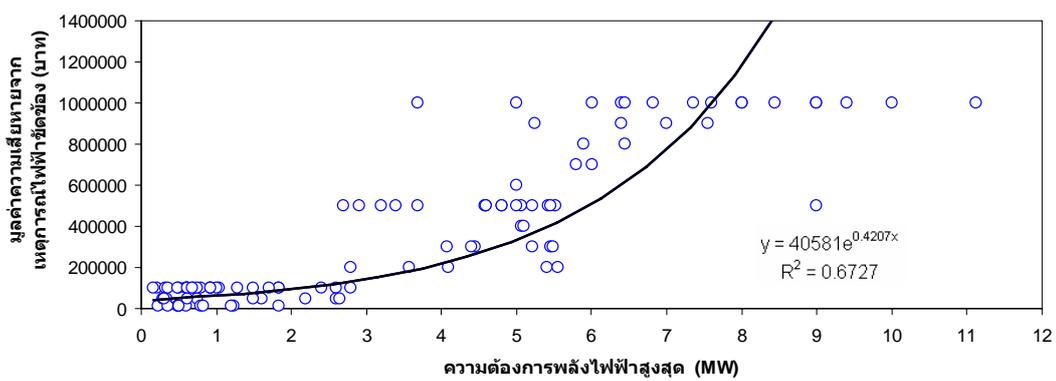
ภาพที่ 4.10

ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Power



ภาพที่ 4.11

ผลการทดสอบความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Exponential

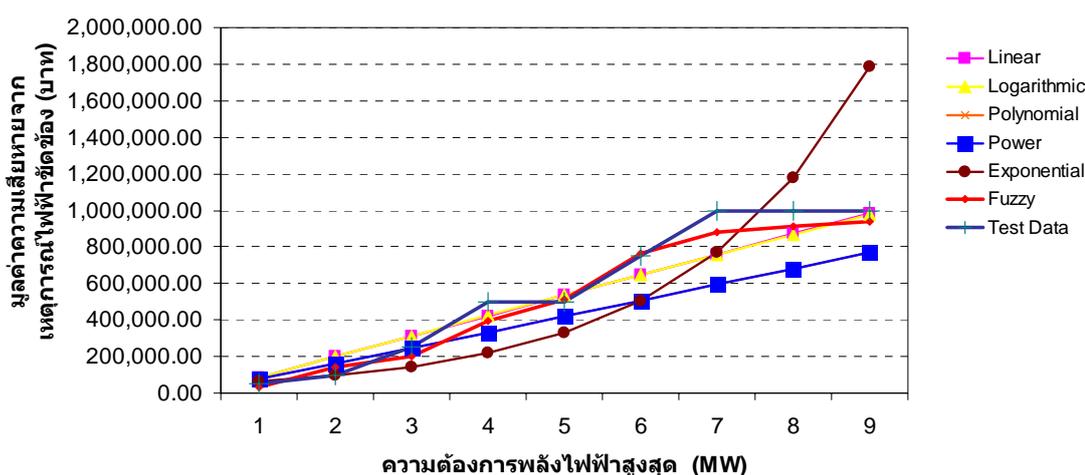


4.3 การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องระหว่างการวิเคราะห์ ด้วยวิธีฟัซซีลอจิกและวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย

เมื่อนำค่าตัวแปรแทนลงในฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการประมวลผล และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลมาทดสอบความผิดพลาดกับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งแสดงค่าความผิดพลาดจากการเปรียบเทียบในตารางที่ 4.8

ภาพที่ 4.12

การเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องระหว่างวิธีฟัซซีลอจิกและวิธีการ
วิเคราะห์ความถดถอย



จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีฟัซซีลอจิกและวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยแสดงในภาพที่ 4.12 พบว่าหลังจากนำแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความน่าเชื่อถือสูงนำมาทดสอบเพื่อหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟัซซีลอจิกจะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ในช่วงของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1-9 MW เท่ากับ 16.12 % และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ในช่วงค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 4-9 MW เท่ากับ 8.62 % ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ต่ำกว่าการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยดังนั้นในการทำวิจัยนี้จึงใช้ผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องจากวิธีการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีฟัซซีลอจิกในการประเมินระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยต่อไป

ตารางที่ 4-8

ค่าความผิดพลาดจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้วยฟังก์ชัน Linear , Logarithmic , Polynomial , Power , Exponential และ Fuzzy

พลังไฟฟ้าสูงสุด	ค่าทดสอบ	Linear		Logarithmic		Polynomial		Power		Exponential		Fuzzy	
		บาท	Error (%)	บาท	Error (%)	บาท	Error (%)	บาท	Error (%)	บาท	Error (%)	บาท	Error (%)
1	50,000	86,375	72.75	85,420	70.84	79,819	59.64	79,819	6.43	61,806	23.61	35,067	29.87
2	100,000	198,647	98.65	199,877	99.88	163,063	63.06	163,063	63.06	94,132	5.87	144,133	44.13
3	250,000	310,919	24.37	313,551	25.42	247,644	0.94	247,644	0.94	143,366	42.65	201,467	19.41
4	500,000	423,191	15.36	426,444	14.71	333,111	33.38	333,111	33.38	218,350	56.33	395,600	20.88
5	500,000	535,463	7.09	538,555	7.71	419,242	16.15	419,242	16.15	332,553	33.49	511,867	2.37
6	750,000	647,735	13.64	649,883	13.35	505,905	32.55	505,905	32.55	506,488	32.47	761,067	1.48
7	1,000,000	760,007	24.00	760,429	23.96	593,013	40.70	593,013	40.70	771,395	22.86	880,000	12.00
8	1,000,000	872,279	12.77	870,193	12.98	680,504	31.95	680,504	31.95	1,174,855	17.49	912,000	8.80
9	1,000,000	984,551	1.54	979,175	2.08	768,331	23.17	768,331	23.17	1,789,336	78.93	938,267	6.17
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ 1-9 MW			30.02	-	30.10	-	33.50	-	27.59	-	34.86	-	16.12
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ 4-9 MW			12.40	-	12.47	-	29.65	-	29.65	-	40.26	-	8.62

4.4 การประเมินความน่าเชื่อถือของระดับแรงดันไฟฟ้า 22 kV และ 115 kV

การศึกษาความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV ได้ทำการสำรวจของข้อมูลการเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องที่มีเหตุมาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟที่รับไฟมาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในการสำรวจข้อมูลจะใช้วิธีการออกแบบสอบถามที่จัดส่งทางไปรษณีย์ และสอบถามทางโทรศัพท์ แก่ผู้ใช้ไฟในเขตนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 4 นิคมอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย ที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV และ 115kV จากนั้นนำข้อมูลมาประเมินความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าโดยแบ่งตามขนาดของระดับแรงดัน โดยแสดงผลการประเมินในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟในเขตนิคมอุตสาหกรรมในเขตภาคกลางจำนวน 4 นิคมอุตสาหกรรม ปี 2550

ชื่อสวนอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	ระดับแรงดัน 22 kV	ระดับแรงดัน 115 kV
	ครั้ง/ปี	ครั้ง/ปี
1. สวนอุตสาหกรรมบางกะดี	7.4	3.2
2. นิคมอุตสาหกรรมนวนคร	9.8	5.2
3. นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน	8.4	2.5
4. นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค	8.2	2.5
เฉลี่ย	8.4	3.3

จากการสำรวจข้อมูลจำนวนครั้งของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรม 4 แห่งได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมบางกะดี, นิคมอุตสาหกรรมนวนคร, นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน และนิคมอุตสาหกรรมไฮเทค พบว่าความน่าเชื่อถือของระดับแรงดัน 115 kV มีค่าสูงกว่าระดับแรงดัน 22 kV โดยที่ระดับแรงดัน 22 kV มีจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 8.4 ครั้ง/ปี และระดับแรงดัน 115 kV มีจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 3.3 ครั้ง/ปี

4.5 การวิเคราะห์ผลประหยัดทางด้านค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าย่อย จากระดับแรงดัน 22 kV เป็น 115 kV

การศึกษาลดผลประหยัดในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อทำการเปลี่ยนระดับแรงดันจากระดับ 22 kV เป็น 115 kV โดยทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟ ด้วยวิธีการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จากกลุ่มโรงงานตัวอย่างจำนวน 4 โรงงาน พบว่าคุณค่าของโหลดแพคเตอร์ในช่วงของ On-Peak มีค่าโดยประมาณเท่ากับ 85% ในช่วงของ Off-Peak มีค่าโดยประมาณเท่ากับ 80% และในช่วง Holiday มีค่าโดยประมาณเท่ากับ 75% ดังนั้นจึงนำค่าของโหลดแพคเตอร์มาคำนวณหาปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On-Peak แสดงในสมการที่ 4.1 ในช่วง Off-Peak แสดงในสมการที่ 4.2 และในช่วง Holiday แสดงในสมการที่ 4.3 เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าที่ลดลงจากการเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้า แสดงในตารางที่ 4.10

$$\text{kWh}_{\text{On-Peak}} = \frac{\%LF \times \text{Peak Demand}_{\text{On-peak}} \times \text{Hour}_{\text{On-Peak}}}{100} \quad (4.1)$$

$$\text{kWh}_{\text{Off-Peak}} = \frac{\%LF \times \text{Peak Demand}_{\text{Off-Peak}} \times \text{Hour}_{\text{Off-Peak}}}{100} \quad (4.2)$$

$$\text{kWh}_{\text{Holiday}} = \frac{\%LF \times \text{Peak Demand}_{\text{Holiday}} \times \text{Hour}_{\text{Holiday}}}{100} \quad (4.3)$$

จากการวิเคราะห์ผลประหยัดค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22 kV เป็นระดับแรงดัน 115 kV พบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 5.34 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ซึ่งสามารถแสดงผลประหยัดด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระดับแรงดันจากระดับแรงดัน 22 kV เป็นระดับแรงดัน 115 kV ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่ใช้ประกอบในการวิเคราะห์ผลประหยัด

ระดับความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	On-Peak		Off-Peak		Holiday	
	ความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ปริมาณ พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ปริมาณ พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ปริมาณ พลังงานไฟฟ้า (kWh)
4	4	972,400	3.8	735,680	3.5	504,000
5	5	1,215,500	4.8	929,280	4.5	648,000
6	6	1,458,600	5.8	1,122,880	5.5	792,000
7	7	1,701,700	6.8	1,316,480	6.5	936,000
8	8	1,944,800	7.8	1,510,080	7.5	1,080,000
9	9	2,187,900	8.8	1,703,680	8.5	1,224,000

ตารางที่ 4.11

ผลประหยัดด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระดับแรงดัน

ระดับความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ค่าไฟฟ้าเมื่อใช้ไฟฟ้าใน ระดับแรงดัน 22 kV (บาท/เดือน)	ค่าไฟฟ้าเมื่อใช้ไฟฟ้าใน ระดับแรงดัน 115 kV (บาท/เดือน)	ผลประหยัดของการ เปลี่ยนระดับแรงดัน (บาท/เดือน)	ผลประหยัดของการ เปลี่ยนระดับแรงดัน (%)
4	6,441,200.13	6,079,947.43	361,252.70	5.61
5	8,105,340.19	7,653,217.51	452,122.68	5.58
6	9,769,480.26	9,226,487.59	542,992.67	5.56
7	11,433,620.33	10,799,757.67	633,862.66	5.54
8	13,097,760.39	12,373,027.75	724,732.64	5.53
9	14,761,900.46	13,946,217.51	815,602.63	5.53
เฉลี่ย				5.56

