



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

ปริญญา

วิศวกรรมไฟฟ้า

วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง

Correlations between Power Quality Indices with Reliability Indices of Provincial
Electricity Authority for Central Area

نامผู้วิจัย นายศักดิ์นรินทร์ รักปาน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ดฤก แสงสุวรรณ, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คัลย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริโรจน์ ศิริสุขประเสริฐ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์มงคล รักษาพัชรวงค์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง

Correlations between Power Quality Indices with Reliability Indices
of Provincial Electricity Authority for Central Area

โดย

นายศักดิ์นรินทร์ รักปาน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
พ.ศ. 2552

ศักดิ์รินทร์ รักปาน 2552: ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ตฤณ แสงสุวรรณ, Ph.D. 264 หน้า

ปัจจุบันคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ใช้ไฟฟ้าได้มีการนำอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ที่มีเทคโนโลยีสูงเข้ามาใช้งานในระบบจำหน่ายมากขึ้น เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบในกระบวนการควบคุมและระบบอุปกรณ์สื่อสาร เป็นต้น รวมถึงสาเหตุจากการทำงานของอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่ง การเกิดภาวะผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้าและการรบกวนจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยสาเหตุต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่มีผลกระทบต่อความมีเสถียรภาพของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและเศรษฐกิจการลงทุนด้วยกันทั้งสิ้น

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเพื่อจัดทำดัชนีดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง รวมถึงการจัดทำสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสม โดยในการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นด้วยโปรแกรมมินิแทป ในการหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง

จากผลการวิจัยที่ได้พบว่าสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้าต่างๆ นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในการเลือกใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมนั้น ในการวิจัยนี้ได้ทำการเลือกโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่มีค่าสูงสุดเท่านั้น โดยรูปแบบของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมนั้นสามารถแสดงได้ทั้งในรูปแบบต่อโลนและต่อสถานีไฟฟ้า

Saknarin Rakphant 2009: Correlations between Power Quality Indices with Reliability Indices of Provincial Electricity Authority for Central Area. Master of Engineering (Electrical Engineering), Major Field: Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Trin Saengsuwan, Ph.D. 264 pages.

At Present, the power quality plays a vital role in distribution system of Provincial Electricity Authority and consumers. The consumers bring high technology electronic devices into the distribution system such as computer system, controlling system, and communication system including the cause of operating in switching devices, the power system malfunction, and natural phenomenon interference. Consequently, they directly effect to stability of distribution system of Provincial Electricity Authority and economical investment.

Therefore, in this research the data for considering the statistic to the power quality indices and power system reliability indices taken from the power quality meter of Provincial Electricity Authority. Then the equation of correlations between the power quality indices and power system reliability indices was perform using the Minitab's linear regression method.

As a result, this research has found that the correlative equation indicated the correlation between power quality index and power system reliability index of the substation depend on the different variables. The use of correlation equation will be proper if the highest values are considered from the correlation coefficient (R) and the coefficient of determination (R^2). The equation of correlations between power quality indices with power system reliability indices can show both to the line and substation.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ตฤณ แสงสุวรรณ ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คุณย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโรจน์ ศิริสุขประเสริฐ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง เป็นอย่างยิ่งที่ท่านได้
ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ เทคนิคการคิดวิเคราะห์ การค้นคว้าวิจัย แนวทางการแก้ไข
ปัญหา ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณะทำงานทุกท่านในโครงการสำรวจระดับคุณภาพไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า
ระยะที่ 2 ที่ให้ความช่วยเหลือในการแนะนำแนวทางการคิดวิเคราะห์เบื้องต้น ตลอดจนเพื่อนๆ ทุก
ท่านที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชายที่เป็นกำลังใจที่ดีในด้านการศึกษาเสมอ
มา ตลอดจนให้แนวทางการคิดในการแก้ไขปัญหาต่างๆ มาโดยตลอด ผู้จัดทำขอขอบคุณดีทั้งหมด
ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้กับบุคคลทุกท่านที่ได้กล่าวถึงในข้างต้นมา ณ โอกาสนี้

ศักดิ์รินทร์ รักปาน

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(11)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(18)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	46
อุปกรณ์	46
วิธีการ	46
ผลและวิจารณ์	49
ผล	49
วิจารณ์	224
สรุปและข้อเสนอแนะ	227
สรุป	227
ข้อเสนอแนะ	230
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	232
ภาคผนวก	234
ภาคผนวก ก การใช้งานโปรแกรมมินิแทป	235
ภาคผนวก ข เครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า	249
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	264

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ประเภทของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งจำแนกโดย IEC	4
2	ประเภทและคุณลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า	5
3	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วง ระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	50
4	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	54
5	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	55
6	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	56
7	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	57
8	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 1	60
9	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วง ระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	62
10	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	66
11	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	67
12	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	68
13	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	69
14	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 2	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วง ระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	74
16	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	78
17	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	79
18	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	80
19	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	81
20	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โลन्ท์ 3	84
21	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก	87
22	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก	88
23	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	89
24	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	92
25	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วง ระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ข โลन्ท์ 1	95
26	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข โลन्ท์ 1	96
27	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข โลन्ท์ 1	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	98
29	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	99
30	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	102
31	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลานั้นของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	104
32	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	105
33	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	106
34	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	107
35	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	108
36	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	111
37	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลานั้นของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	113
38	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	114
39	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	115
40	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
41	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	117
42	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	120
43	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	122
44	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	123
45	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	124
46	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	125
47	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	126
48	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	129
49	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	131
50	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	132
51	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	133
52	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	134
53	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
54	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	138
55	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	140
56	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	141
57	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	142
58	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	143
59	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	144
60	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	147
61	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข	150
62	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข	151
63	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข	152
64	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข	155
65	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	158
66	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	159

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
67	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 1	160
68	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 1	161
69	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 1	162
70	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 1	165
71	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	167
72	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	168
73	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	169
74	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	170
75	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	171
76	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 2	174
77	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 3	176
78	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 3	177
79	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ท์ 3	178

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
80	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	179
81	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	180
82	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	183
83	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค	186
84	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ค	187
85	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค	188
86	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค	191
87	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	194
88	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	195
89	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	196
90	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	197
91	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	198
92	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	201

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
93	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วง ระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	203
94	ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	204
95	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	205
96	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	206
97	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	207
98	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	210
99	สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ใน ระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก	213
100	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก	214
101	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	215
102	ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่ เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	218
103	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความ เชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก (กรณีมีตัวแปร x $= 2$ ตัวแปร)	221

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข1	รายละเอียดปุ่มกดฟังก์ชันต่างๆ ของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า	251
ข2	คุณสมบัติของสายที่ใช้กับเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า	252
ข3	คุณสมบัติของสายที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าอินพุต 5 แอมป์	253
ข4	คุณสมบัติของสายที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าอินพุต 1 แอมป์	253
ข5	คุณสมบัติการต่อที่ใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า	258
ข6	ลักษณะของสาย RS-232 (COM 1)	259
ข7	รายละเอียดของจุดต่อ RS-485	260
ข8	ลักษณะของสาย RS-485	260
ข9	ลักษณะของ Infrared Connections	261
ข10	ลักษณะของสายใยแก้วนำแสง	261
ข11	ลักษณะของสาย Ethernet	262
ข12	ลักษณะของสายที่ใช้ต่อผ่าน โมเด็มภายใน	263

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเกิดอิมพัลส์ชั่วคราว สาเหตุเกิดจากฟ้าผ่า	7
2 กระแสไฟฟ้าออสซิลเลตชั่วคราว สาเหตุเกิดจากการสวิตช์ซึ่งคาปาซิเตอร์แบบ Back to Back	7
3 แรงดันไฟฟ้าออสซิลเลตความถี่ต่ำชั่วคราว สาเหตุเกิดจากการสวิตช์ซึ่งคาปาซิเตอร์แบบเข้าระบบ	8
4 แรงดันไฟฟ้าออสซิลเลตความถี่ต่ำชั่วคราว สาเหตุเกิดจากเฟอโรเรโซแนนซ์ในสภาวะหม้อแปลงไม่มีโหลด	8
5 แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของทางไฟฟ้าลงดิน	9
6 แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น สาเหตุเกิดจากผลของการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่	10
7 แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของทางไฟฟ้าลงดิน	10
8 ไฟฟ้าดับชั่วคราว สาเหตุจากการทำงานของรีโคลสเซอร์ตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้า	11
9 ขั้นตอนการทำงานของรีโคลสเซอร์ในระบบไฟฟ้าของ กฟภ.	12
10 แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) ที่สายป้อนสำหรับจ่ายไฟฟ้าให้ที่פקอาศัย	13
11 องค์ประกอบกระแสไฟฟ้าตรง (DC Offset)	14
12 กระแสฮาร์โมนิก (Harmonic)	14
13 คลื่นรอยบาก (Notching) เกิดจากการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เฟส	15
14 สัญญาณรบกวน (Noise)	16
15 แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (Voltage Fluctuation)	16
16 เส้นโค้งมาตรฐาน CBEMA	24
17 เส้นโค้งมาตรฐาน ITIC (Information Technology Industry Council)	25
18 เส้นโค้งมาตรฐาน SEMI F47 (Semiconductor Equipment and Materials International)	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางบวก	33
20	ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางลบ	34
21	ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางบวก	35
22	ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางลบ	35
23	ข้อมูลที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน	36
24	ความสัมพันธ์ของตัวแปรการพยากรณ์อย่างง่าย	41
25	การกระจายของตัวแปร y ณ จุด x ใด x หนึ่ง	42
26	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับ y บนเส้นถดถอย	42
27	ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650	48
28	การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ก	49
29	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{10}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	58
30	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	58
31	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	58
32	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	59
33	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	59
34	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{10}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	70
35	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	70
36	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	70
37	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	71
38	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	71
39	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{10}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3	82
40	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3	82
41	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3	82
42	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3	83
43	ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
44	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₁₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก	90
45	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก	90
46	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก	90
47	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก	91
48	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก	91
49	การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ข	94
50	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	100
51	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	100
52	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	100
53	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	101
54	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	109
55	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	109
56	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	109
57	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	110
58	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	118
59	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	118
60	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	118
61	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	119
62	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	127
63	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	127
64	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	127
65	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	128
66	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	136
67	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	136
68	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	136

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
69	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	137
70	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	145
71	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	145
72	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	145
73	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	146
74	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข	153
75	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข	153
76	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข	153
77	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข	154
78	การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ค	157
79	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	163
80	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	163
81	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	163
82	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	164
83	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2	172
84	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2	172
85	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2	172
86	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2	173
87	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	181
88	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	181
89	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	181
90	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	182
91	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค	189
92	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค	189
93	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค	189

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
94	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค	190
95	การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ง	193
96	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	199
97	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	199
98	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	199
99	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	200
100	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2	208
101	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2	208
102	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2	208
103	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2	209
104	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง	216
105	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง	216
106	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง	216
107	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง	217
108	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₁₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก	221
109	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₅₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก	222
110	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₇₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก	222
111	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₈₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก	222
112	ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI ₉₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก	223

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก1 Icon สำหรับการเข้าใช้งานโปรแกรมมินิแทป	236
ก2 หน้าต่างแสดงความพร้อมการใช้งาน โปรแกรมมินิแทป	236
ก3 ตัวอย่างการใส่ชุดข้อมูลในโปรแกรมมินิแทป	237
ก4 เริ่มต้นการสร้าง Histogram	237
ก5 การเลือกรูปแบบการสร้าง Histogram	238
ก6 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง Histogram	238
ก7 การแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของ Histogram	239
ก8 เริ่มต้นการสร้าง PDF	239
ก9 การเลือกรูปแบบการสร้าง PDF	240
ก10 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง PDF	240
ก11 การแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของ PDF	241
ก12 เริ่มต้นการสร้าง CDF	241
ก13 การเลือกรูปแบบการสร้าง CDF	242
ก14 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง CDF	242
ก15 การแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของ CDF	243
ก16 เริ่มต้นการสร้าง Scatter Plot	243
ก17 การเลือกรูปแบบการสร้าง Scatter Plot	244
ก18 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง Scatter Plot	244
ก19 การแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของ Scatter Plot	245
ก20 เริ่มต้นการหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์	245
ก21 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์	246
ก22 การแสดงผลลัพธ์การหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์	246
ก23 เริ่มต้นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	247
ก24 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	247
ก25 การแสดงผลลัพธ์การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	248

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ข1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650	250
ข2 ขนาดของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650	250
ข3 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650	251
ข4 Terminal สำหรับต่อสายของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650	252
ข5 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 4 สาย แบบวาย 3 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดโดยตรง	254
ข6 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 4 สาย แบบวาย 3 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า	254
ข7 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 4 สาย แบบวาย 2(1/2) อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด	255
ข8 การต่อการวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบวายต่อกราวด์ลงดินโดยตรง 3 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดโดยตรง	255
ข9 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า (1/2) อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดโดยตรง	256
ข10 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 2 ชุด	256
ข11 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2(1/2) อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 3 ชุด	257
ข12 การต่อเครื่องวัดแบบ 1 เฟส	257
ข13 การเชื่อมต่อโดยผ่านสาย RS-232 (COM 1)	258
ข14 การเชื่อมต่อโดยผ่านสาย RS-485 (COM1 และ COM2)	259
ข15 การเชื่อมต่อโดย Infrared Connections	260
ข16 การเชื่อมต่อโดยสายใยแก้วนำแสง	261
ข17 การเชื่อมต่อโดย Ethernet Connections	262
ข18 การเชื่อมต่อโดย Internal Modem Connection	262

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

IEC	=	International Electrotechnical Commission
IEEE	=	Institute of Electrical and Electronic Engineers
CBEMA	=	Computer and Business Equipment Manufacturers Association
ITIC	=	Information Technology Industry Council
SEMI F47	=	Semiconductor Equipment and Materials International
PLC	=	Programmable Logic Controller
ASD	=	Adjustable Speed Drive
CW	=	Induced Continuous Wave
ESD	=	Electrostatic Discharge Phenomena
NEMP	=	Nuclear Electromagnetic Pulse
RMS	=	Root Mean Square
THD	=	Total Harmonic Distortion
AN	=	Notch Area
d	=	Notching Depth
SARFI	=	System Average RMS (Variation) Frequency Index
SIARFI	=	System Instantaneous Average RMS (Variation) Frequency Index
SMARFI	=	System Momentary Average RMS (Variation) Frequency Index
STARFI	=	System Temporary Average RMS (Variation) Frequency Index
SAIFI	=	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	=	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	=	Customer Average Interruption Duration Index
CTAIDI	=	Customer Total Average Interruption Duration Index
CAIFI	=	Customer Average Interruption Frequency Index
ASAI	=	Average Service Availability Index
ASIFI	=	Average System Interruption Frequency Index
ASIDI	=	Average System Interruption Duration Index
CEMI _n	=	Customers Experiencing Multiple Interruptions

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

MAIFI	=	Momentary Average Interruption Frequency Index
MAIFI _E	=	Momentary Average Interruption Event Frequency Index
CEMSMI _n	=	Customers Experiencing Multiple Sustained Interruptions and Momentary Interruptions Events
r	=	Pearson Product – Moment Correlation Coefficient
ρ	=	Spearman Rank – Order Correlation Coefficient
ϕ	=	Phi Correlation Coefficient
r_t	=	Tetrachoric Correlation Coefficient
r_{bis}	=	Biserial Correlation Coefficient
r_{pbis}	=	Point Biserial Correlation Coefficient
τ	=	Kendall’ s Tau Rank Coefficient Correlation
ψ	=	Kendall’ s Rank Coefficient Correlation
$r_{ij.k}$	=	Partial Correlation Coefficient

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้า กำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง

Correlations between Power Quality Indices with Reliability Indices of Provincial Electricity Authority for Central Area

คำนำ

ในปัจจุบันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ให้ความสำคัญกับระดับคุณภาพกำลังไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากระดับคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้มีบทบาทและเป็นตัวแปรที่สำคัญในการพิจารณาถึงความมีเสถียรภาพของระบบจำหน่ายในสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังนั้นระดับคุณภาพกำลังไฟฟ้าจึงถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลในด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน และในปัจจุบันยังพบว่าผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ได้นำอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ที่มีเทคโนโลยีสูงเข้ามาใช้งานในระบบจำหน่ายเป็นจำนวนมากขึ้น เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบในกระบวนการควบคุม ระบบอุปกรณ์สื่อสาร ตลอดจนสาเหตุจากการทำงานของอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่ง การเกิดภาวะผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้าและการรบกวนจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งสาเหตุต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้ระดับคุณภาพกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำลงด้วยกันทั้งสิ้น และนอกจากนี้ยังอาจส่งผลกระทบให้โหลดต่างๆ ไปที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าเกิดการทำงานผิดพลาด อายุการใช้งานสั้นกว่าปกติและทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ได้รับความเสียหายจนใช้งานต่อไปไม่ได้

ดังนั้นจากผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์ต่างๆ ตามที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า ณ สถานีไฟฟ้าต่างๆ เพื่อตรวจวัด จัดเก็บบันทึกข้อมูลและรวบรวมเป็นสถิติการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อนำมาหาสมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังโดยอาศัยโปรแกรมมินิแทป ซึ่งโปรแกรมมินิแทป ถือเป็นโปรแกรมการคำนวณทางสถิติชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานง่ายและมีความคล่องตัวสูงในการหาสมการถดถอยเชิงเส้นดังกล่าว และสุดท้ายเมื่อการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้สมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ในการพยากรณ์แล้ว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถนำเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้างกล่าวไปติดตั้งที่สถานีไฟฟ้าอื่นๆ ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ามีจำนวนจำกัดและมีราคาสูงนั่นเอง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกประเภทของคำจำกัดความ รวมทั้งความหมายต่างๆ ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) ได้
2. เพื่อตรวจวัด และจัดเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) ได้
3. เพื่อหาสมการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นด้วยโปรแกรมมินิแทปได้
4. เพื่อหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) ได้

การตรวจเอกสาร

ปรากฏการณ์คุณภาพกำลังไฟฟ้า

1. กล่าวนำ

ปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality Phenomena) ถือเป็นปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Phenomena) บางอย่างที่เกิดขึ้นในเวลาใดเวลาหนึ่งที่สนใจ ณ จุดใดจุดหนึ่งของระบบไฟฟ้าและส่งผลทำให้เกิดปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้านั้นๆ ได้ ทั้งนี้หน่วยงาน IEC (International Electrotechnical Commission) ได้จำแนกประเภทของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าออกเป็น 6 กลุ่ม ประกอบด้วยปรากฏการณ์ Conducted Low Frequency, Radiated Low Frequency, Conducted High Frequency, Radiated High Frequency, Electrostatic Discharge และ Nuclear Electromagnetic Pulse (Dugan et al., 1996) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

และสำหรับในการวิจัยนี้จะเน้นศึกษาเฉพาะปรากฏการณ์ประเภท Conducted Phenomena เท่านั้น เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังนั้นสถาบัน IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) จึงได้นำส่วนของปรากฏการณ์ประเภท Conducted Phenomena มาขยายความให้ชัดเจนและได้จำแนกเพิ่มออกเป็น 7 กลุ่ม คือ ภาวะชั่วคราว (Transients), การแปรเปลี่ยนในช่วงระยะเวลาสั้น (Short Duration Variations), การแปรเปลี่ยนในช่วงระยะเวลานาน (Long Duration Variations), แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Imbalance), รูปคลื่นผิดเพี้ยน (Waveform Distortions), การกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้า (Voltage Fluctuations) และการแปรเปลี่ยนของค่าความถี่ (Power Frequency Variations) (Dugan et al., 1996) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ประเภทของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งจำแนกโดย IEC

Electromagnetic Phenomena	Principle Phenomena Causing Electromagnetic Disturbances
Conducted Low Frequency Phenomena	Harmonics, Interharmonics
	Signal Systems (Power Line Carrier)
	Voltage Fluctuations
	Voltage Dip and Interruptions
	Voltage Imbalance
	Power Frequency Variations
	Induced Low Frequency Voltages
	DC in AC Networks
Radiated Low Frequency Phenomena	Magnetic Fields
	Electric Fields
Conducted High Frequency Phenomena	Induced Continuous Wave (CW) Voltages or Currents
	Unidirectional Transients
	Oscillatory Transients
Radiated High Frequency Phenomena	Magnetic Fields
	Electric Fields
	Electromagnetic Fields
	Continuous Waves
	Transients
Electrostatic Discharge Phenomena (ESD)	–
Nuclear Electromagnetic Pulse (NEMP)	–

ที่มา: IEC 61000 Series

ตารางที่ 2 ประเภทและคุณลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

Categories	Typical Spectral Content	Typical Duration	Typical Voltage Magnitude
1. Transients			
1.1 Impulsive			
1.1.1 Nanosecond	5 ns Rise	< 50 ns	
1.1.2 Microsecond	1 μ s Rise	50 ns – 1 ms	
1.1.3 Millisecond	0.1 ms Rise	> 1 ms	
1.2 Oscillatory			
1.2.1 Low Frequency	< 5 kHz	0.3 – 50 ms	0 – 4 p.u.
1.2.2 Medium Frequency	5 – 500 kHz	20 μ s	0 – 8 p.u.
1.2.3 High Frequency	0.5 – 5 MHz	5 μ s	0 – 4 p.u.
2. Short Duration Variations			
2.1 Instantaneous			
2.1.1 Interruption		0.5 – 30 cycles	< 0.1 p.u.
2.1.2 Sag (Dip)		0.5 – 30 cycles	0.1 – 0.9 p.u.
2.1.3 Swell		0.5 – 30 cycles	1.1 – 1.8 p.u.
2.2 Momentary			
2.2.1 Interruption		30 cycles – 3 s	< 0.1 p.u.
2.2.2 Sag (Dip)		30 cycles – 3 s	0.1 – 0.9 p.u.
2.2.3 Swell		30 cycles – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
2.3 Temporary			
2.3.1 Interruption		3 s – 1 min	< 0.1 p.u.
2.3.2 Sag (Dip)		3 s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
2.3.3 Swell		3 s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
3. Long Duration Variations			
3.1 Interruption Sustained		> 1 min	0 p.u.
3.2 Undervoltage		> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
3.3 Overvoltage		> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
4. Voltage Unbalance		Steady State	0.5 – 2%