เมื่อ : กำหนดให้ค่า Ft = 62.85 สตางค์ ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2551

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย
แสดงในตารางที่ 4.12-4.15

ตารางที่ 4.12

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความ
เสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	338,921	8.24
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	339,227	8.79
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	439,114	10.16
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	474,945	10.70
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	398,168	6.42
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	407,249	6.86
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	489,931	7.86
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	519,805	8.24
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	457,414	5.26
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	475,841	5.63
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	540,748	6.40
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	564,665	6.70
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	516,661	4.45
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	544,433	4.77
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	591,565	5.40
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	609,525	5.65

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	575,908	3.86
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	613,026	4.14
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	642,382	4.68
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	654,385	4.88
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	635,154	3.41
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	681,618	3.66
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	693,199	4.12
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	699,245	4.29

ตารางที่ 4.13

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	338,921	11.97
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	339,227	12.53
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	439,114	14.03
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	474,945	14.61

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนกึ่งอากาศเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	398,168	9.30
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	407,249	9.75
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	489,931	10.81
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	519,805	11.22
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	457,414	7.60
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	475,841	7.98
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	540,748	8.80
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	564,665	9.10
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	516,661	6.43
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	544,433	6.76
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	591,565	7.41
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	609,525	7.66
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	575,908	5.57
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	613,026	5.86
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	642,382	6.40
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	654,385	6.61

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	635,154	4.92
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	681,618	5.17
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	693,199	5.64
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	699,245	5.82

ตารางที่ 4.14

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	338,921	5.30
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	339,227	5.65
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	439,114	6.48
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	474,945	6.79
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	398,168	4.12
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	407,249	4.40
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	489,931	5.01
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	519,805	5.24

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	457,414	3.13
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	475,841	3.34
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	540,748	3.79
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	564,665	3.96
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	516,661	2.67
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	544,433	2.86
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	591,565	3.23
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	609,525	3.37
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	575,908	2.42
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	613,026	2.58
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	642,382	2.91
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	654,385	3.04
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	30,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	635,154	2.21
12/15 MVA	32,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	681,618	2.36
16/20 MVA	36,000,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	693,199	2.66
20/25 MVA	37,500,000	150,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	699,245	2.77

ตารางที่ 4.15

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	338,921	7.67
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	339,227	8.02
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	439,114	8.89
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	6,441,200	6,079,947	395,600	8.45	3.35	474,945	9.23
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	398,168	5.94
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	407,249	6.23
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	489,931	6.86
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	8,105,340	7,653,218	511,867	8.45	3.35	519,805	7.10
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	457,414	4.51
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	475,841	4.73
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	540,748	5.18
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	9,769,480	9,226,488	761,067	8.45	3.35	564,665	5.36
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	516,661	3.85
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	544,433	4.04
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	591,565	4.41
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	11,433,620	10,799,758	880,000	8.45	3.35	609,525	4.56

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	575,908	3.48
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	613,026	3.65
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	642,382	3.98
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	13,097,760	12,373,028	912,000	8.45	3.35	654,385	4.11
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนก๊าซ)										
หม้อแปลงไฟฟ้า	CESC	PM	OPC	EC ₂₂	EC ₁₁₅	OC	F ₂₂	F ₁₁₅	TR _{loss Cost}	ROI _{oc}
10/12.5 MVA	43,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	635,154	3.18
12/15 MVA	45,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	681,618	3.34
16/20 MVA	49,000,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	693,199	3.64
20/25 MVA	50,500,000	200,000	204,000	14,761,900	13,946,298	938,267	8.45	3.35	699,245	3.75

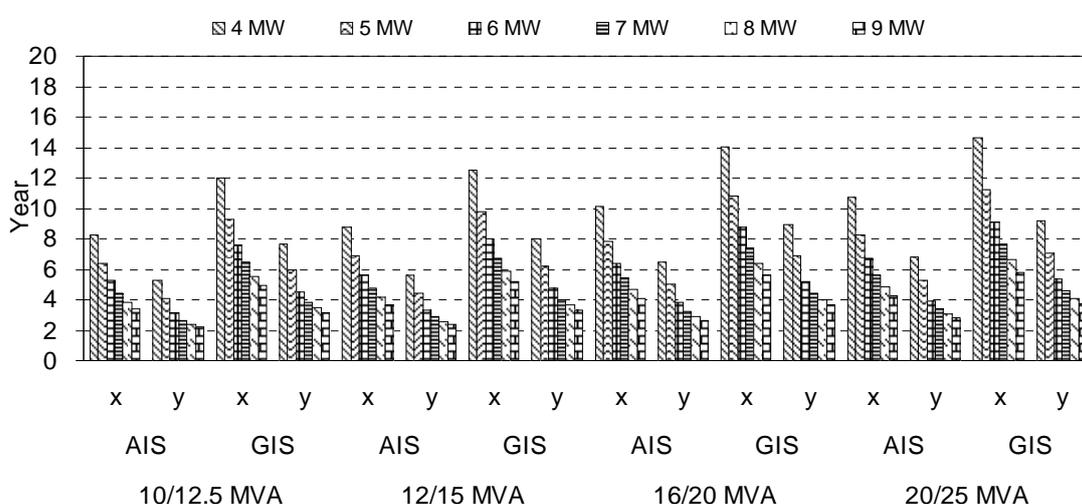
จากผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดตั้งแต่ 10–25 MVA ตามขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟในช่วง 4–9 MW พบว่าเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศจะมีระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนอยู่ในช่วง 3.41-10.70 ปี ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซจะมีระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนอยู่ในช่วง 4.92-14.61 ปี และเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ จะมีระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนอยู่ในช่วง 2.21-6.79 ปี ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ จะอยู่ในช่วง 3.18-9.23 ปี ตามลำดับ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดตั้งแต่ 10–25 MVA ตามขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟในช่วง 4–9 MW แสดงในภาพที่ 4.13

จากผลการวิเคราะห์พบว่าในการพิจารณาการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมหลายประการเช่น พื้นที่สำหรับก่อสร้าง ประเภทของสถานีไฟฟ้า ขนาดของหม้อแปลงที่ใช้ในสถานีไฟฟ้า และการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานในอนาคต ซึ่งผู้ใช้ไฟควรพิจารณาเลือก

สถานีไฟฟ้าย่อยให้เหมาะสมกับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าและเงินลงทุนที่จะใช้ในการลงทุน เพราะว่าถ้าผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังงานน้อย แต่เลือกที่จะสร้างสถานีไฟฟ้าที่มีขนาดของหม้อแปลงสูงๆ ก็จะทำให้มีระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนนาน แต่ผู้ใช้ไฟก็ได้ประโยชน์สำหรับการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต หรือผู้ใช้ไฟเลือกสถานีไฟฟ้าที่มีขนาดของหม้อแปลงใกล้เคียงกับความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ก็จะทำให้มีระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนเร็วกว่า แต่จะมีข้อเสียตรงที่ถ้ามีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจะทำได้ยาก อาจต้องก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเพิ่ม หรือเปลี่ยนขนาดหม้อแปลงภายในสถานีใหม่ ทำให้ต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์ป้องกันและขนาดของอุปกรณ์เครื่องวัดใหม่ทั้งหมดทำให้ต้องใช้เงินในการลงทุนสูงกว่าการสร้างสถานีให้มีความเหมาะสมตั้งแต่แรกเริ่ม ดังนั้นผู้ใช้ไฟควรพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ที่กล่าวในตอนต้น เพื่อเลือกประเภทและขนาดของสถานีไฟฟ้าย่อยเหมาะสมที่สุดกับความต้องการ

ภาพที่ 4.13

ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย (x คือไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง , y คือ พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง)



4.7 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน จากการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) จากการลงทุนก่อสร้างสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV นอกจากจะทำให้ทราบว่าควรตัดสินใจเลือกโครงการใดแล้วยังทราบต้นทุนที่ควรจะต้องจัดหาในเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายสุทธิรายปี แต่อย่างไรก็ตามทำให้

ทราบว่าในลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยตามขนาดและประเภทของสถานีไฟฟ้าย่อยมีระยะเวลาคืนทุนเท่าใดเมื่อเทียบกับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากหรือเงินกู้ ซึ่งตามหลักแล้วอัตราผลตอบแทนภายในจะต้องสูงกว่าเงินฝากถ้าผู้ใช้ไฟใช้เงินส่วนตัวในการดำเนินการ และสูงกว่าเงินกู้สำหรับผู้ใช้ไฟที่ใช้เงินจากการกู้ธนาคาร โดยในการวิเคราะห์นี้ได้กำหนดให้ระยะของโครงการมีระยะเวลาที่ 15 ปี ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยทั้งสองประเภทในตารางที่ 4.16 และในภาพที่ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16

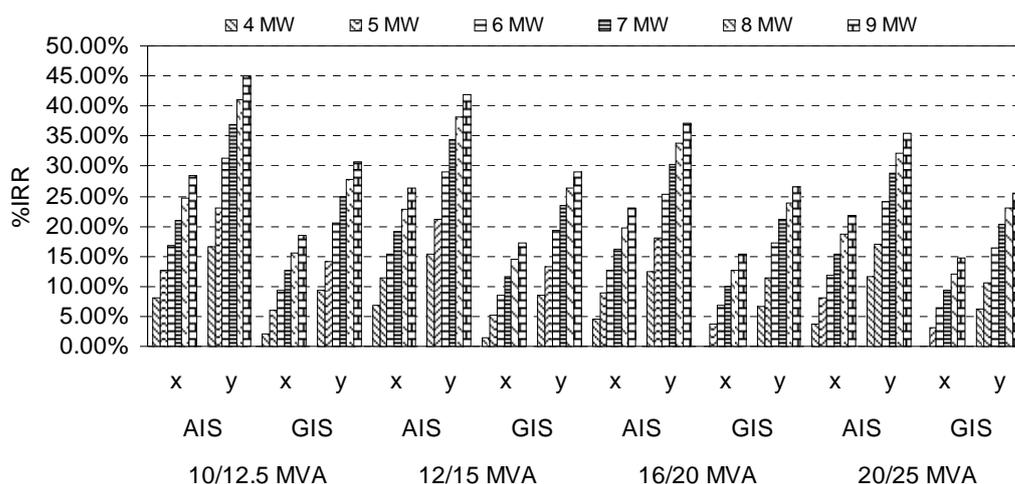
อัตราผลตอบแทนภายในในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเมื่อไม่พิจารณาและพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด (MW)	10/12.5 MVA				12/15 MVA			
	แบบฉนวนอากาศ		แบบฉนวนก๊าซ		แบบฉนวนอากาศ		แบบฉนวนก๊าซ	
	x	y	x	y	x	y	x	y
4	8.02%	17.42%	2.16%	9.86%	6.92%	15.96%	1.52%	9.04%
5	12.63%	23.72%	5.99%	14.81%	11.33%	21.94%	5.23%	13.83%
6	16.87%	33.00%	9.42%	21.88%	15.37%	30.73%	8.56%	20.66%
7	20.87%	38.68%	12.59%	26.09%	19.16%	36.06%	11.62%	24.70%
8	24.71%	43.02%	15.58%	29.27%	22.79%	40.13%	14.50%	27.75%
9	28.45%	46.72%	18.44%	31.96%	26.31%	43.59%	17.25%	30.32%
ความต้องการพลัง ไฟฟ้าสูงสุด (MW)	16/20 MVA				20/25 MVA			
	แบบฉนวนอากาศ		แบบฉนวนก๊าซ		แบบฉนวนอากาศ		แบบฉนวนก๊าซ	
	x	y	x	y	x	y	x	y
4	4.59%	13.11%	-0.03%	7.26%	3.81%	12.17%	-0.57%	6.66%
5	8.84%	18.70%	3.65%	11.90%	8.01%	17.64%	3.10%	11.24%
6	12.68%	26.79%	6.91%	18.41%	11.79%	25.51%	6.34%	17.64%
7	16.26%	31.67%	9.89%	22.25%	15.30%	30.25%	9.29%	21.42%
8	19.66%	35.39%	12.68%	25.14%	18.63%	33.86%	12.05%	24.25%
9	22.93%	38.55%	15.33%	27.58%	21.82%	36.93%	14.66%	26.65%