ตารางที่ 2 (ต่อ)

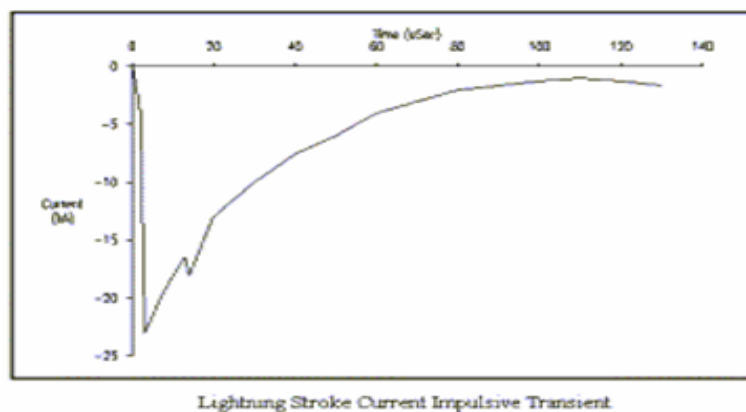
Categories	Typical Spectral Content	Typical Duration	Typical Voltage Magnitude
5. Wave Distortion			
5.1 DC Offset		Steady State	0 – 0.1%
5.2 Harmonics	0 – 100 th Harmonics	Steady State	0 – 20%
5.3 Interharmonics	0 – 6 kHz	Steady State	0 – 2%
5.4 Notching		Steady State	
5.5 Noise	Broadband	Steady State	0 – 1%
6. Voltage Fluctuations	< 25 Hz	Intermittent	0.1 – 7%
7. Power Frequency Variation		< 10 s	

ที่มา: IEEE Standard (1995)

2. นิยามคุณภาพกำลังไฟฟ้า

2.1 ภาวะชั่วครู่ (Transient) คือ ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในเวลาทันทีทันใดจากสภาพปกติแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ อิมพัลส์ชั่วครู่ (Impulsive Transients) และออสซิลเลตชั่วครู่ (Oscillatory Transients) (นิรนาม, 2549) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังนี้คือ

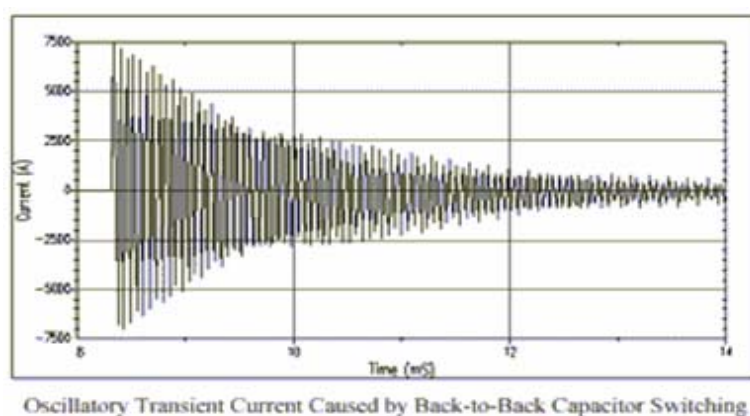
2.1.1 อิมพัลส์ชั่วครู่ (Impulsive Transients) คือ ขนาดของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าความชันสูงมากเกิดขึ้นในเวลาทันทีทันใด โดยความถี่ของระบบไม่เปลี่ยนแปลง กำหนดให้มีชั่วทศทางเดียว หรือเรียกว่า เสิร์จ (Surge) ดังภาพที่ 1 โดยสาเหตุเกิดจากฟ้าผ่าซึ่งอาจเกิดได้โดยตรงหรือในบริเวณใกล้เคียง ส่งผลทำให้อุปกรณ์ในระบบได้รับความเสียหายจากแรงดันไฟฟ้าเกิน (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 1 กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเกิดอิมพัลส์ชั่วคราว สาเหตุเกิดจากฟ้าผ่า

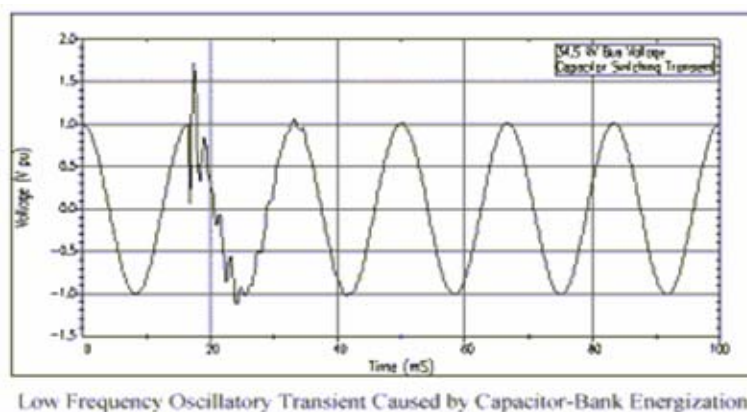
ที่มา: นิรนาม (2549: 125)

2.1.2 ออสซิลเลตชั่วคราว (Oscillatory Transient) คือ ลักษณะของกระแสไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงเกิดขึ้นในเวลาทันทีทันใด โดยความถี่ของระบบไม่เปลี่ยนแปลงและมีการเปลี่ยนแปลงค่าบวก ลบของรูปคลื่นอย่างรวดเร็ว ดังภาพที่ 2 – 4 ตามลำดับ โดยสาเหตุเกิดจากการ สวิตซ์ซิ่งของอุปกรณ์ในระบบ ส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับความเสียหายและฉนวนของอุปกรณ์ มีการเสื่อมสภาพ หรือมีการสูญเสียความเป็นฉนวนเร็วขึ้น (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



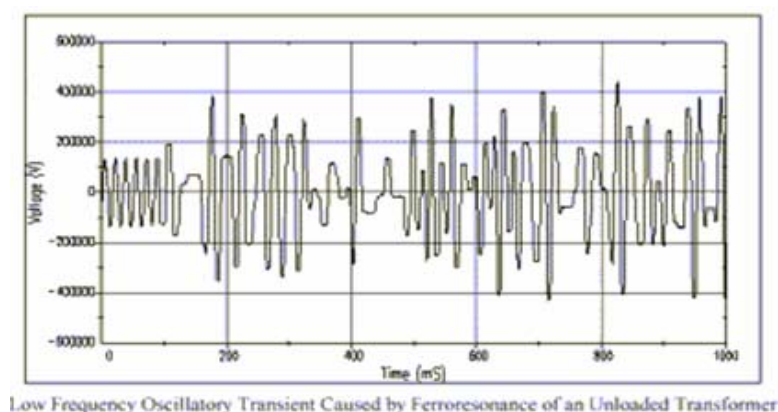
ภาพที่ 2 กระแสไฟฟ้าออสซิลเลตชั่วคราว สาเหตุเกิดจากการสวิตซ์ซิ่งคาปาซิเตอร์แบบ Back to Back

ที่มา: นิรนาม (2549: 126)



ภาพที่ 3 แรงดันไฟฟ้าอสัณฐานความถี่ต่ำชั่วคราว สาเหตุเกิดจากการสวิตช์ซึ่งคาปาซิเตอร์แบบเข้าระบบ

ที่มา: นรินาม (2549: 126)



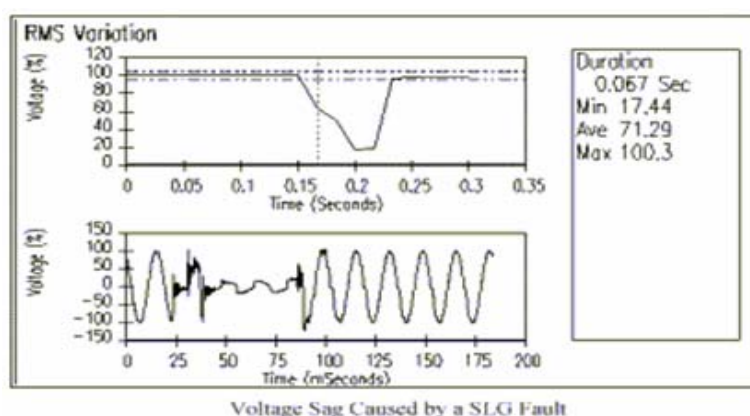
ภาพที่ 4 แรงดันไฟฟ้าอสัณฐานความถี่ต่ำชั่วคราว สาเหตุเกิดจากเฟโรเรโซแนนซ์ในสภาวะหม้อแปลงไม่มีโหลด

ที่มา: นรินาม (2549: 127)

2.2 การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าช่วงระยะเวลานั้น (Short Duration Voltage Variations) คือ การเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า RMS โดยมีช่วงระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ในช่วงระยะเวลาระหว่าง 10 มิลลิวินาที – 1 นาที ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง และมีการเรียกชื่อแรงดันไฟฟ้าดังกล่าวตามช่วงระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ดังนี้คือ ช่วงระยะเวลาดันที่ทันใด (Instantaneous) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 10 มิลลิวินาที – 0.5 วินาที ช่วงระยะเวลา

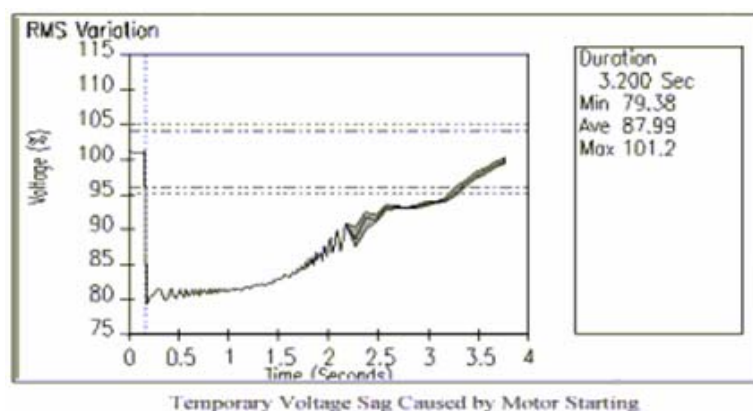
ชั่วขณะ (Momentary) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 0.5 วินาที – 3 วินาที และช่วงระยะเวลาชั่วคราว (Temporary) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 3 วินาที – 1 นาที โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากสถานะความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า การใช้งานโหลดขนาดใหญ่ที่มีกระแสไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่องสูง หรือเกิดจากข้อต่อในระบบไฟฟ้าหลุดหลวม ตลอดจนการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบไฟฟ้าอย่างกะทันหัน ทำให้เกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลานั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลานั้น (Voltage Swell) และไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลานั้น (Interruption) (นิรนาม, 2549) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังนี้คือ