เมื่อ : x คือไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง , y คือ พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ภาพที่ 4.14

ผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย (x คือไม่พิจารณา
มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง, y คือ พิจารณามูลค่าความเสียหาย
จากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง)



จากผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดตั้งแต่ 10–25 MVA ตามขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟในช่วง 4–9 MW พบว่าเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ จะมีอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 3.8-28.45 % ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ จะมีอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 1.52-18.44 % และเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ จะมีอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 11.53-45.03 % ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ จะมีอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 6.12-30.73 % ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาอัตราผลตอบแทนภายใน ของการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีขนาดของหม้อแปลงเหมาะสมกับความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะทำให้มีระยะเวลาคืนทุนสูงกว่าการเลือกขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใหญ่เกินไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการวางแผนการใช้พลังงานในอนาคตด้วย ดังนั้นในการลงทุนก่อสร้างควรพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ เช่น อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ประเภทและขนาดของสถานีไฟฟ้าที่มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการลงทุนก่อสร้างต่อไป

4.8 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุน ก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

ในการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่ 4.6 เป็นการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนแบบไม่คิดส่วนลด ซึ่งในการวิเคราะห์ไม่ได้มีการนำเอาอัตราดอกเบี้ย และปัจจัยด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย เช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าที่มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากการชำรุดของอุปกรณ์หรือการเปลี่ยนอะไหล่ตามวาระของอายุงาน และค่าใช้จ่ายในด้านของการดำเนินการของสถานีไฟฟ้าย่อยที่เพิ่มขึ้นจากอัตราผลตอบแทนของพนักงานที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลสถานีไฟฟ้าย่อย มาใช้ในการพิจารณา

โดยในหัวข้อนี้จะแสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ด้วยการแสดงการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV) มูลค่าของโครงการที่เท่ากันทุกปี (Annual Worth : AW) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนโครงการเดียว (Computation of B/C for a Single Investment : B/C) ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนแบบไม่คิดลด (Return on Investment : ROI) และระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนแบบคิดลด (Discounted Payback Period : DPB) ตามลำดับ ซึ่งในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีข้อกำหนดในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ แสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17

ข้อกำหนดในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ข้อกำหนด	อัตรา
1. อายุของโครงการ	15 ปี
2. อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล	ร้อยละ 30 ของกำไรสุทธิ
3. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (Minimum Loan Rate : MLR)	ร้อยละ 6.75 ต่อปี
4. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสถานีไฟฟ้าย่อยแบบ AIS	150,000 บาทต่อปี และเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 ต่อปี
5. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสถานีไฟฟ้าย่อยแบบ GIS	200,000 บาทต่อปี และเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 ต่อปี
6. ค่าใช้จ่ายด้านการดำเนินการสถานีไฟฟ้าย่อย	204,000 บาทต่อปี และเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยทำการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย เช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี และค่าใช้จ่ายในด้านของการดำเนินการของสถานีไฟฟ้าย่อยที่เพิ่มขึ้นจากอัตราผลตอบแทนของพนักงาน ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประกอบการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย
เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	13,013,476	1,406,331	12.60%	1.65	6.85	9.54
12/15 MVA	32,000,000	11,476,793	1,240,266	11.63%	1.57	7.26	10.35
16/20 MVA	36,000,000	7,760,379	838,643	9.73%	1.41	8.19	12.41
20/25 MVA	37,500,000	6,377,260	689,173	9.11%	1.35	8.55	13.26
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	23,533,767	2,543,230	17.00%	2.04	5.43	7.00
12/15 MVA	32,000,000	21,940,245	2,371,023	15.78%	1.94	5.77	7.57
16/20 MVA	36,000,000	18,335,276	1,981,444	13.56%	1.74	6.49	8.85
20/25 MVA	37,500,000	16,990,743	1,836,144	12.84%	1.68	6.76	9.36
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	38,445,585	4,154,710	22.92%	2.58	4.20	5.11
12/15 MVA	32,000,000	36,791,525	3,975,960	21.37%	2.45	4.47	5.51
16/20 MVA	36,000,000	33,301,692	3,598,824	18.69%	2.20	5.02	6.35
20/25 MVA	37,500,000	31,995,746	3,457,694	17.82%	2.13	5.23	6.67

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อย
เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีย่อยแบบขนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	49,054,035	5,301,137	26.99%	2.95	3.62	4.29
12/15 MVA	32,000,000	47,339,443	5,115,845	25.20%	2.79	3.85	4.62
16/20 MVA	36,000,000	43,964,746	4,751,151	22.20%	2.53	4.32	5.29
20/25 MVA	37,500,000	42,697,386	4,614,191	21.22%	2.44	4.50	5.55
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีย่อยแบบขนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	56,790,651	6,137,212	29.91%	3.20	3.29	3.84
12/15 MVA	32,000,000	55,015,520	5,945,378	27.94%	3.02	3.50	4.14
16/20 MVA	36,000,000	51,755,967	5,593,127	24.71%	2.75	3.93	4.72
20/25 MVA	37,500,000	50,527,193	5,460,337	23.66%	2.66	4.08	4.94
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีย่อยแบบขนวนอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	30,000,000	64,337,879	6,952,820	32.73%	3.44	3.02	3.49
12/15 MVA	32,000,000	62,502,210	6,754,445	30.58%	3.25	3.22	3.76
16/20 MVA	36,000,000	59,357,794	6,414,636	27.13%	2.97	3.60	4.27
20/25 MVA	37,500,000	58,167,605	6,286,016	26.01%	2.87	3.75	4.47

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย
เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 4 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	2,662,125	287,689	7.62%	1.24	9.51	14.53
12/15 MVA	45,000,000	1,125,442	121,624	7.10%	1.19	9.89	14.81
16/20 MVA	49,000,000	ไม่ควรมีการลงทุนเมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ย					
20/25 MVA	50,500,000	ไม่ควรมีการลงทุนเมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ย					
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 5 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	13,182,417	1,424,588	10.94%	1.53	7.58	11.02
12/15 MVA	45,000,000	11,588,894	1,252,380	10.29%	1.47	7.91	11.73
16/20 MVA	49,000,000	7,983,925	862,801	9.01%	1.36	8.61	13.41
20/25 MVA	50,500,000	6,639,392	717,501	8.58%	1.32	8.88	14.03
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 6 MW (สถานีไฟฟ้าแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	28,094,235	3,036,068	15.36%	1.93	5.90	7.79
12/15 MVA	45,000,000	26,440,174	2,857,318	14.54%	1.86	6.16	8.24
16/20 MVA	49,000,000	22,950,342	2,480,181	13.03%	1.72	6.69	9.23
20/25 MVA	50,500,000	21,644,395	2,339,051	12.52%	1.67	6.90	9.62

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อย
เมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 7 MW (สถานีย่อยแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	38,702,684	4,182,494	18.38%	2.21	5.09	6.46
12/15 MVA	45,000,000	36,988,092	3,997,203	17.43%	2.12	5.32	6.83
16/20 MVA	49,000,000	33,613,396	3,632,509	15.76%	1.97	5.78	7.59
20/25 MVA	50,500,000	32,346,036	3,495,548	15.20%	1.92	5.95	7.88
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 8 MW (สถานีย่อยแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	46,439,300	5,018,569	20.53%	2.40	4.63	5.75
12/15 MVA	45,000,000	44,664,170	4,826,736	19.49%	2.31	4.85	6.07
16/20 MVA	49,000,000	41,404,616	4,474,485	17.71%	2.15	5.26	6.72
20/25 MVA	50,500,000	40,175,842	4,341,694	17.11%	2.09	5.41	6.96
ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดขนาด 9 MW (สถานีย่อยแบบฉนวนกึ่งอากาศ)							
หม้อแปลงไฟฟ้า	เงินลงทุน (บาท)	NPV	AW	IRR	B/C Ratio	ROI	DPB
10/12.5 MVA	43,000,000	53,986,528	5,834,178	22.59%	2.59	4.26	5.19
12/15 MVA	45,000,000	52,150,859	5,635,802	21.45%	2.48	4.46	5.49
16/20 MVA	49,000,000	49,006,443	5,295,994	19.57%	2.32	4.83	6.04
20/25 MVA	50,500,000	47,816,255	5,167,373	18.93%	2.26	4.97	6.26

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าสามารถสะท้อนถึงปัจจัยด้านต่างๆที่มีผลต่อการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อยได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนก่อสร้างสถานีย่อย 115/22 kV เพื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้ใช้ไฟมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่จำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟ ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จากการสำรวจผู้ใช้ไฟประเภทกิจการขนาดกลาง และกิจการขนาดใหญ่ของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV และระดับแรงดัน 115 kV ในเขตพื้นที่ของนิคมอุตสาหกรรมและนอกนิคมอุตสาหกรรม ในพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พบว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยในปี 2551 จำนวน 8.4 ครั้งต่อปี และผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยในปี 2551 จำนวน 3.3 ครั้งต่อปี ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าผู้ใช้ไฟที่รับแรงดัน 22 kV มีโอกาสเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องสูงกว่าผู้ใช้ไฟที่ใช้ระดับแรงดัน 115 kV คิดเป็น 60.71 % ของโอกาสการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

เมื่อพิจารณาในเรื่องความน่าเชื่อถือของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคพบว่าผู้ใช้ไฟที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV จะประสบปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้ากระพริบ แรงดันตกชั่วขณะ และแรงดันเกินชั่วขณะ สูงกว่าผู้ใช้ไฟที่ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV ทำให้ผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV ประสบเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต่อปีสูงกว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้โรงงานอุตสาหกรรมหันมาให้ความสนใจในการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22 kV มาใช้ระดับแรงดัน 115 kV เพื่อลดปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้า และเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น

5.2 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่กระทบต่อผู้ใช้ไฟประเภท อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Linear ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 86,375 - 984,551 บาทต่อครั้ง และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 30.02 %

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Logarithmic ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 85,420-979,175 บาทต่อครั้งและมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 30.10 %

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Polynomial ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 79,819-768,331 บาทต่อครั้งและมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 33.50 %

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Power ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 79,819 - 768,331 บาทต่อครั้ง และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 27.59 %

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชัน Exponential ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 61,806-1,789,336 บาทต่อครั้งและมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 34.86 %

การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟuzzyลอจิก ของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 1-9 MW มีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 35,067 - 938,267 บาทต่อครั้ง และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 16.12% และของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 4-9 MW ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยจะมีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 395,600 - 938,267 บาทต่อครั้ง และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เท่ากับ 8.62 %

จากการวิเคราะห์ผลด้วยวิธีฟuzzyลอจิก และวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยด้วยฟังก์ชันต่างๆ พบว่าเมื่อนำแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความน่าเชื่อถือสูงนำมาทดสอบเพื่อหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ด้วยวิธีฟuzzyลอจิกจะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ต่ำที่สุด

5.3 ผลประโยชน์จากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟประเภท อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ผลประโยชน์จากการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV จะทำให้ผู้ใช้ไฟได้รับผลประโยชน์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านอัตราค่าไฟฟ้าที่ประหยัดลง คือในส่วนของอัตราค่าไฟฟ้าตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำหรับผู้ใช้ไฟที่ใช้อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ TOU พบว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV จะได้รับอัตราค่าไฟฟ้าที่ถูกกว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV จากการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จะมีผลประหยัดของค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 5.56 % ต่อเดือน
2. ด้านความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า ในส่วนนี้จะทำให้ผู้ใช้ไฟที่เปลี่ยนระบบแรงดันจากระดับแรงดัน 22 kV มาเป็นระดับแรงดัน 115 kV จากผลสำรวจพบว่าผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 8.4 ครั้งต่อปี ส่วนผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 115 kV มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 3.3 ครั้งต่อปี จึงทำให้เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับลดลง

5.4 ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟประเภท อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าตั้งแต่ 10-25 MVA ตามขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟในช่วง 4-9 MW พบว่าเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าแบบย่อยประเภทฉนวนอากาศ จะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 3.41-10.70 ปี ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยประเภทฉนวนก๊าซ จะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 4.92-14.61 ปี และเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าประเภทฉนวนอากาศ จะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 2.21-6.79 ปี ส่วนสถานีไฟฟ้าประเภทฉนวนก๊าซ จะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 3.18-9.23 ปี ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยทำการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย เช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี และค่าใช้จ่ายในด้านของการดำเนินการของสถานีไฟฟ้าย่อยที่เพิ่มขึ้นจากอัตราผลตอบแทนของ

พนักงาน ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อประกอบการลงทุนก่อสร้าง สถานีไฟฟ้าย่อย ที่มีขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าตั้งแต่ 10 – 25 MVA ตามขนาดของความต้องการ พลังไฟฟ้าสูงสุดของผู้ใช้ไฟในช่วง 4–9 MW พบว่าเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ ไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนอากาศ จะมีอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 9.11-32.73 % ระยะเวลาคืนทุนแบบไม่คิดลดอยู่ในช่วง 3.02-8.55 ปี และระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลดอยู่ในช่วง 3.49-13.26 ปีตามลำดับ ส่วนสถานีไฟฟ้าย่อยแบบฉนวนก๊าซ จะมีอัตราผลตอบแทน ภายในอยู่ในช่วง 7.10-22.5 % ระยะเวลาคืนทุนแบบไม่คิดลดอยู่ในช่วง 4.26-9.89 ปี และ ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลดอยู่ในช่วง 5.19-14.81 ปี ตามลำดับ

5.5 ข้อเสนอแนะจากการทำการวิจัย

5.5.1 แนวทางการลดปัญหาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

จากพฤติกรรมการผลิตแบบต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และกระบวนการผลิตเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กันตั้งแต่ต้นกระบวนการไปจนถึงจบ กระบวนการผลิต ดังนั้นเมื่อเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเช่น ไฟฟ้าดับ ไฟฟ้ากระพริบ แรงดันตกชั่วคราว และแรงดันเกินชั่วคราว จึงทำให้โรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้รับความเสียหายจากปัญหา เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีที่จะลดปัญหาดังกล่าวให้น้อยลงซึ่งมีแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. ในส่วนของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ควรวางแผนการพัฒนาปรับปรุงระบบจำหน่ายให้มีความน่าเชื่อถือสูงมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การเพิ่มระยะความถี่ในการทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ไฟฟ้าหลัก การเพิ่มความถี่ในการบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าย่อย การตรวจสอบน้ำมันของหม้อแปลง หลักตามวาระ การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ การตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและ อุปกรณ์ประกอบสายส่งด้วยการตรวจสอบจุดร้อนเพื่อแก้ไขก่อนเกิดความเสียหายจนเกิดเหตุการณ์ ไฟฟ้าดับ การเปลี่ยนสายไฟฟ้าชนิดสายเปลือยเป็นชนิดหุ้มฉนวน การควบคุมระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า ด้วยระบบ SCADA เพื่อควบคุมการส่งจ่ายไฟแบบอัตโนมัติ เพื่อลดระยะเวลาของการเกิดไฟฟ้าดับให้ น้อยลง

2. ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรม ควรมีการวางแผนการพัฒนาปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในโรงงาน ยกตัวอย่างเช่น การเพิ่มความถี่ในการบำรุงรักษาสถานีไฟฟ้าย่อย การเพิ่มระยะความถี่ในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าหลัก การตรวจสอบจุดร้อนภายในแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก และจุดต่อต่างๆ พร้อมวางแผนแก้ไขปัญหาของจุดร้อนทันที การติดตั้ง UPS ให้กับกระบวนการผลิตที่มีความไวต่อปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้า และการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้สำรองกรณีเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเป็นระยะเวลานานๆ

5.5.2 แนวทางการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

ในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ผู้ใช้ไฟควรจะต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ด้านความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ผู้ใช้ไฟต้องมีการวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งปัจจุบันไปจนถึงอนาคต เพื่อเลือกความเหมาะสมของขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในสถานีไฟฟ้าย่อย

2. ด้านที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ผู้ใช้ไฟควรจัดเตรียมขนาดของที่ดินให้มีความเหมาะสมกับประเภทของสถานีไฟฟ้า ยกตัวอย่างเช่น โรงงานที่มีมูลค่าของที่ดินสูงอาจจะให้ความสนใจที่จะสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยประเภทถนนกึ่งพิเศษใช้พื้นที่น้อยกว่า แต่สถานีชนิดนี้จะมีราคาแพงกว่าประเภทถนนอากาศ ดังนั้นควรพิจารณาทั้งสององค์ประกอบในด้าน เงินลงทุน ขนาดที่ดิน เพื่อความเหมาะสมมากที่สุด

3. ด้านการเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในสถานีไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟควรที่จะเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถซ่อมแซมได้ในประเทศ และมีระยะเวลารวดเร็วในการหาอะไหล่มาทดแทน และหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในสถานีไฟฟ้าควรมีค่าความสูญเสียที่ต่ำ

4. ด้านการเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบไฟฟ้า ในการออกแบบสถานีไฟฟ้าควรมีการออกแบบให้มีระบบ 22 kV วงจรสำรอง เพื่อสามารถรับแรงดันระดับ 22 kV ได้ กรณีสถานีไฟฟ้าย่อยมีปัญหาไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ หรือเพื่อสามารถจ่ายไฟโดยวงจร 22 kV สำรองได้ในกรณีที่มีการซ่อมบำรุงหม้อแปลงไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้าเพื่อลดระยะเวลาในการดับไฟให้น้อยลง

รายการอ้างอิง

บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสาร

- Goel L., (1999). Comprehensive reliability assessment of substation originated Outages using the Monte Carlo simulation technique. Proceedings of The Electric Power Systems Research, 52, pp. 151–159.
- Sittha Suksawat, (2008). The Reliability of Breaker Failure Scheme for Transmission line Feeders. Industrial Engineering. Faculty of Engineering Teratam Bunyagul Faculty of Engineering King Mongkut's University Technology North Bangkok.
- Eua-Arporn B., (2005). Fuzzy Interrupted Energy Assessment Rate Based on Actual System Performance, in IEEE Transactions on Power Systems, vol.20, pp.156-163.
- Wenyuan Li, (February 2005). A Minimum Cost Assessment Method for Capsite Generation and Transmission System Expansion Planning, in IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 8, pp.628-635.
- Priyantha D.C. Wijayatunga, (2004). Assessment of economic impact of electricity supply interruptions in the Sri Lanka industrial sector, Proceedings of The Energy Conversion and Management 45 , pp. 235–247.
- Thomas H. Fritts, (2002). Economic costs of electrical system instability and power outages caused by snakes on the Island of Guam, Proceedings of The International Biodeterioration & Biodegradation 49, pp. 93–100.
- Wacker G. Billinton R., (June 1989). Customer Cost of Electric Service Interruptions. Proceedings of The IEEE Volume 77, Issue 6, , pp. 919 – 930.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทำการศึกษาเพื่อทราบปริมาณการใช้พลังงานในแต่ละช่วงเวลาเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำการศึกษาค่าของโหลดแพคเตอร์ ของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 4 โรงงานเพื่อหาค่าเฉลี่ยของโหลดแพคเตอร์ ของช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยแบ่งตามประเภทการใช้ไฟฟ้าแบบตามช่วงเวลา (Time of Use :TOU) ของช่วงเวลา On-Peak , Off-Peak และ Holiday ตามลำดับ โดยโรงงานที่นำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 4 โรงงาน มีรายชื่อดังต่อไปนี้ และแสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในตารางที่ ก.1 – ก.4

1. บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ตั้ง เลขที่ 14 หมู่ 1 ตำบลวังตะเคียน อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา
2. บริษัท อเกีย ซิสเต็มส์ ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด ที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมนวนคร เลขที่ 101/32 ถนน พหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
3. บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 1 ที่ตั้ง นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน เลขที่ 560 หมู่ที่ 2 ถนนอุดมสมบูรณ์ ตำบลคลองจิก อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4. บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 2 ที่ตั้ง นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค เลขที่ 158 หมู่ที่ 1 ถนนสายเอเชีย ตำบลบ้านเลน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ผลศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 4-9 MW

การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 4-9 MW จะนำค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของโหลดแพคเตอร์ จากโรงงานประเภทอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 4 โรงงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 4-9 MW แสดงผลการศึกษาในตารางที่ ก.5

3. การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV อัตราของการใช้งานแบบ TOU

การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV จะใช้อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ซึ่งแสดงในตารางที่ ก.6 – ก.7

4. ผลการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อยจะใช้ค่าของพลังงานสูญเสียที่เกิดจากหม้อแปลงไฟฟ้าตามขนาดของการจ่ายโหลดในระดับต่างๆ ของห้องทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง บริษัท อีวีไทย จำกัด (มหาชน) ประกอบการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟอัตราแบบ TOU ที่ระดับแรงดันตั้งแต่ 69 kV ขึ้นไป ซึ่งแสดงในตารางที่ ก.8

ตารางที่ ก.1

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2549 บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์) จำกัด

เดือน	On-Peak		hour	% LF	Off-Peak		hour	% LF	Holiday		hour	% LF	Total kWh
	kW	kWh			kW	kWh			kW	kWh			
มกราคม	5832	1,427,766.91	286	85.6	5592	1,098,850.37	242	81.2	5336	871,347.46	216	75.6	3,397,964.74
กุมภาพันธ์	5720	1,280,479.20	260	86.1	5688	1,031,120.64	220	82.4	5575	894,720.60	216	74.3	3,206,320.44
มีนาคม	5944	1,366,323.50	273	84.2	5800	1,065,141.00	231	79.5	5640	1,031,443.20	240	76.2	3,462,907.70
เมษายน	6240	1,385,529.60	260	85.4	6128	1,063,698.24	220	78.9	5968	1,025,541.12	240	71.6	3,474,768.96
พฤษภาคม	6280	1,416,127.44	273	82.6	6104	1,161,859.78	231	82.4	6160	1,114,713.60	240	75.4	3,692,700.82
มิถุนายน	6155	1,438,349.64	273	85.6	6011	1,128,883.83	231	81.3	5923	1,060,453.92	240	74.6	3,627,687.39
กรกฎาคม	4928	1,132,779.65	273	84.2	4784	911,710.80	231	82.5	4624	838,978.56	240	75.6	2,883,469.01
สิงหาคม	4896	1,110,021.12	260	87.2	4848	847,915.20	220	79.5	4664	941,941.44	264	76.5	2,899,877.76
กันยายน	4816	1,176,279.10	286	85.4	4704	908,417.66	242	79.8	4664	687,734.78	192	76.8	2,772,431.55
ตุลาคม	4848	1,193,800.61	286	86.1	4808	944,791.23	242	81.2	4720	749,347.20	216	73.5	2,887,939.04
พฤศจิกายน	4536	993,021.12	260	84.2	4432	791,732.48	220	81.2	4328	763,459.20	240	73.5	2,548,212.80
ธันวาคม	6304	1,335,817.60	260	81.5	6200	1,093,928.00	220	80.2	6152	1,226,216.64	264	75.5	3,655,962.24
-	ค่าเฉลี่ย			84.84	ค่าเฉลี่ย			80.84	ค่าเฉลี่ย			74.93	-