2.2.1 แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลานั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดลดลงระหว่าง 0.1 – 0.9 เปอรฺยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลาระหว่าง 10 มิลลิวินาที – 1 นาที โดยสาเหตุส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับเฟสที่เกิดความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลานั้นกับเฟสที่เกิดความผิดปกตินั้นดังภาพที่ 5 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าระดับแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเหลือ 0.2 เปอรฺยูนิตของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ (80% Sag) ในช่วงระยะเวลา 3 ไซเคิล และในส่วนของภาพที่ 6 แสดงให้เห็นถึงแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าลดลง โดยสาเหตุเกิดจากการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งโดยปกติมอเตอร์อินดักชันขณะสตาร์ทจะมีกระแสไฟฟ้าสูงถึง 6 – 10 เท่าของกระแสไฟฟ้าโหลดปกติ ส่งผลทำให้อุปกรณ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด หรือหยุดทำงาน (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 5 แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลานั้น สาเหตุเกิดจากความผิดปกติทางไฟฟ้าลงดิน

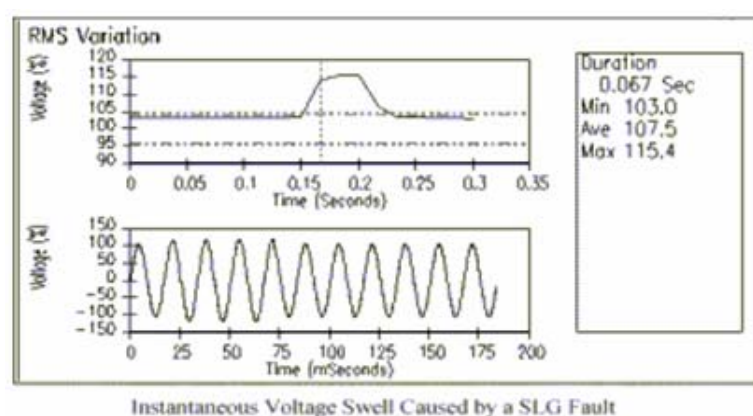
ที่มา: นิรนาม (2549: 128)



ภาพที่ 6 แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น สาเหตุเกิดจากผลของการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่

ที่มา: นีรนาม (2549: 128)

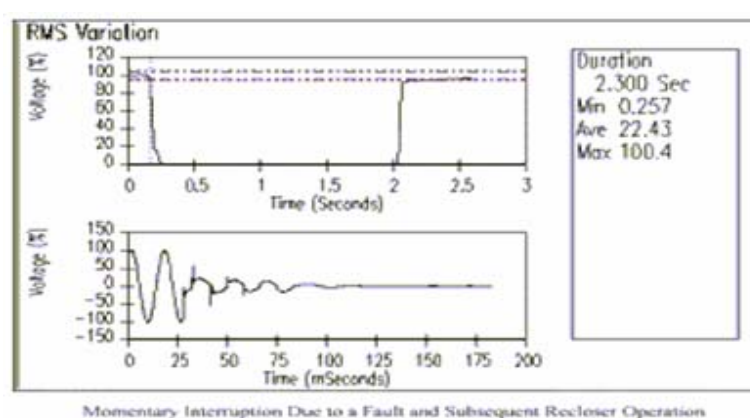
2.2.2 แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.1 – 1.8 เปอรยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลา 10 มิลลิวินาที – 1 นาที โดยสาเหตุส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับเฟสที่ไม่ได้เกิดความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้าโดยตรง หรืออาจเกิดจากการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบไฟฟ้า หรือมีการต่อคาปาซิเตอร์ขนาดใหญ่เข้าระบบไฟฟ้า ดังภาพที่ 7 ส่งผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย หรือทำให้อุปกรณ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด หรือหยุดการทำงาน (นีรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 7 แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น สาเหตุเกิดจากความผิดปกติทางไฟฟ้าลงดิน

ที่มา: นีรนาม (2549: 129)

2.2.3 ไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Interruption) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดลดลงต่ำกว่า 0.1 เปอรฺยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลา 10 มิลลิวินาที – 1 นาที โดยสาเหตุเกิดจากสภาวะความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้า ดังภาพที่ 8 ซึ่งจากภาพจะแสดงให้เห็นถึงการเกิดไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลาสั้น ประมาณ 1.8 วินาที โดยสาเหตุเกิดจากการทำงานของรีโคลส์เซอร์ตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าก่อนจะมีการต่อวงจรเข้าป้ดงเดิม ส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหยุดทำงาน (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 8 ไฟฟ้าดับชั่วขณะ สาเหตุจากการทำงานของรีโคลส์เซอร์ตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้า

ที่มา: นิรนาม (2549: 129)

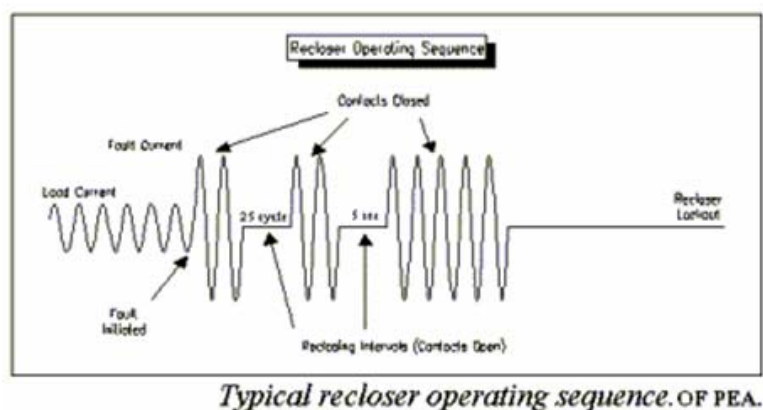
2.3 การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าช่วงระยะยาว (Long Duration Voltage Variations) คือ การเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีช่วงระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงค่านานเกิน 1 นาที โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการทำงานโหลดขนาดใหญ่ ส่งผลทำให้เกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกิน (Undervoltage) แรงดันไฟฟ้าสูงเกิน (Overvoltage) และไฟฟ้าดับต่อเนื่อง (Sustained Interruptions) (นิรนาม, 2549) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังนี้คือ

2.3.1 แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินช่วงระยะยาว (Undervoltage) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดลดลงระหว่าง 0.8 – 0.9 เปอรฺยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลานานกว่า 1 นาที โดยสาเหตุเกิดจากผลของการสวิทซ์ซิงโหลดขนาดใหญ่เข้าระบบไฟฟ้า หรือมีการปลดคาปาซิ

เตอร์ออกจากระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย เนื่องมาจากการรับภาระโหลดเกิน (Overload) (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)

2.3.2 แรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลายาว (Overvoltage) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.1 – 1.2 เปอรฺยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลานานกว่า 1 นาที โดยสาเหตุเกิดจากผลของการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบไฟฟ้า หรือมีการสวิตช์ซึ่งคาปาซิเตอร์เข้าระบบไฟฟ้า หรือมีการปรับแทปหม้อแปลงไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย เนื่องมาจากแรงดันไฟฟ้าสูงเกิน (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)

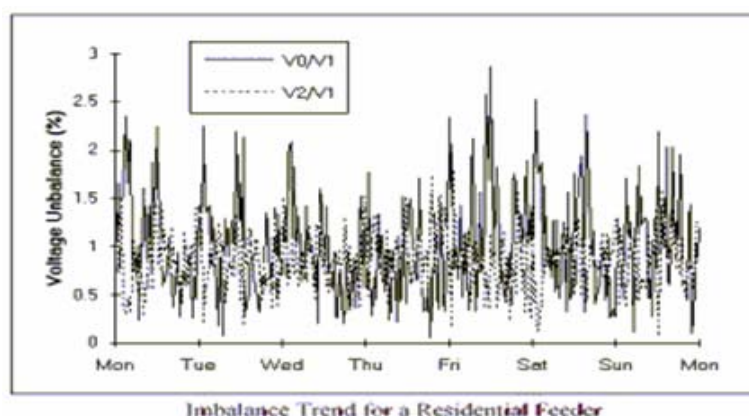
2.3.3 ไฟฟ้าดับต่อเนื่อง (Sustained Interruption) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดลดลงเป็น 0 เปอรฺยูนิต ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลานานกว่า 1 นาที โดยสาเหตุเกิดจากสภาวะความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าอย่างถาวร ดังภาพที่ 9 ซึ่งจากภาพจะแสดงให้เห็นถึงการเกิดไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลายาว โดยสาเหตุเกิดจากการทำงานของรีโคลสเตอร์ตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าอย่างถาวร (Lockout) และถ้าสภาวะความผิดปกติ (Fault) ยังคงมีอยู่ในระบบไฟฟ้า จะส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหยุดการทำงาน (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทำงานของรีโคลสเตอร์ในระบบไฟฟ้าของ กฟภ.

ที่มา: นิรนาม (2549: 130)

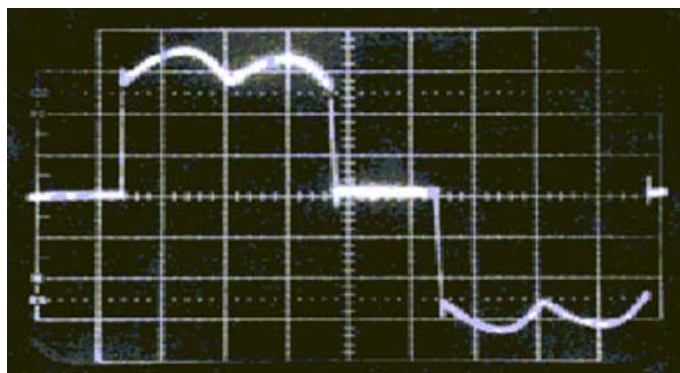
2.4 แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) คือ แรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีขนาดในแต่ละเฟสแตกต่างกัน 0.5 – 2 เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ หรือมีมุมเฟส เปลี่ยนไปจาก 120 องศา หรือเกิดขึ้นทั้งสองอย่างพร้อมกัน บางครั้งอาจนิยามแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล ได้โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าทั้งสามเฟสเทียบกับค่าเฉลี่ยดังกล่าว โดย สาเหตุเกิดจากความไม่สมดุลของขนาดโหลดในแต่ละเฟส ซึ่งแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) สามารถกำหนดได้จากอัตราส่วนขององค์ประกอบลำดับลบ V_2 (Negative Sequence) หรือองค์ประกอบลำดับศูนย์ V_0 (Zero Sequence) ต่อองค์ประกอบลำดับบวก V_1 (Positive Sequence) ดังภาพที่ 10 ส่งผลทำให้อุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า มีอายุการใช้งานสั้นลง เนื่องมาจากผลของความร้อนที่เกิดขึ้น (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 10 แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) ที่สายป้อนสำหรับจ่ายไฟฟ้าให้ที่พักอาศัย
ที่มา: นิรนาม (2549: 131)

2.5 ความผิดเพี้ยนของรูปคลื่น (Waveform Distortions) คือ การเบี่ยงเบนของรูปคลื่น กระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้าในสภาวะคงตัวของรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ที่มีความถี่ทาง กำลังไฟฟ้า และสามารถอธิบายคุณลักษณะได้โดยแยกองค์ประกอบทางความถี่ออกมา ซึ่งแบ่ง รูปคลื่นออกได้ 5 ชนิด (นิรนาม, 2549) โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังนี้คือ