ตารางที่ ก.2

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2549 บริษัท อเกีย ซิสเต็มส์ ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

เดือน	On-Peak		hour	% LF	Off-Peak		hour	% LF	Holiday		hour	% LF	Total kWh
	kW	kWh			kW	kWh			kW	kWh			
มกราคม	7710	1,865,480.76	286	84.6	7620	1,497,360.48	242	81.2	7620	1,254,191.04	216	76.2	4,617,032.28
กุมภาพันธ์	8010	1,822,275.00	260	87.5	7850	1,412,686.00	220	81.8	7880	1,283,368.32	216	75.4	4,518,329.32
มีนาคม	7740	1,800,293.04	273	85.2	7650	1,440,227.25	231	81.5	7470	1,367,906.40	240	76.3	4,608,426.69
เมษายน	8220	1,808,071.20	260	84.6	8010	1,400,949.00	220	79.5	7980	1,388,520.00	240	72.5	4,597,540.20
พฤษภาคม	8190	1,929,555.81	273	86.3	7880	1,452,583.44	231	79.8	8040	1,451,059.20	240	75.2	4,833,198.45
มิถุนายน	7980	1,834,330.68	273	84.2	7860	1,490,656.86	231	82.1	7980	1,447,891.20	240	75.6	4,772,878.74
กรกฎาคม	8430	1,969,989.84	273	85.6	8100	1,524,946.50	231	81.5	8340	1,529,222.40	240	76.4	5,024,158.74
สิงหาคม	8490	1,929,267.60	260	87.4	8220	1,468,420.80	220	81.2	8280	1,663,485.12	264	76.1	5,061,173.52
กันยายน	7890	1,956,420.18	286	86.7	7560	1,472,763.60	242	80.5	7770	1,139,765.76	192	76.4	4,568,949.54
ตุลาคม	8130	2,011,280.70	286	86.5	7890	1,517,957.10	242	79.5	7980	1,266,904.80	216	73.5	4,796,142.60
พฤศจิกายน	8010	1,753,549.20	260	84.2	8070	1,413,218.40	220	79.6	7830	1,416,916.80	240	75.4	4,583,684.40
ธันวาคม	7950	1,705,275.00	260	82.5	7770	1,357,263.60	220	79.4	7830	1,542,071.52	264	74.6	4,604,610.12
-	ค่าเฉลี่ย			85.44	ค่าเฉลี่ย			80.63	ค่าเฉลี่ย			75.30	-

ตารางที่ ก.3

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551 บริษัท เม็กเทค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 1

เดือน	On-Peak		hour	% LF	Off-Peak		hour	% LF	Holiday		hour	% LF	Total kWh
	kW	kWh			kW	kWh			kW	kWh			
มกราคม	5772	1,451,640.00	286	87.94	5520	1,078,800.00	242	80.76	5292	822,000.00	216	71.91	3,352,440.00
กุมภาพันธ์	6000	1,388,160.00	260	88.98	5676	1,038,000.00	220	83.13	5020	760,800.00	216	70.16	3,186,960.00
มีนาคม	6288	1,460,520.00	273	85.08	5748	1,078,800.00	231	81.25	5150	913,000.00	240	73.87	3,452,320.00
เมษายน	6324	1,405,503.00	260	85.48	5988	1,022,160.00	220	77.59	5050	777,600.00	240	64.16	3,205,263.00
พฤษภาคม	6060	1,258,560.00	273	76.07	5760	914,400.00	231	68.72	5712	1,002,000.00	240	73.09	3,174,960.00
มิถุนายน	5850	1,215,050.00	273	76.08	5520	895,470.00	231	70.23	5450	945,240.00	240	72.27	3,055,760.00
กรกฎาคม	5950	1,305,700.00	273	80.38	5650	954,680.00	231	73.15	5040	867,540.00	240	71.72	3,127,920.00
สิงหาคม	5984	1,403,458.00	260	90.21	5776	1,082,000.00	220	85.15	5240	1,130,085.00	264	81.69	3,615,543.00
กันยายน	6192	1,555,360.00	286	87.83	5824	1,187,360.00	242	84.25	5150	755,680.00	192	76.42	3,498,400.00
ตุลาคม	6320	1,576,320.00	286	87.21	5920	1,225,440.00	242	85.54	6016	991,200.00	216	76.28	3,792,960.00
พฤศจิกายน	5840	1,310,720.00	260	86.32	5520	1,014,880.00	220	83.57	5230	952,400.00	240	75.88	3,278,000.00
ธันวาคม	5005	1,067,200.00	260	82.01	5150	954,200.00	220	84.22	4850	854,050.00	264	66.70	2,875,450.00
-	ค่าเฉลี่ย			84.47	ค่าเฉลี่ย			79.79	ค่าเฉลี่ย			72.85	-

ตารางที่ ก.4

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2551 บริษัท เม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ส คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด โรงงาน 2

เดือน	On-Peak		hour	% LF	Off-Peak		hour	% LF	Holiday		hour	% LF	Total kWh
	kW	kWh			kW	kWh			kW	kWh			
มกราคม	1370	323,700.00	286	82.61	1226	248,560.00	242	83.78	1264	198,940.00	216	72.87	771,200.00
กุมภาพันธ์	1414	318,860.00	260	86.73	1390	245,780.00	220	80.37	1150	188,720.00	216	75.97	753,360.00
มีนาคม	1454	327,040.00	273	82.39	1374	250,720.00	231	78.99	1250	226,180.00	240	75.39	803,940.00
เมษายน	1378	310,839.00	260	86.76	1322	236,300.00	220	81.25	1050	179,860.00	240	71.37	726,999.00
พฤษภาคม	1404	286,740.00	273	74.81	1342	210,060.00	231	67.76	1230	223,980.00	240	75.87	720,780.00
มิถุนายน	1430	337,060.00	273	86.34	1380	261,240.00	231	81.95	1210	210,600.00	240	72.52	808,900.00
กรกฎาคม	1342	331,340.00	273	90.44	1242	257,040.00	231	89.59	1292	241,940.00	240	78.03	830,320.00
สิงหาคม	1346	330,500.00	260	94.44	1372	257,000.00	220	85.14	1210	241,500.00	264	75.60	829,000.00
กันยายน	1454	346,860.00	286	83.41	1376	273,640.00	242	82.18	1210	170,380.00	192	73.34	790,880.00
ตุลาคม	1350	324,500.00	286	84.05	1312	257,500.00	242	81.10	1230	197,360.00	216	74.28	779,360.00
พฤศจิกายน	1208	274,060.00	260	87.26	1208	211,220.00	220	79.48	1120	201,500.00	240	74.96	686,780.00
ธันวาคม	1172	250,640.00	260	82.25	1120	180,500.00	220	73.25	1010	197,850.00	264	74.20	628,990.00
-	ค่าเฉลี่ย			85.12	ค่าเฉลี่ย			80.40	ค่าเฉลี่ย			74.53	-

ตารางที่ ก.5

การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในช่วง 4-9 MW

Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
4	On-Peak	4,000.00	972,400	286	85.00
	Off-Peak	3,800.00	735,680	242	80.00
	Holiday	3,500.00	504,000	192	75.00
	Total	-	2,212,080	720	-
Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
5	On-Peak	5,000.00	1,215,500	286	85.00
	Off-Peak	4,800.00	929,280	242	80.00
	Holiday	4,500.00	648,000	192	75.00
	Total	-	2,792,780	720	-
Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
6	On-Peak	6,000.00	1,458,600	286	85.00
	Off-Peak	5,800.00	1,122,880	242	80.00
	Holiday	5,500.00	792,000	192	75.00
	Total	-	3,373,480	720	-
Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
7	On-Peak	7,000.00	1,701,700	286	85.00
	Off-Peak	6,800.00	1,316,480	242	80.00
	Holiday	6,500.00	936,000	192	75.00
	Total	-	3,954,180	720	-
Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
8	On-Peak	8,000.00	1,944,800	286	85.00
	Off-Peak	7,800.00	1,510,080	242	80.00
	Holiday	7,500.00	1,080,000	192	75.00
	Total	-	4,534,880	720	-
Peak Demand (MW)	Time	Demand (kW)	Electric Usage (kWh)	Hour	Load Factor (%)
9	On-Peak	9,000.00	2,187,900	286	85.00
	Off-Peak	8,800.00	1,703,680	242	80.00
	Holiday	8,500.00	1,224,000	192	75.00
	Total	-	5,115,580	720	-

ตารางที่ ก.6

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟประเภทแรงดัน 22 kV อัตราของการใช้งานแบบ TOU

Peak Demand		On-Peak		Off-Peak		Holiday		Ft		Service	Total
kW	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	Unit	บาท	บาท	บาท
4000	531,720.00	972,400.00	2,620,618.00	735,680.00	876,489.15	504,000.00	600,465.60	0.6285	1,390,292.28	228.17	6,441,200.13
5000	664,650.00	1,215,500.00	3,275,772.50	929,280.00	1,107,144.19	648,000.00	772,027.20	0.6285	1,755,262.23	228.17	8,105,340.19
6000	797,580.00	1,458,600.00	3,930,927.00	1,122,880.00	1,337,799.23	792,000.00	943,588.80	0.6285	2,120,232.18	228.17	9,769,480.26
7000	930,510.00	1,701,700.00	4,586,081.50	1,316,480.00	1,568,454.27	936,000.00	1,115,150.40	0.6285	2,485,202.13	228.17	11,433,620.33
8000	1,063,440.00	1,944,800.00	5,241,236.00	1,510,080.00	1,799,109.31	1,080,000.00	1,286,712.00	0.6285	2,850,172.08	228.17	13,097,760.39
9000	1,196,370.00	2,187,900.00	5,896,390.50	1,703,680.00	2,029,764.35	1,224,000.00	1,458,273.60	0.6285	3,215,142.03	228.17	14,761,900.46

ตารางที่ ก.7

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟประเภทแรงดัน 115 kV อัตราของการใช้งานแบบ TOU

Peak Demand		On-Peak		Off-Peak		Holiday		Ft		Service	Total
kW	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	Unit	บาท	บาท	บาท
4000	296,560.00	972,400.00	2,541,464.64	735,680.00	862,658.37	504,000.00	590,990.40	0.6285	1,390,292.28	228.17	6,079,947.43
5000	370,700.00	1,215,500.00	3,176,830.80	929,280.00	1,089,673.73	648,000.00	759,844.80	0.6285	1,755,262.23	228.17	7,653,217.51
6000	444,840.00	1,458,600.00	3,812,196.96	1,122,880.00	1,316,689.09	792,000.00	928,699.20	0.6285	2,120,232.18	228.17	9,226,487.59
7000	518,980.00	1,701,700.00	4,447,563.12	1,316,480.00	1,543,704.45	936,000.00	1,097,553.60	0.6285	2,485,202.13	228.17	10,799,757.67
8000	593,120.00	1,944,800.00	5,082,929.28	1,510,080.00	1,770,719.81	1,080,000.00	1,266,408.00	0.6285	2,850,172.08	228.17	12,373,027.75
9000	667,260.00	2,187,900.00	5,718,295.44	1,703,680.00	1,997,735.17	1,224,000.00	1,435,262.40	0.6285	3,215,142.03	228.17	13,946,297.83

ตารางที่ ก.8

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

Load Demand	Load Loss	Transformer	On-Peak		Off-Peak		Holiday		Total	Total
MW	kW	MVA	kWh	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	บาท/เดือน	บาท/ปี
4	22.48	12	6,429.18	16,803.32	5,440.08	6,379.04	4,316.10	5,061.05	28,243.41	338,920.90
	22.50	15	6,435.00	16,818.52	5,445.00	6,384.81	4,320.00	5,065.63	28,268.96	339,227.46
	29.13	20	8,329.81	21,770.78	7,048.30	8,264.83	5,592.04	6,557.22	36,592.84	439,114.12
	31.50	25	9,009.50	23,547.24	7,623.43	8,939.23	6,048.34	7,092.28	39,578.75	474,944.98
5	26.41	12	7,553.07	19,740.70	6,391.06	7,494.16	5,070.59	5,945.78	33,180.63	398,167.60
	27.01	15	7,725.34	20,190.94	6,536.82	7,665.08	5,186.24	6,081.39	33,937.40	407,248.85
	32.50	20	9,293.78	24,290.24	7,863.97	9,221.29	6,239.18	7,316.07	40,827.60	489,931.14
	34.48	25	9,860.48	25,771.35	8,343.48	9,783.57	6,619.62	7,762.17	43,317.09	519,805.02
6	30.34	12	8,676.95	22,678.09	7,342.04	8,609.27	5,825.09	6,830.50	38,117.86	457,414.31
	31.56	15	9,026.50	23,591.67	7,637.81	8,956.10	6,059.75	7,105.66	39,653.43	475,841.14
	35.87	20	10,257.76	26,809.69	8,679.64	10,177.75	6,886.33	8,074.91	45,062.35	540,748.17
	37.45	25	10,711.46	27,995.46	9,063.54	10,627.91	7,190.91	8,432.06	47,055.42	564,665.06

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากหม้อแปลงในสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV

Load Demand	Load Loss	Transformer	On-Peak		Off-Peak		Holiday		Total	Total
MW	kW	MVA	kWh	บาท	kWh	บาท	kWh	บาท	บาท/เดือน	บาท/ปี
7	34.27	12	9,800.84	25,615.47	8,293.02	9,724.39	6,579.58	7,715.22	43,055.08	516,661.01
	36.11	15	10,327.67	26,992.40	8,738.80	10,247.11	6,933.26	8,129.94	45,369.45	544,433.44
	39.24	20	11,221.74	29,329.14	9,495.32	11,134.21	7,533.48	8,833.75	49,297.10	591,565.20
	40.43	25	11,562.43	30,219.57	9,783.60	11,472.24	7,762.19	9,101.95	50,793.76	609,525.11
8	38.20	12	10,924.72	28,552.86	9,244.00	10,839.51	7,334.08	8,599.94	47,992.31	575,907.72
	40.66	15	11,628.84	30,393.13	9,839.78	11,538.13	7,806.77	9,154.22	51,085.48	613,025.73
	42.61	20	12,185.72	31,848.59	10,310.99	12,090.67	8,180.62	9,592.60	53,531.85	642,382.23
	43.40	25	12,413.41	32,443.68	10,503.65	12,316.58	8,333.48	9,771.83	54,532.10	654,385.15
9	42.13	12	12,048.61	31,490.24	10,194.98	11,954.63	8,088.58	9,484.66	52,929.53	635,154.42
	45.21	15	12,930.00	33,793.86	10,940.77	12,829.15	8,680.28	10,178.50	56,801.50	681,618.03
	45.98	20	13,149.69	34,368.04	11,126.66	13,047.13	8,827.77	10,351.44	57,766.60	693,199.25
	46.38	25	13,264.38	34,667.79	11,223.71	13,160.92	8,904.76	10,441.72	58,270.43	699,245.19

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบสำรวจมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง



แบบสำรวจเพื่อหามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
สำหรับอุตสาหกรรม
ภายใต้

โครงการวิจัยเพื่อหามูลค่าความเสียหายของผู้ใช้ไฟจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

คำชี้แจง

- แบบสำรวจนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้เจ้าหน้าที่ระดับผู้บริหารขององค์กรหรือผู้ได้รับมอบหมายกรอกรายละเอียด ทางด้านข้อมูลการผลิตและข้อมูลผลกระทบจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง โดยแบ่งรายละเอียดของคำถามออกเป็น ส่วนดังนี้
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร
 - ส่วนที่ 2 ข้อมูลการผลิตและระบบจ่ายไฟฟ้า
 - ส่วนที่ 3 ข้อมูลความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
 - ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม
- โปรดอ่านคู่มือสำหรับการกรอกแบบสำรวจก่อนลงมือกรอกแบบสำรวจ ทั้งนี้โปรดตอบตามความเป็นจริงและกรุณาตอบทุกคำถาม
- คำตอบของท่าน ผู้ดำเนินการศึกษาถือเป็นความลับ โดยจะนำไปใช้เฉพาะในการศึกษานี้เท่านั้น และจะไม่มีมีการเปิดเผยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ชื่อผู้กรอกแบบสำรวจ..... ตำแหน่ง

E-mail เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้

วันที่.....

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปขององค์กร

1. ที่ตั้งขององค์กร

- ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม/สวนอุตสาหกรรม (โปรดระบุชื่อ)
- ตั้งอยู่นอกนิคมอุตสาหกรรม โดยมีระยะห่างจากสถานีไฟฟ้าย่อยประมาณ..... กิโลเมตร

ชื่อองค์กร..... TSIC-ID.....
 ที่ตั้ง/เลขที่..... หมู่ที่..... ซอย..... ถนน.....
 ตำบล..... อำเภอ..... จังหวัด.....
 รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร.....
 ขนาดหม้อแปลงรวม..... ระดับแรงดันไฟฟ้า.....

2. ประเภทของอุตสาหกรรม

- อาหารเครื่องดื่มและชาสุบ สิ่งทอ ไม้
- กระดาษ เหม อโลหะ
- โลหะมูลฐาน ผลิตภัณฑ์โลหะเครื่องจักรและอุปกรณ์
- อื่นๆ โปรดระบุ

3.ขนาดอุตสาหกรรม

- 3.1 ปี พ.ศ.ที่จดทะเบียนก่อตั้ง.....
- 3.2 ทุนจดทะเบียน.....ล้านบาท
- 3.3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย.....บาทต่อเดือน
- 3.4 องค์กรของท่านเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าหรือไม่ ถ้าเป็นผู้ผลิตไฟฟ้า

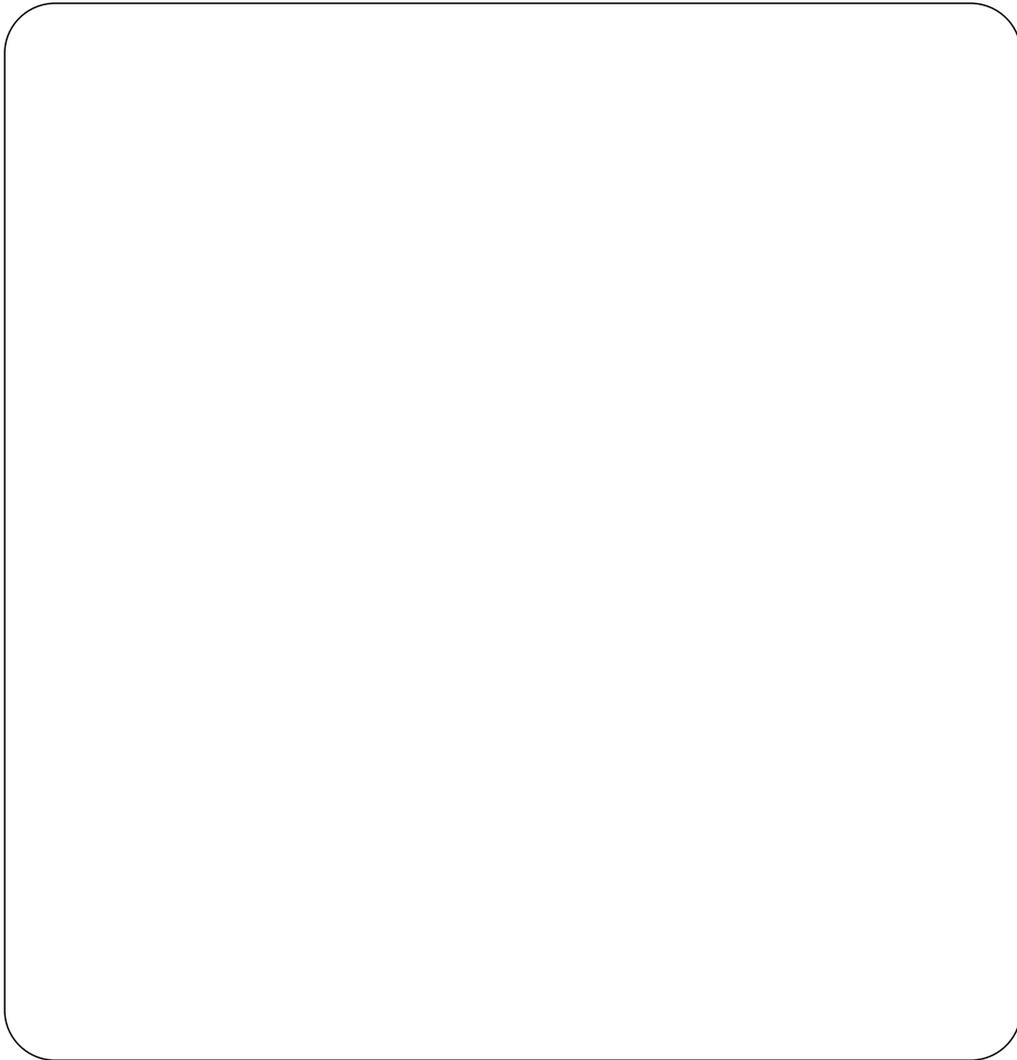
ไม่ได้เป็นผู้ผลิตไฟฟ้า SPP VSPP

ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการผลิตและระบบจ่ายไฟฟ้า

4. กระบวนการผลิต

- 4.1 ลักษณะกระบวนการผลิต ต่อเนื่อง ไม่ต่อเนื่อง
4.2 ฟังก์ชันการผลิต หรือ แผนสำเนาฟังก์ชันการผลิตในแบบ บพร.2



4.3 ท่านคิดว่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้กระบวนการผลิตหรือไม่

ใช่ (โปรดให้รายละเอียดในข้อ 4.4) ไม่ใช่

4.4 กระบวนการผลิตย่อยใดที่ส่งผลกระทบต่อมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด

ลำดับที่ 1

ลำดับที่ 2

ลำดับที่ 3

5. ประเภทและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิต หรือ แบบสำเนาแบบ บพร.1

ผลิตภัณฑ์	หน่วยนับผลิตภัณฑ์	ปริมาณผลิตภัณฑ์ต่อปี	มูลค่า (บาทต่อปี)

6. ประเภทและปริมาณวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต หรือ แบบสำเนาแบบ บพร.1

วัตถุดิบ	หน่วยนับวัตถุดิบ	ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้	มูลค่า (บาทต่อปี)

7. ช่วงเวลาการทำงาน

7.1 ช่วงเวลาทำงานของการผลิต

.....ชั่วโมง/วัน โปรดระบุช่วงเวลาการผลิตน. -น.