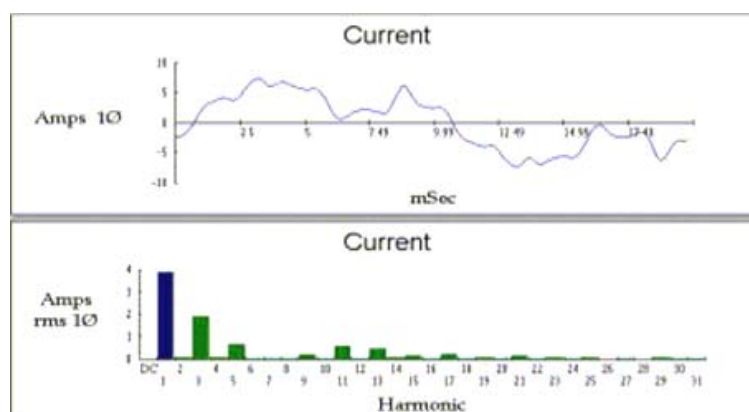
2.5.1 องค์ประกอบกระแสไฟฟ้าตรง (DC Offset) คือ การที่มีกระแสไฟฟ้า หรือ แรงดันไฟฟ้าตรงปะปนอยู่ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ โดยสาเหตุเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์เรียง กระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier) ดังภาพที่ 11 ส่งผลทำให้เกิดความร้อน เกิดค่ากำลัง สูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า และอาจจะทำให้เกิดการผูกרוןของแท่งกราวด์ได้ (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 11 องค์ประกอบกระแสไฟฟ้าตรง (DC Offset)

ที่มา: นิรนาม (2549: 131)

2.5.2 ฮาร์โมนิก (Harmonic) คือ ส่วนประกอบในรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ของสัญญาณ หรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency) เช่น ในระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ พบว่าฮาร์โมนิกลำดับที่ 3 จะมีค่าความถี่เป็น 150 เฮิร์ตซ์ หรือฮาร์โมนิกลำดับที่ 5 จะมีค่าความถี่เป็น 250 เฮิร์ตซ์ โดยผลของฮาร์โมนิก เมื่อรวมกันกับสัญญาณความถี่หลักมูลด้วยทางขนาด (Amplitude) และมุมเฟส (Phase Angle) จะทำให้สัญญาณที่เกิดขึ้นมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปและมีรูปสัญญาณผิดเพี้ยน (Distortion) ไปจากรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยสาเหตุเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ประเภทที่ไม่เป็นเชิงเส้น ดังภาพที่ 12 ส่งผลทำให้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด และถ้ามีการขยายของฮาร์โมนิกที่มีขนาดมากพออาจทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายได้ (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)

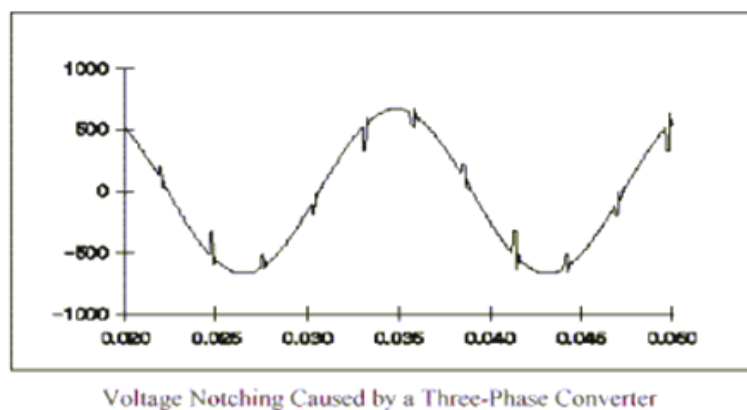


ภาพที่ 12 กระแสฮาร์โมนิก (Harmonic)

ที่มา: นิรนาม (2549: 132)

2.5.3 อินเทอร์ฮาร์โมนิก (Interharmonic) คือ ส่วนประกอบในรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ของสัญญาณ หรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่ไม่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency) เช่น ความถี่ที่ 104, 117, 134 และ 147 เฮิรตซ์ เป็นต้น โดยลักษณะการเกิดและผลกระทบจะมีลักษณะเช่นเดียวกับฮาร์โมนิก (Harmonic) (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)

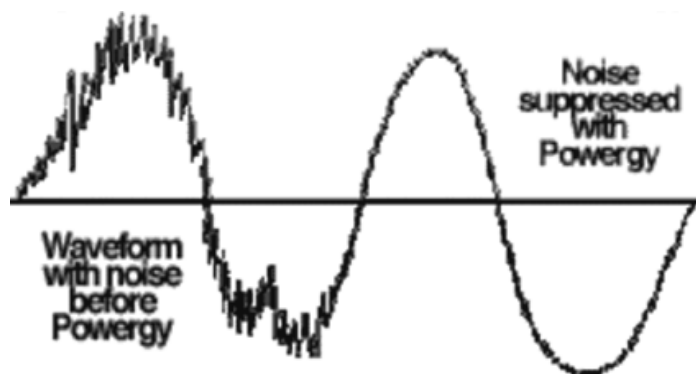
2.5.4 คลื่นรอยบาก (Notching) คือ สิ่งรบกวนที่มีลักษณะต่อเนื่องทางแรงดันไฟฟ้า มีลักษณะคล้ายกับฮาร์โมนิก (Harmonic) และภาวะชั่วครู่ (Transient) โดยสาเหตุเกิดจากการใช้งาน อุปกรณ์ประเภทย่อยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกเปลี่ยนจากเฟสหนึ่งไปยังอีกเฟสหนึ่ง ดังภาพที่ 13 ส่งผลทำให้อุปกรณ์ประเภทย่อยอิเล็กทรอนิกส์มีการทำงานผิดพลาด (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 13 คลื่นรอยบาก (Notching) เกิดจากการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ชนิด 3 เฟส

ที่มา: นิรนาม (2549: 132)

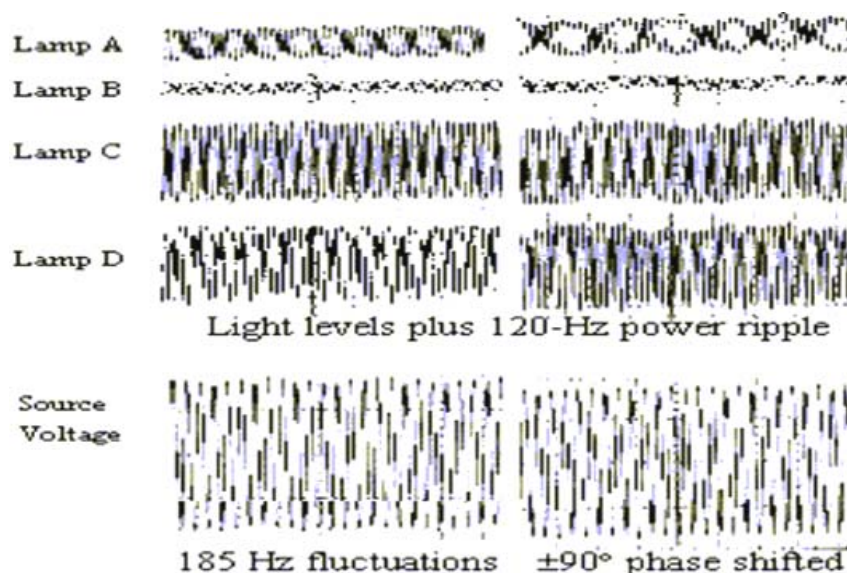
2.5.5 สัญญาณรบกวน (Noise) คือ สัญญาณทางไฟฟ้าที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า จะมีความถี่ต่ำกว่า 200 กิโลเฮิรตซ์ ปะปนอยู่ในสัญญาณของกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้าในสายเฟส โดยสาเหตุเกิดจากการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้อง มีการใช้งานอุปกรณ์ประเภทย่อยอิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์ควบคุมอยู่ในระบบไฟฟ้า ดังภาพที่ 14 ส่งผลทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีการทำงานผิดพลาด หรือไม่สามารถทำงานได้ (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 14 สัญญาณรบกวน (Noise)

ที่มา: นรินาม (2549: 133)

2.6 แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (Voltage Fluctuation) คือ การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของค่าแรงดันไฟฟ้า RMS และมีขนาดไม่เกินช่วงแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 0.95 – 1.05 เปอรฺยูนิต โดยสาเหตุเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ประเภทเตาหลอมแบบอาร์ก ดังภาพที่ 15 ส่งผลทำให้เกิดไฟฟ้ากระพริบ (Flicker) ที่หลอดไฟฟ้าและอาจส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ามากเกินไป (นรินาม, 2549; Dugan et al., 1996)



ภาพที่ 15 แรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (Voltage Fluctuation)

ที่มา: นรินาม (2549: 133)

2.7 การแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้า (Power Frequency Variation) คือ ปรากฏการณ์ที่ความถี่ของระบบไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากค่าความถี่ปกติ 50 เฮิร์ตซ์ โดยสาเหตุเกิดจากการทำงานผิดพลาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือมีการหลุดออกจากระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการทำงานสัมพันธ์กับความถี่ของระบบไฟฟ้า เช่น เครื่องกลไฟฟ้า เป็นต้น (นิรนาม, 2549; Dugan et al., 1996)

ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า

1. กล่าวนำ

ในการพิจารณาเกี่ยวกับดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality Indices) และดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง (Reliability Indices) นั้น พบว่าปัจจุบันได้มีการให้ความสำคัญต่อดัชนีต่างๆ เหล่านี้มากขึ้น เนื่องจากดัชนีต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดในการให้บริการทางไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะกับลูกค้าที่มีการใช้งานอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งในการพิจารณาเกี่ยวกับดัชนีต่างๆ เหล่านี้นั้น โดยทั่วไปแล้วจะพิจารณาตามมาตรฐาน IEEE Standard P1366 เป็นหลัก (ตฤณ, 2546) และสามารถแบ่งการพิจารณาออกเป็น

1.1 การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ช่วงระยะเวลาสั้น (Short Duration RMS Variations) คือ การเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงค่าในช่วงระยะเวลาระหว่าง 10 มิลลิวินาที – 1 นาที สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง และมีการเรียกชื่อแรงดันไฟฟ้าดังกล่าวตามระยะเวลาที่เกิดเหตุการณ์ คือ ช่วงระยะเวลาดังกล่าวที่ทันทีทันใด (Instantaneous) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 10 มิลลิวินาที – 0.5 วินาที ช่วงระยะเวลาชั่วขณะ (Momentary) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 0.5 วินาที – 3 วินาที และช่วงระยะเวลาชั่วคราว (Temporary) จะมีช่วงระยะเวลาการเกิดนานระหว่าง 3 วินาที – 1 นาที โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากสถานะความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า การใช้งานโหลดขนาดใหญ่ที่มีกระแสไฟฟ้าเริ่มเดินเครื่องสูง หรือเกิดจากข้อต่อในระบบไฟฟ้าหลุดหลวม ตลอดจนการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบไฟฟ้าอย่างกะทันหัน ทำให้เกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) และไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลาสั้น (Interruption) ส่งผลทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหาย หรือทำให้อุปกรณ์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด หรือหยุดการทำงาน โดยดัชนีที่ใช้คือ SARFI, SIARFI, SMARFI และ STARFI (ตฤณ, 2546)

1.2 การเกิดไฟฟ้าดับ (Sustained Interruptions) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ที่มีขนาดลดลงเป็น 0 เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ ในช่วงระยะเวลานานกว่า 1 นาที โดยสาเหตุเกิดจากสถานะความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า ส่งผลทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่าย