7.2 จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์ของฝ่ายผลิต

5 วัน/สัปดาห์ 6 วัน/สัปดาห์ 7 วัน/สัปดาห์ อื่นๆ โปรดระบุ

7.3 ท่านคิดว่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องหรือไม่

ใช่ (โปรดให้รายละเอียดในข้อ 7.4) ไม่ใช่

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

11. องค์การของท่านประสบปัญหาเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง ภายในระยะเวลาหนึ่งปีที่ผ่านมาหรือไม่

ไม่มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง (เข้าไปตอบข้อ 14)

มีเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง จำนวน

ถ้าไม่สามารถระบุจำนวนครั้งที่แน่นอนได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1 - 3 ครั้ง

4 - 6 ครั้ง

7 - 9 ครั้ง

10 - 12 ครั้ง

13 - 15 ครั้ง

มากกว่า 15 ครั้ง

12. ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมา เดือนใดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด

โปรดระบุเดือน

ถ้าไม่สามารถระบุเดือนที่แน่นอนได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

มีนาคม - มิถุนายน

กรกฎาคม - ตุลาคม

พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์

โปรดระบุจำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง.....

ถ้าไม่สามารถระบุจำนวนครั้งที่แน่นอนได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1 ครั้ง

2 ครั้ง

3 ครั้ง

4 ครั้ง

มากกว่า 4 ครั้ง

13. ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมา ช่วงเวลาใด (ภายใน 24 ชั่วโมง) ที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด

โปรดระบุช่วงเวลา

ถ้าไม่สามารถระบุช่วงเวลาที่แน่นอนได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

00:00 - 03:00

03:00 - 06:00

06:00 - 09:00

09:00 - 12:00

12:00 - 15:00

15:00 - 18:00

18:00 - 21:00

21:00 - 24:00

14. ระยะเวลาของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยต่อครั้ง

โปรดระบุระยะเวลา.....

ถ้าไม่สามารถระบุระยะเวลาที่แน่นอนได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

1 - 3 นาที

4 - 6 นาที

7 - 9 นาที

10 - 12 นาที

13 - 15 นาที

16 - 30 นาที

30 นาที - 1 ชั่วโมง

มากกว่า 1 ชั่วโมง

15. ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์หลังจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องถูกแก้ไข

น้อยกว่า 15 นาที

15 - 30 นาที

30 - 45 นาที

45 นาที - 1 ชั่วโมง

1 - 3 ชั่วโมง

3 - 6 ชั่วโมง

6 - 12 ชั่วโมง

12 - 24 ชั่วโมง

มากกว่า 1 วัน

16. มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยต่อครั้ง

16.1 กรณีไฟฟ้าขัดข้องแบบไม่ได้แจ้งล่วงหน้า มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยต่อครั้ง

โปรดระบุมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยต่อครั้ง

ถ้าไม่สามารถระบุมูลค่าความเสียหายได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> น้อยกว่า 5,000 บาท | <input type="checkbox"/> 5,000 – 10,000 บาท | <input type="checkbox"/> 10,000 – 30,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 30,000 – 50,000 บาท | <input type="checkbox"/> 50,000 – 100,000 บาท | <input type="checkbox"/> 100,000 – 500,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 500,000 – 1,000,000 บาท | <input type="checkbox"/> 1,000,000 – 5,000,000 บาท | <input type="checkbox"/> 5,000,000 -10,000,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> มากกว่า 10,000,000 บาท | | |

16.2 กรณีไฟฟ้าขัดข้องแบบแจ้งล่วงหน้า 7 วัน มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ยต่อครั้ง

โปรดระบุมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยต่อครั้ง

ถ้าไม่สามารถระบุมูลค่าความเสียหายได้ โปรดเลือกจากข้อมูลที่กำหนดให้ด้านล่าง

- | | | |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> ไม่มีมูลค่าความเสียหาย | <input type="checkbox"/> น้อยกว่า 5,000 บาท | <input type="checkbox"/> 5,000 – 10,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 10,000 – 30,000 บาท | <input type="checkbox"/> 30,000 – 50,000 บาท | <input type="checkbox"/> 50,000 – 100,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 100,000 – 500,000 บาท | <input type="checkbox"/> 500,000 – 1,000,000 บาท | <input type="checkbox"/> มากกว่า 1,000,000 บาท |

17. องค์กรของท่านมีแผนรับมืออย่างไรเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

- ไม่มีแผนรับมือ
- มีขั้นตอนหรือแผนการปฏิบัติที่ชัดเจนเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง (เลือกได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)
- มีบุคลากรที่รับผิดชอบเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง
 - แจ้งเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องต่อเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
 - อื่นๆ (โปรดระบุ).....

18. องค์กรของท่านมีระบบไฟฟ้าสำรองหรือไม่

- ไม่มี (ข้ามไปตอบข้อ 22)
- มี โปรดระบุชนิดของระบบไฟฟ้าสำรอง.....Generator และ UPS.....

19. ระบบไฟฟ้าสำรองที่องค์กรของท่านมี มีไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใด

- สำรองสำหรับระบบการผลิต
- สำรองไว้จ่ายให้กับระบบสำคัญ (เลือกได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)
- | | | |
|--|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ระบบปรับอากาศ | <input type="checkbox"/> ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย | <input type="checkbox"/> ระบบสื่อสาร |
| <input type="checkbox"/> ระบบแสงสว่าง | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (โปรดระบุ)..... | |

ผลงานทางวิชาการ

การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อยไฟฟ้า 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

The Study Value of Economic for Construction 115/22 kV Substation of Large Electronic Industries

ธนศ เดชโหมด¹, และ พระพิพัฒน์ ภาสนบุตร²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

² ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 0-2564-3001 ต่อ 3053 E-mail: thanet_ep@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อยไฟฟ้าระดับแรงดัน 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้อิเล็กทรอนิกส์รายใหญ่จำนวน 50 รายที่มีขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 4-9 MW ในการวิเคราะห์ผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี Fuzzy Logic พบว่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องอยู่ในช่วง 175,000 – 847,000 บาทต่อครั้ง และเมื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนโดยไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าสถานีย่อยไฟฟ้าแบบ AIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 3.18-7.39 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 9.93-30.70% ส่วนสถานีย่อยไฟฟ้าแบบ GIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 4.58-10.06 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 4.91-20.15% และเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีย่อยไฟฟ้าแบบ AIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 2.18-5.67 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 15.22-45.60% ส่วนสถานีย่อยไฟฟ้าแบบ GIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 3.14-7.67 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 8.51-31.82%

คำสำคัญ: สถานีย่อยไฟฟ้า, อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง

Abstract

In this paper, the study value of economic for construction 115/22 kV substation for large electronic industries. The simulation results of 50 customers that have peak demand between 4 MW and 9 MW by fuzzy logic show that an outage cost is 175,000-847,000 Baht. The value of economic was studied when the outage cost is not considered, the results show that ROI and IRR of AIS substation is

3.18-7.39 year and 9.93-30.70%, respectively. For GIS substation is 4.58-10.06 year and 4.91-20.15%, respectively. Furthermore, the results of economic analysis when the outage cost is considered show that ROI and IRR of AIS substation is 2.18-5.67 year and 15.22-45.60%, respectively. For GIS substation is 3.14-7.67 year and 8.51-31.82%, respectively.

Keywords : electrical substation , electronic industries and outage cost

1. คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และปัญหาหนึ่งที่ภาคอุตสาหกรรมนี้กำลังประสบอยู่ในปัจจุบันก็คือ ปัญหาด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้าที่เกิดจากระบบจำหน่ายของกริดไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เช่น ไฟฟ้าดับ ไฟกระพริบ การเกิดแรงดันตกชั่วขณะเป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตที่มีความต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องขึ้น เช่น สูญเสียโอกาสในการผลิต ผลผลิตเสียหาย เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวได้มีการศึกษามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบต่างๆ เช่น วิธี Fuzzy logic [1-2] และวิธี Minimum Cost Assessment Method [3] โดยการวิเคราะห์จะแบ่งออกตามประเภทของอุตสาหกรรม เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนลงทุนปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นเพื่อลดปัญหาทางด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้าลง ในส่วนของการลดปัญหาด้านคุณภาพของระบบไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ทำการปรับปรุงระบบไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้สูงขึ้นด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้น การปรับปรุงระบบการส่งจ่าย เพื่อลดค่า SAIDI และ SAIFI [4] และเกิดความคุ้มค่าในการปรับปรุงสูงสุด

ในบทความนี้ได้ศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีย่อยไฟฟ้าระดับแรงดัน 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ในช่วง 4-9 MW โดยนำผลจากการประเมินมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี Fuzzy Logic มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย ทั้งนี้ได้พิจารณาสถานีไฟฟ้าย่อย 2 ชนิดคือ Air Insulated Substation (AIS) และ Gas Insulated Substation (GIS) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า ลดปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้า ลดมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ส่งผลให้เป็นประโยชน์ในการวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีโครงการขยายปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

2. การประเมินความน่าเชื่อถือของระบบแรงดันไฟฟ้า 22 kV และ 115 kV

การศึกษาความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV ได้ทำการสำรวจข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่มีสาเหตุมาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟที่รับไฟมาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในการสำรวจข้อมูลจะใช้วิธีการแบบสอบถามที่จัดส่งทางไปรษณีย์ และสอบถามทางโทรศัพท์ แก่ผู้ใช้ไฟในเขตนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 4 นิคมอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย ที่ใช้ระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV ที่มีขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในช่วง 4 MW ถึง 9 MW จากนั้นนำข้อมูลมาประเมินความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าโดยแบ่งตามขนาดของระดับแรงดัน จากการศึกษาพบว่าความน่าเชื่อถือของระดับแรงดัน 115 kV มีค่าสูงกว่าระดับแรงดัน 22 kV โดยแสดงผลการประเมินในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟของโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ปี 2550

นิคมอุตสาหกรรม	แรงดัน 22 kV	แรงดัน 115 kV
	ครั้ง/ปี	ครั้ง/ปี
1. บางกะดี	7.4	3.2
2. นวนคร	9.8	5.2
3. บางปะอิน	8.4	2.5
4. ไสเทค	8.2	2.5

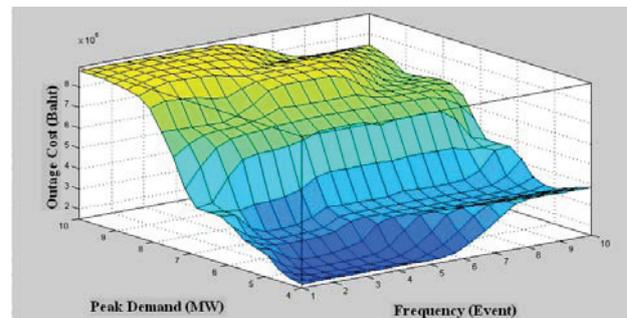
3. การประเมินค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องด้วยวิธี Fuzzy Logic

ในการประเมินผลของข้อมูลมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องนั้นจะใช้วิธีการวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยวิธี Fuzzy Logic ซึ่งกำหนดให้ข้อมูลของ ขนาดของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (MW) และจำนวนครั้งของการเกิดกระแสไฟฟ้าดับ (ครั้ง/ปี) เป็นข้อมูลอินพุตที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยใช้กฎความไม่แน่นอน