ไฟฟ้าออกจากระบบไฟฟ้าอย่างถาวร (Lockout) และถ้าสภาวะความผิดปกติ (Fault) ยังคงมีอยู่ในระบบไฟฟ้า จะส่งผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหยุดการทำงาน โดยดัชนีที่ใช้คือ SASIFI, SATFI, SASIDI และ ASIDI ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับดัชนี SAIFI, SAIDI และ CAIDI (ตฤณ, 2546)

1.3 แรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) คือ แรงดันไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 3 เฟส ที่มีขนาดในแต่ละเฟสแตกต่างกัน $0.5 - 2$ เปอร์เซ็นต์ ของค่าแรงดันไฟฟ้าปกติ หรือมีมุมเฟสเปลี่ยนไปจาก 120 องศา หรือเกิดขึ้นทั้งสองอย่างพร้อมกัน บางครั้งอาจนิยามแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าทั้งสามเฟสเทียบกับค่าเฉลี่ยดังกล่าว โดยสาเหตุเกิดจากความไม่สมดุลของขนาดโหลดในแต่ละเฟส ซึ่งแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุล (Voltage Unbalance) สามารถกำหนดได้จากอัตราส่วนขององค์ประกอบลำดับลบ V_2 (Negative Sequence) หรือองค์ประกอบลำดับศูนย์ V_0 (Zero Sequence) ต่่องค์ประกอบลำดับบวก V_1 (Positive Sequence) ส่งผลทำให้อุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ หรือหม้อแปลงไฟฟ้า มีอายุการใช้งานสั้นลง เนื่องจากผลของความร้อนที่เกิดขึ้น โดยดัชนีที่ใช้คือ SAEVUR, SAENSR และ SAEVDR (ตฤณ, 2546)

1.4 ฮาร์โมนิก (Harmonic) คือ ส่วนประกอบในรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ของสัญญาณ หรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency) เช่น ในระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ พบว่าฮาร์โมนิกลำดับที่ 3 จะมีค่าความถี่เป็น 150 เฮิร์ตซ์ หรือฮาร์โมนิกลำดับที่ 5 จะมีค่าความถี่เป็น 250 เฮิร์ตซ์ โดยผลของฮาร์โมนิก เมื่อรวมกันกับสัญญาณความถี่หลักมูลด้วยทางขนาด (Amplitude) และมุมเฟส (Phase Angle) จะทำให้สัญญาณที่เกิดขึ้นมีขนาดเปลี่ยนแปลงไปและมีรูปสัญญาณผิดเพี้ยน (Distortion) ไปจากรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยสาเหตุเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ประเภทที่ไม่เป็นเชิงเส้น ส่งผลทำให้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด และถ้าหากมีการขยายของฮาร์โมนิกที่มีขนาดมากพอ อาจทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายได้ โดยดัชนีที่ใช้คือ STHD95, SATHD, SAETHDRI และ SAEN_HRI (ตฤณ, 2546)

1.5 ภาวะชั่วครู่ (Transient) คือ ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงของสภาพกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในเวลาทันทีทันใดจากสภาพปกติแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ อิมพัลส์ชั่วครู่ (Impulsive Transient) และออสซิลเลตชั่วครู่ (Oscillatory Transient) โดยสาเหตุเกิดจากฟ้าผ่า ซึ่งอาจ

เกิดได้โดยตรง หรือในบริเวณใกล้เคียง หรือเกิดจากการสับสวิทช์คาปาซิเตอร์ ส่งผลให้อุปกรณ์ในระบบได้รับความเสียหายจากแรงดันไฟฟ้าเกิน โดยดัชนีที่ใช้คือ SATMORE (ตฤณ, 2546)

และในการพิจารณาเกี่ยวกับดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality Indices) และดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง (Reliability Indices) บางครั้งนั้นอาจนำคุณลักษณะของอุปกรณ์ถูกนำมาพิจารณาร่วมด้วย เช่น ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า หรือพิกัดอุณหภูมิ เป็นต้น (ตฤณ, 2546) และจากประเภทของปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่ นั้นมักนิยมใช้ดัชนีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ช่วงระยะเวลาสั้นและดัชนีการเกิดไฟฟ้าดับมาใช้ในการพิจารณา โดยในการวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะกรณีของดัชนีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ช่วงระยะเวลาสั้น (Short Duration RMS Variations Indices) และดัชนีการเกิดไฟฟ้าดับ (Sustained Interruptions Indices) เท่านั้น ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป

2. ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า

2.1 ดัชนีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ช่วงระยะเวลาสั้น (Short Duration RMS Variations Indices) เป็นดัชนีที่ใช้พิจารณาการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) แรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) และไฟฟ้าดับช่วงระยะเวลาสั้น (Interruption) ของระบบไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ $SARFI_{Voltage}$ และ $SARFI_{Curve}$ (ตฤณ, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.1.1 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า (System Average RMS (Variation) Frequency Index_{Voltage}: $SARFI_{Voltage}$) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินต่อจำนวนลูกค้าย่อยที่พิจารณาทั้งหมด โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) (ตฤณ, 2546) ซึ่งสามารถหาได้โดย

$$SARFI_x = \frac{\sum N_i}{N_T} \quad (1)$$

เมื่อ	x	=	ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ที่พิจารณา ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ที่ 140, 120, 110, 90, 80, 70, 50 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
	N_i	=	จำนวนลูกค้าที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x > 100$) หรือต่ำกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x < 100$) ของการวัดเหตุการณ์ที่ i
	N_T	=	จำนวนลูกค้าที่รับไฟฟ้าจากพื้นที่ที่พิจารณาทั้งหมด

จากสมการที่ 1 จะเห็นได้ว่าดัชนี SARFI จะถูกกำหนดโดยค่าแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าที่ต้องการพิจารณา และนอกจากนี้ดัชนี SARFI ยังสามารถนำไปประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ที่ต้องการพิจารณาได้อีกด้วย เช่น ถ้าการไฟฟ้าฯ มีลูกค้าที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ ของระดับแรงดันไฟฟ้าปกติ นั้น ก็จะใช้ดัชนี $SARFI_{70}$ ในการประเมินกับลูกค้ากลุ่มนี้เป็นต้น (ตฤณ, 2546) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ที่ใช้ในการพิจารณาจะมีการกำหนดเกณฑ์ดังนี้คือ

140, 120, 110	:	ข้อมูลของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในส่วนของแรงดันไฟฟ้าสูง
90, 80, 70	:	ข้อมูลของเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่ำ
50	:	จุดเบรคพอยท์คอนแทกเตอร์ของมอเตอร์
10	:	IEEE Standard 1159 กำหนดว่า เป็นการเกิดไฟฟ้าดับ

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น พบว่าในส่วนของดัชนีที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นส่วนหนึ่งของดัชนี SARFI ด้วยกันทั้งสิ้น ซึ่งเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ตามช่วงระยะเวลาการเกิดเหตุการณ์ โดยใช้มาตรฐาน IEEE Standard 1159 เป็นหลัก (ตฤณ, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.1.1.1 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS แบบ

ทันทีทันใดของระบบไฟฟ้า (System Instantaneous Average RMS (Variation) Frequency Index_{Voltage}: SIARFI_x) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินต่อจำนวนลูกค้าที่พิจารณาทั้งหมด โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำกว่า $x\%$ จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ

Voltage Dip) ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) และอยู่ในช่วงระยะเวลา 0.5 – 30 ไซเคิล (ตฤณ, 2546) ซึ่งสามารถหาได้โดย

$$SIARFI_x = \frac{\sum NI_i}{N_T} \quad (2)$$

เมื่อ x = ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ที่พิจารณา ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ที่ 140, 120, 110, 90, 80, 70, 50 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

NI_i = จำนวนลูกค้าที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x > 100$) หรือต่ำกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x < 100$) ของการวัดเหตุการณ์ที่ i และอยู่ในช่วงระยะเวลา 0.5 – 30 ไซเคิล

N_T = จำนวนลูกค้าที่รับไฟฟ้าจากพื้นที่ที่พิจารณาทั้งหมด

2.1.1.2 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS แบบชั่วขณะของระบบไฟฟ้า (System Momentary Average RMS (Variation) Frequency Index_{Voltage}: SMARFI_x) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินต่อจำนวนลูกค้าที่พิจารณาทั้งหมด โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) และอยู่ในช่วงระยะเวลา 30 ไซเคิล – 3 วินาที (ตฤณ, 2546) ซึ่งสามารถหาได้โดย

$$SMARFI_x = \frac{\sum NM_i}{N_T} \quad (3)$$

เมื่อ x = ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ที่พิจารณา ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ที่ 140, 120, 110, 90, 80, 70, 50 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

NM_i = จำนวนลูกค้าที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x > 100$) หรือต่ำกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x < 100$) ของการวัดเหตุการณ์ที่ i และอยู่ในช่วงระยะเวลา 30 ไซเคิล – 3 วินาที

N_T = จำนวนลูกค้าที่รับไฟฟ้าจากพื้นที่ที่พิจารณาทั้งหมด

2.1.1.3 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS แบบชั่วคราวของระบบไฟฟ้า (System Temporary Average RMS (Variation) Frequency Index_{Voltage}: STARFI_x) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินต่อจำนวนลูกค้าที่พิจารณาทั้งหมด โดยค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าต่ำกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าตกช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Sag หรือ Voltage Dip) ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงกว่า x% จะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าเกินช่วงระยะเวลาสั้น (Voltage Swell) และอยู่ในช่วงระยะเวลา 3 วินาที – 1 นาที (ตฉน, 2546) ซึ่งสามารถหาได้โดย

$$STARFI_x = \frac{\sum NT_i}{N_T} \quad (4)$$

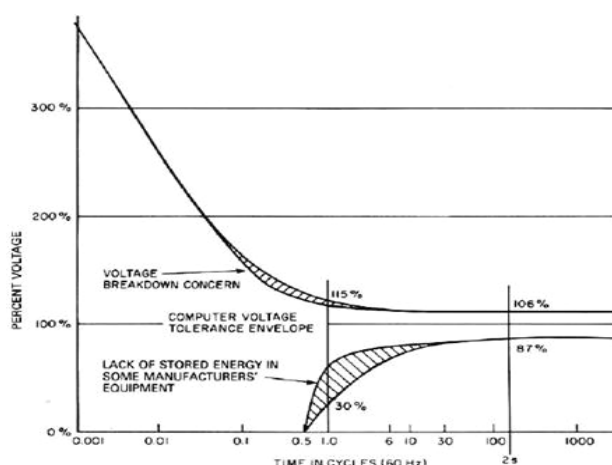
เมื่อ x = ค่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ที่พิจารณา ส่วนใหญ่มักนิยมใช้ที่ 140, 120, 110, 90, 80, 70, 50 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

NT_i = จำนวนลูกค้าที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x > 100$) หรือต่ำกว่า x เปอร์เซ็นต์ (กรณี $x < 100$) ของการวัดเหตุการณ์ที่ i และอยู่ในช่วงระยะเวลา 3 วินาที – 1 นาที