(Fuzzy Rule) ของข้อมูลจำนวน 22 ข้อสามารถแสดงกฎในการวิเคราะห์ในตารางที่ 2 เพื่อใช้หาช่วงของมูลค่าความเสียหายที่เป็นเอาท์พุท และผลจากการวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากจำนวนข้อมูลของแบบสอบถามจำนวน 50 แบบสอบถาม จากผลการศึกษาพบว่ามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีความสัมพันธ์กับความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด กล่าวคือมูลค่าความเสียหายจะเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 2 จำนวนกฎที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลด้วยวิธี Fuzzy Logic

Rule	Demand (MW)	Frequency (ครั้ง/ปี)	Outagecost x10 ⁵ (บาท)
1	4-5	3-4	1-2
2	4-5	3-4	2-3
3	5-6	3-4	1-2
4	5-6	3-4	2-3
5	5-6	3-4	4-5
6	5-6	5-6	1-2
7	5-6	5-6	2-3
8	5-6	5-6	3-4
9	5-6	5-6	4-5
10	5-6	5-6	5-6
11	5-6	7-8	1-2
12	5-6	7-8	3-4
13	5-6	7-8	5-6
14	6-7	3-4	7-8
15	6-7	5-6	6-7
16	6-7	5-6	7-8
17	6-7	5-6	8-9
18	6-7	7-8	6-7
19	6-7	7-8	8-9
20	7-8	5-6	8-9
21	7-8	5-6	9-10
22	9-10	3-4	9-10



รูปที่ 1 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 3 ผลของมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเมื่อวิเคราะห์ผลด้วยวิธี Fuzzy Logic

ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/ครั้ง)	มูลค่าความเสียหายเฉลี่ย (บาท/ครั้ง)
4.0 – 4.9	175,000-288,000	210,000
5.0 – 5.9	303,000-320,000	307,000
6.0 – 6.9	324,000-667,000	494,000
7.0 – 7.9	682,000-836,000	759,000
8.0 – 9.0	836,000-847,000	842,000

4. การวิเคราะห์ผลประหยัดทางด้านค่าไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระบบไฟฟ้าจากระดับแรงดัน 22kV เป็น 115kV

ในการศึกษานี้ได้พิจารณาอัตราค่าไฟฟ้าแบบ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้งาน (Time of use : TOU) สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ (ประเภท 4) โดยค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟระดับแรงดัน 22 kV และ 115 kV แสดงในสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$C_{22} = \left[\frac{132.93P + 1.504Ep + 1.1914E + Ft.E + \dots}{14.02 \Delta Q + 228.17} \right] \times 1.07 \quad (1)$$

$$C_{115} = \left[\frac{74.14P + 1.441Ep + 1.1726E + Ft.E + \dots}{14.02 \Delta Q + 228.17} \right] \times 1.07 \quad (2)$$

- เมื่อ C_{22} คือ ค่าไฟฟ้าของระบบแรงดัน 22 kV (บาท)
 C_{115} คือ ค่าไฟฟ้าของระบบแรงดัน 115 kV (บาท)
P คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง On-Peak (kW)
OP คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดช่วง Off-Peak (kW)
Ep คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ช่วง On-Peak (kWh)
E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (kWh)
Ft คือ อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (สตางค์/kWh)
 ΔQ คือ ความต้องการกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟส่วนเกิน (kVAr)

การศึกษาผลประหยัดในส่วนของค่าไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อทำการเปลี่ยนระดับแรงดันจากระดับ 22 kV เป็น 115 kV โดยทำการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟของผู้ใช้ไฟ ด้วยวิธีการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์พบว่าค่าของโหลดแพคเตอร์ในช่วงของ On-Peak มีค่าเท่ากับ 85% ในช่วงของ Off-Peak มีค่าเท่ากับ 80% และในช่วง Holiday มีค่าเท่ากับ 75% ดังนั้นจึงนำค่าของโหลดแพคเตอร์มาคำนวณหาปริมาณของการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงของค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าที่ลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4 และผลการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ลดลงแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าที่ใช้ประกอบในการศึกษาผลประหยัด

On-Peak		Off-Peak		Holiday	
MW	kWh	MW	kWh	MW	kWh
5	1,215,500	4.8	929,280	4.5	648,000
6	1,458,600	5.8	1,122,880	5.5	792,000
7	1,701,700	6.8	1,316,480	6.5	936,000
8	1,944,800	7.8	1,510,080	7.5	1,080,000
9	2,187,900	8.8	1,703,680	8.5	1,224,000

ตารางที่ 5 ผลประหยัดด้านค่าใช้จ่ายไฟฟ้าจากการเปลี่ยนระดับแรงดัน

พลังไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ระดับแรงดัน 22 kV	ระดับแรงดัน 115 kV	ผลประหยัด	% ผลประหยัด
5	8,279,556.60	7,827,433.92	452,122.68	5.46
6	9,979,921.31	9,436,928.65	542,992.66	5.44
7	11,680,286.03	11,046,423.37	633,862.66	5.43
8	13,380,650.74	12,655,918.10	724,732.64	5.42
9	15,081,015.45	14,265,412.83	815,602.62	5.41

เมื่อกำหนดให้ $Ft = 68.68$ สตางค์

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน

5.1 รายละเอียดทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อยแรงดัน 115/22 kV

การประเมินค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดแรงดัน 115/22 kV ในการประเมินจะใช้ตัวเลขของราคาค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยตามประเภทและขนาดของสถานีไฟฟ้า และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้รับเหมาก่อสร้างให้กับบริษัทเอกชนโดยแสดงตัวเลขค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดแรงดัน 115/22 kV ชนิดภายนอกอาคาร (ที่มา : กองบริการวิศวกรรม กฟภ.)

ประเภทสถานี	ขนาดของหม้อแปลง (MVA)			
	10/12.5	12/15	16/20	20/25
AIS	30,000,000	32,000,000	36,000,000	37,500,000
GIS	43,000,000	45,000,000	49,000,000	50,500,000

ความคุ้มค่าในการลงทุนสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV เมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแสดงในสมการที่ 3 และเมื่อพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องแสดงในสมการที่ 4

$$ROI = \frac{CESC}{[(C_{22} - C_{115}) \times 12] - PM - OPC} \quad (3)$$

$$ROI = \frac{CESC}{[(C_{22} - C_{115}) \times 12] + OC[E_{22} - E_{115}] - PM - OPC} \quad (4)$$

เมื่อ ROI คือ Return on Investment , ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)

CESC คือ Construction Electrical Substation Cost ,

เงินลงทุนในการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย (บาท)

OC คือ มูลค่าความเสียหายจากกระแสไฟฟ้าขัดข้อง (บาท/ครั้ง)

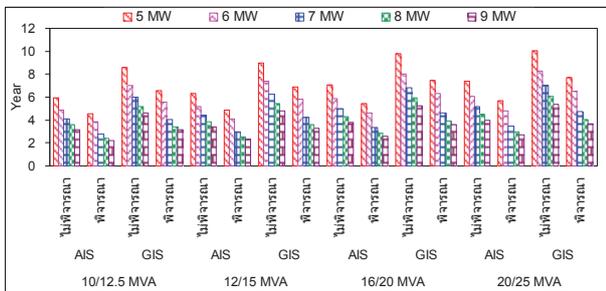
F_{22} คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระดับแรงดัน 22 kV (ครั้ง/ปี)

F_{115} คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของระดับแรงดัน 115 kV (ครั้ง/ปี)

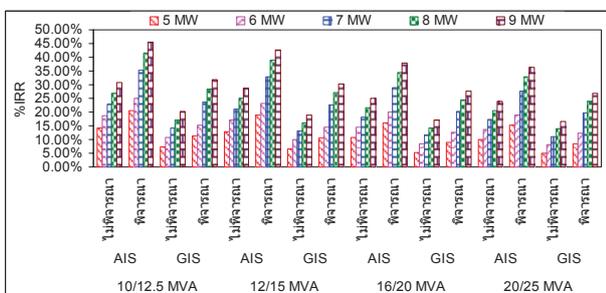
PM คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท/ปี)

OPC คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสถานีไฟฟ้าย่อย (บาท/ปี)

จากการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาผลประหยัดจากค่าไฟฟ้า และมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องที่ลดลง สามารถแสดงผลของความคุ้มค่าในการลงทุนและอัตราผลตอบแทนภายใน ของการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยโดยแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องมาพิจารณาประกอบจะส่งผลให้มีความคุ้มค่าในการลงทุน (ROD) ของการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยมีค่าลดลงและในเวลาเดียวกัน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของการพิจารณาประเภทของสถานีไฟฟ้าย่อยพบว่า ประเภท AIS ยังมีค่า ROI และ IRR ที่เหมาะสมกว่าประเภท GIS ภายใต้อาคารณปัจจุบัน



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า (ROD) ในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยระดับแรงดัน 115/22 kV



รูปที่ 3 ผลการคำนวณค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยระดับแรงดัน 115/22 kV

6.สรุป

จากผลการศึกษา ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าระดับแรงดัน 115 kV มีค่าสูงกว่า 22 kV โดยจากการสำรวจกลุ่มผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 4 นิคม พบว่าระบบไฟฟ้าแรงดัน 115 kV เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 3.3 ครั้งต่อปี ส่วนระบบแรงดัน 22 kV เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องเฉลี่ย 8.4 ครั้งต่อปี และมีมูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องของผู้ใช้ไฟฟ้า อยู่ในช่วง 175,000 – 847,000 บาทต่อครั้ง เมื่อพิจารณาค่าไฟที่ลดลงจากการเปลี่ยนระบบแรงดันจาก 22 kV เป็น 115 kV พบว่าสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้เฉลี่ย 5.4 % ต่อเดือน เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย พบว่าเมื่อไม่พิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าแบบ AIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุน 3.18-7.39 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 9.93-30.70% ส่วนสถานีไฟฟ้าแบบ GIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 4.58-10.06 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 4.91-20.15% แต่ถ้าพิจารณามูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้อง สถานีไฟฟ้าแบบ AIS จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ในช่วง 2.18-5.67 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 15.22-45.60% ส่วนสถานีไฟฟ้าแบบ GIS อยู่ในช่วง 3.14-7.67 ปี และมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในอยู่ในช่วง 8.51-31.82%

เอกสารอ้างอิง

- [1] B. Eua-Arporn, "Fuzzy Interrupted Energy Assessment Rate Based on Actual System Performance", in IEEE Transactions on Power Systems, Vol.20, No.1, pp.156-163, 2005.
- [2] J. Wang, "Outage Costs and Strategy Analysis for Hi-tech Industries: A Fuzzy Multiple Goal Approach", International Journal of Quality&Reliability, Vol.19, No.8/9, 2002, pp.1068 – 1087
- [3] L. Wenyuan, "A Minimum Cost Assessment Method for Capsite Generation and Transmission System Expansion Planning," Power Systems, Vol. 8, No. 2, No.1, February 2005, pp.628-635.
- [4] Y. Tapphadung, SAIFI and SAIDI: The Parameters of Reliability, PEA Newsletters, March 2000.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายธเนศ เดชโหมด
วันเดือนปีเกิด	24 ธันวาคม 2525
วุฒิการศึกษา	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	ธเนศ เดชโหมด, พระพิพัฒน์ ภาสบุตร.(2008). การศึกษา ความคุ้มค่าในการลงทุนก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อย 115/22 kV ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ประเภทอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 31. จังหวัด นครนายก, หน้า 395-398
ประสบการณ์ทำงาน	บริษัทเม็กเท็ค แมนูแฟคเจอร์ริง คอร์ปอเรชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้า