N_T = จำนวนลูกค้าที่รับไฟฟ้าจากพื้นที่ที่พิจารณาทั้งหมด

2.1.2 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้า (System Average RMS (Variation) Frequency Index_{Curve}: SARFI_{Curve}) พบว่าจะมีลักษณะคล้ายๆ กับดัชนี SARFI_{Voltage} แต่จะเป็นการนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐาน โดยทำการพิจารณาค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาใดๆ ว่าส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อใช้งานอยู่ในระบบหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการพิจารณาถึงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ว่ายังสามารถทำงานต่อไปได้หรือไม่ หรือมีการหยุดการทำงาน หรือเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ขึ้นนั่นเอง โดย SARFI_{Curve} จะสามารถแบ่งการพิจารณาตามมาตรฐาน IEEE Standard P1366 ออกเป็น SARFI_{CBEMA}, SARFI_{ITIC} และ SARFI_{SEMI} (ตฉน, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

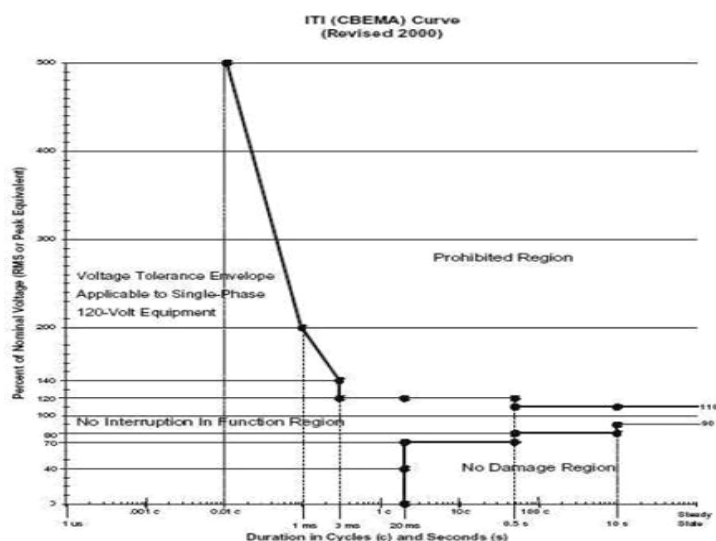
2.1.2.1 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐาน CBEMA (System Average RMS (Variation) Frequency Index Curve: SARFI_{CBEMA}) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของเส้นโค้ง CBEMA ต่อจำนวนลูกค้ำที่พิจารณาทั้งหมด (ตฤณ, 2546) ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 เส้นโค้งมาตรฐาน CBEMA

ที่มา: IEEE Standard (1995)

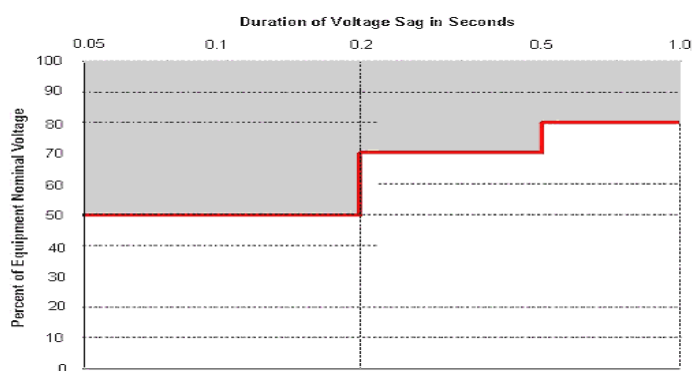
2.1.2.2 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐาน ITIC (System Average RMS (Variation) Frequency Index Curve: SARFI_{ITIC}) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของเส้นโค้ง ITIC ต่อจำนวนลูกค้ำที่พิจารณาทั้งหมด (ตฤณ, 2546) ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เส้นโค้งมาตรฐาน ITIC (Information Technology Industry Council)

ที่มา: IEEE Standard (1995)

2.1.2.3 ดัชนีเฉลี่ยจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าเทียบกับเส้นโค้งมาตรฐาน SEMI (System Average RMS (Variation) Frequency Index Curve: SARFI_{SEMI}) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเหตุการณ์ที่ตรวจวัดและมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า RMS อยู่ในช่วงระยะเวลาของการประเมินที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของเส้นโค้ง SEMI ต่อจำนวนลูกค้าที่พิจารณาทั้งหมด (ตฤณ, 2546) ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 เส้นโค้งมาตรฐาน SEMI F47 (Semiconductor Equipment and Materials International)

ที่มา: IEEE Standard (1995)

และจากภาพที่ 16 – 18 ข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนที่กำหนด คือ พื้นที่ที่อุปกรณ์ยังสามารถทำงานได้อย่างปกติ โดยในการหาค่า SARFI_{Curve} นั้นจะเป็นการนำเอาผลรวมของลูกค้ำที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ที่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้อยู่นอกพื้นที่ส่วนที่กำหนด ซึ่งทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ไม่สามารถทำงานได้ต่อจำนวนลูกค้ำที่พิจารณาทั้งหมดนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามเส้นโค้งมาตรฐานเหล่านี้ไม่ได้จำกัดช่วงระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าที่ 1 นาที เท่านั้น ดังนั้นด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ดัชนี SARFI_{CBEMA}, SARFI_{ITIC} และ SARFI_{SEMI} สามารถนำเอาเหตุการณ์ที่มีช่วงระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า RMS ของระบบไฟฟ้าที่นานเกินกว่า 1 นาที มาใช้ในการคำนวณได้ (ตฤณ, 2546)

2.2 ดัชนีการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ (Interruption Indices) เป็นดัชนีที่ใช้พิจารณาการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption Indices) และการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าดับแบบชั่วคราว (Momentary Interruption Indices) (ตฤณ, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.2.1 ดัชนีการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption Indices) เป็นดัชนีที่ใช้พิจารณาการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption Indices) ของระบบไฟฟ้าแบ่งออกเป็นดัชนี SAIFI, SAIDI, CAIDI, CTAIDI, CAIFI, ASAI, ASIFI, ASIDI และ CEMI_n เป็นต้น (ตฤณ, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.2.1.1 SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของความถี่ที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$SAIFI = \frac{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดของการเกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด}}$$

หรือ

$$SAIFI = \frac{\sum N_i}{N_T} \quad (5)$$

เมื่อ N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

2.2.1.2 SAIDI (System Average Interruption Duration Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด (ตถุณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$SAIDI = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนช่วงเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด}}$$

หรือ

$$SAIDI = \frac{\sum r_i N_i}{N_T} \quad (6)$$

เมื่อ r_i = ช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์
 N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์
 N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

2.2.1.3 CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาในการนำไฟฟ้ากลับเข้าสู่ระบบไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด (ตถุณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$CAIDI = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนช่วงเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่เกิดไฟฟ้าดับ}}$$

หรือ

$$CAIDI = \frac{\sum r_i N_i}{\sum N_i} \quad (7)$$

เมื่อ r_i = ช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์
 N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

2.2.1.4 CTAIDI (Customer Total Average Interruption Duration Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าไม่มีไฟฟ้าใช้ หรือเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สนใจ (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$CTAIDI = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนช่วงเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับในช่วงเวลาที่สนใจ}}$$

หรือ
$$CTAIDI = \frac{\sum r_i N_i}{CN} \quad (8)$$

เมื่อ r_i = ช่วงระยะเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

CN = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สนใจในแต่ละเหตุการณ์

2.2.1.5 CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของความถี่ที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สนใจ และทั้งนี้สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละรายนั้นจะนับเป็นหนึ่งเสมอไม่ว่าผู้ใช้ไฟฟ้านั้นจะเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องกี่ครั้งก็ตาม (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$CAIFI = \frac{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดของการเกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับในช่วงเวลาที่สนใจ}}$$

หรือ
$$CAIFI = \frac{\sum N_i}{CN} \quad (9)$$

เมื่อ N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

CN = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาที่สนใจในแต่ละเหตุการณ์

2.2.1.6 ASAI (Average Service Availability Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีไฟฟ้าใช้ภายในช่วงระยะเวลาใน 1 ปี หรือภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$\text{ASAI} = \frac{\text{จำนวนชั่วโมงทั้งหมดที่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนชั่วโมงทั้งหมดที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการ}}$$

หรือ

$$\text{ASAI} = \frac{N_T \times (\text{จำนวนชั่วโมง/ปี}) - \sum r_i N_i}{N_T \times (\text{จำนวนชั่วโมง/ปี})} \quad (10)$$

เมื่อ r_i = ช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

2.2.1.7 ASIFI (Average System Interruption Frequency Index) เป็นดัชนีที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณหาความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้า โดยดัชนี ASIFI นี้จะขึ้นอยู่กับโหลดที่ใช้แทนที่จะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่ง ASIFI เป็นค่าที่มีความสำคัญกับบริเวณที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมและย่านธุรกิจ (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$\text{ASIFI} = \frac{\text{จำนวน kVA ทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง}}{\text{จำนวน kVA ทั้งหมดที่ต่อในระบบไฟฟ้า}}$$

หรือ

$$\text{ASIFI} = \frac{\sum L_i}{L_T} \quad (11)$$

เมื่อ L_i = จำนวนโหลดเป็นเควีเอ (kVA) ที่ถูกระบบทั้งหมดเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์

L_T = จำนวนโหลดเป็นเควีเอ (kVA) ทั้งหมดที่ต่ออยู่ในระบบไฟฟ้า

2.2.1.8 ASIDI (Average System Interruption Duration Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของช่วงระยะเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง (Sustained Interruption) ของระบบไฟฟ้า ซึ่งมีนิยามและลักษณะการคำนวณเช่นเดียวกันกับดัชนี ASIFI (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$ASIDI = \frac{\text{ช่วงเวลาของ kVA ทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง}}{\text{จำนวน kVA ทั้งหมดที่ต่อในระบบไฟฟ้า}}$$

หรือ
$$ASIDI = \frac{\sum r_i L_i}{L_T} \quad (12)$$

เมื่อ r_i = ช่วงระยะเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์
 L_i = จำนวนโหลดเป็นเควีเอ (kVA) ที่ถูกระบบทั้งหมดเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องในแต่ละเหตุการณ์
 L_T = จำนวนโหลดเป็นเควีเอ (kVA) ทั้งหมดที่ต่ออยู่ในระบบไฟฟ้า

2.2.1.9 CEMI_n (Customers Experiencing Multiple Interruptions) (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$CEMI_n = \frac{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องมากกว่า n ครั้ง}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด}}$$

หรือ
$$CEMI_n = \frac{CN_{(k>n)}}{N_T} \quad (13)$$

เมื่อ $CN_{(k>n)}$ = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องมากกว่า n ครั้ง ในช่วงระยะเวลาที่สนใจในแต่ละเหตุการณ์
 N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

2.2.2 ดัชนีการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบชั่วคราว (Momentary Interruption Indices) เป็นดัชนีที่ใช้พิจารณาการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าดับแบบชั่วคราว (Momentary Interruption Indices) ของระบบไฟฟ้าแบ่งออกเป็นดัชนี MAIFI, MAIFI_E และ CEMSMI_n เป็นต้น (ตฤณ, 2546) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.2.2.1 MAIFI (Momentary Average Interruption Frequency Index) เป็นดัชนีที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของความถี่การเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบชั่วคราว (Momentary Interruption) ต่อจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$MAIFI = \frac{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดของการเกิดไฟฟ้าดับแบบชั่วคราวของผู้ใช้ไฟฟ้า}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด}}$$

หรือ

$$MAIFI = \frac{\sum ID_i N_i}{N_T} \quad (14)$$

เมื่อ ID_i = จำนวนครั้งในการทำงานของอุปกรณ์เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบชั่วคราวในแต่ละเหตุการณ์

N_i = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบชั่วคราวในแต่ละเหตุการณ์

N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

2.2.2.2 CEMSMI_n (Customers Experiencing Multiple Sustained Interruptions and Momentary Interruptions Events) เป็นดัชนีที่ใช้หาค่าของ n ซึ่งเป็นค่ารวมของเหตุการณ์การเกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องและแบบชั่วคราวของผู้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ที่กำหนด ซึ่งดัชนีนี้จะช่วยบอกถึงจำนวนลูกค้าที่เจอปัญหาไฟดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยของดัชนีอื่นๆ ไม่สามารถบอกได้ (ตฤณ, 2546) โดยมีนิยามคือ

$$CEMSMI_n = \frac{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับมากกว่า n ครั้ง}}{\text{จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด}}$$

หรือ

$$CEMSMI_n = \frac{CNT_{(k>n)}}{N_T} \quad (15)$$

เมื่อ $CNT_{(k>n)}$ = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกิดไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่อง และเกิดไฟฟ้าดับชั่วคราวรวมมากกว่า n ครั้ง ในช่วงระยะเวลาที่สนใจในแต่ละเหตุการณ์

N_T = จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในพื้นที่ที่กำหนด หรือพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าดับ

สหสัมพันธ์

1. กล่าวนำ

สหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร โดยที่ตัวแปรทั้ง 2 ตัว นั้นอาจเป็นตัวแปรชนิดเดียวกันหรือเป็นตัวแปรต่างชนิดกันก็ได้ (ยูทช, 2548) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

1.1 ตัวแปรทั้ง 2 ตัว เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพหรือเชิงกลุ่ม เช่น เพศกับสีของรถ เป็นต้น

1.2 ตัวแปรทั้ง 2 ตัว เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ เช่น อายุการทำงานกับรายได้ เป็นต้น

1.3 ตัวแปรตัวหนึ่งเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพหรือเชิงกลุ่ม ส่วนตัวแปรอีกตัวหนึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ เช่น ระดับการศึกษากับรายได้ เป็นต้น

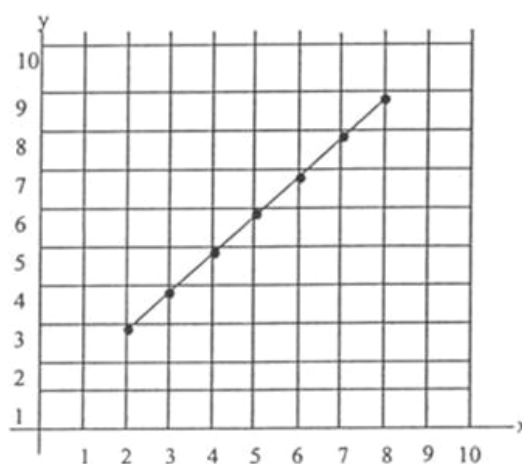
ดังนั้นในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ดังกล่าวข้างต้นนี้ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไรนั้น จึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างๆ เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมอีกด้วย ซึ่งในส่วนของคุณลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลและการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่างๆ นั้น จะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2. ข้อมูลที่นำมาหาความสัมพันธ์

จากรายละเอียดที่กล่าวถึงตามข้างต้นนั้น พบว่าคุณลักษณะของข้อมูลที่นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปร x) กับอีกตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปร y) จะต้องเกิดจากเหตุการณ์เดียวกันจึงจะสามารถนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกันได้และในการพิจารณาว่าข้อมูลของตัวแปร x และตัวแปร y จะมีความสัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหนนั้น พบว่าสามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ซึ่งในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) จะสามารถคำนวณหาได้จากหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณออกมาได้นั้น จะเป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวและจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 (ยูทช, 2548) โดยลักษณะของความสัมพันธ์จะปรากฏดังนี้

2.1 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ (Perfect Correlation) แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางบวก (Perfect Positive Correlation) และข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางลบ (Perfect Negative Correlation) (ยูทช, 2548) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.1.1 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางบวก (Perfect Positive Correlation) กล่าวคือ ถ้าตัวแปร x เพิ่มขึ้นเท่าใด ตัวแปร y ก็จะเพิ่มขึ้นเท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะเช่นนี้จะมีค่าเท่ากับ 1.00 โดยจะได้กราฟการกระจาย (Scatter Diagram) (ยูทช, 2548) ดังภาพที่ 19

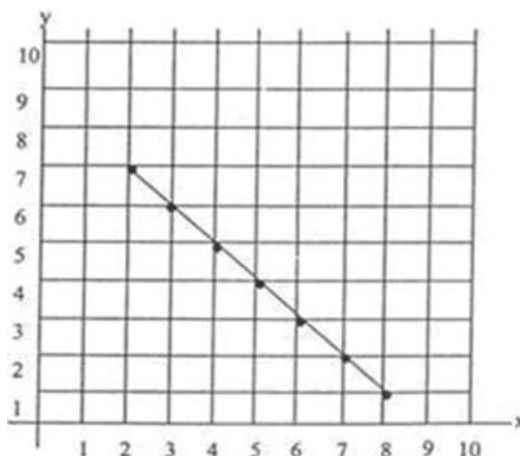


ภาพที่ 19 ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางบวก

ที่มา: ยูทช (2548: 294)

จากภาพที่ 19 พบว่าเมื่อ x เพิ่มขึ้น 1 หน่วย y ก็จะเพิ่มขึ้น 1 หน่วยด้วย เช่นเดียวกัน โดยลักษณะเช่นนี้จะทำให้จุดตัด x และ y ทุกจุดเริ่มจากค่าน้อยไปหาค่ามากเรียงกันเป็นเส้นตรง จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y อย่างสมบูรณ์ทางบวก (ยูทช, 2548)

2.1.2 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางลบ (Perfect Negative Correlation) กล่าวคือ ถ้าตัวแปร x เพิ่มขึ้นเท่าใด ตัวแปร y ก็จะลดลงเท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในลักษณะเช่นนี้จะมีค่าเท่ากับ -1.00 โดยจะได้กราฟการกระจาย (Scatter Diagram) (ยูทช, 2548) ดังภาพที่ 20



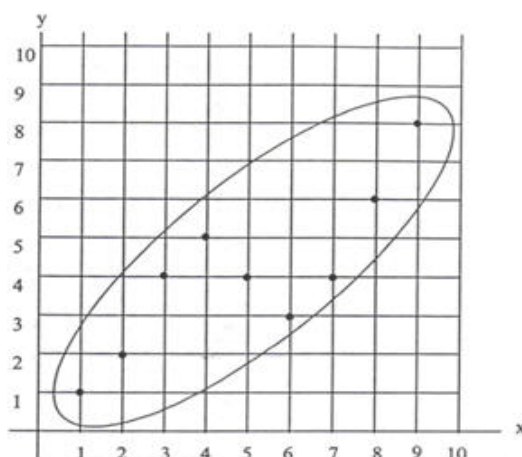
ภาพที่ 20 ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ทางลบ

ที่มา: ยุทธ (2548: 295)

จากภาพที่ 20 พบว่าเมื่อ x เพิ่มขึ้น 1 หน่วย y ก็จะลดลง 1 หน่วยเช่นเดียวกัน โดยลักษณะเช่นนี้จะทำให้จุดตัด x และ y ทุกจุดเริ่มจากค่ามากไปหาค่าน้อยเรียงกันเป็นเส้นตรง จึงทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y อย่างสมบูรณ์ทางลบ (ยุทธ, 2548)

2.2 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ (Imperfect Correlation) มี 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางบวก (Imperfect Positive Correlation) และข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางลบ (Imperfect Negative Correlation) (ยุทธ, 2548) โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

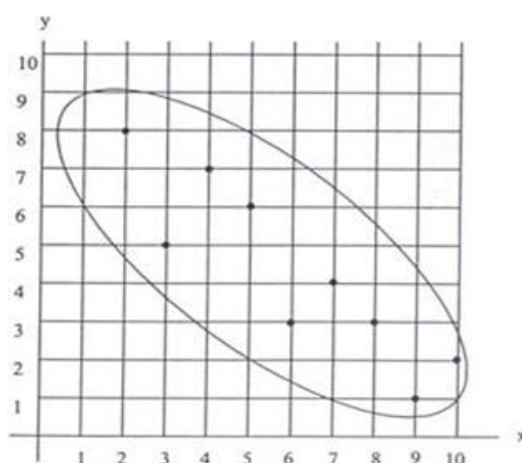
2.2.1 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางบวก (Imperfect Positive Correlation) กล่าวคือ ข้อมูลจะมีลักษณะที่คล้อยตามกัน แต่ไม่ถึงกับเป็นเส้นตรง ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จึงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 โดยถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.8 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูงทางบวก ส่วนถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 0.2 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำทางบวก โดยจะได้กราฟการกระจาย (Scatter Diagram) (ยุทธ, 2548) ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางบวก

ที่มา: ยุทธ (2548: 297)

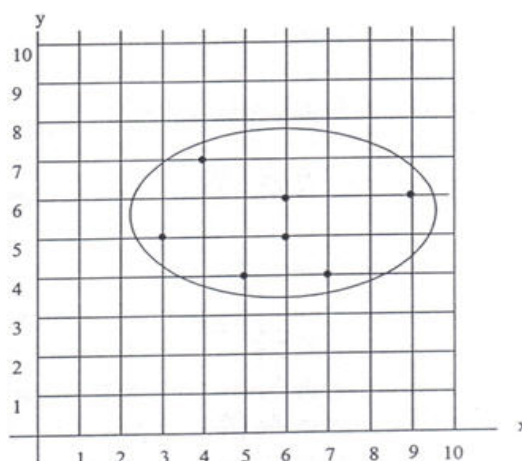
2.2.2 ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางลบ (Imperfect Negative Correlation) กล่าวคือ ข้อมูลจะมีลักษณะที่คล้อยตามกัน แต่ไม่ถึงกับเป็นเส้นตรง ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จึงมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง 0.0 โดยถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -0.8 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูงทางลบ ส่วนถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเท่ากับ -0.2 แสดงว่าตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำทางลบ โดยจะได้กราฟการกระจาย (Scatter Diagram) (ยุทธ, 2548) ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ข้อมูลที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันอย่างไม่สมบูรณ์ทางลบ

ที่มา: ยุทธ (2548: 298)

2.3 ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน (Zero Correlation) กล่าวคือ ข้อมูลจะกระจายกระจายอย่างไม่มีทิศทาง ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็น 0.0 (ศูนย์) (ยูทช, 2548) ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ข้อมูลที่ไม่มีลักษณะความสัมพันธ์กัน

ที่มา: ยูทช (2548: 299)

3. วิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

สำหรับวิธีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) นั้น พบว่า จะมีวิธีการคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่หลายวิธีด้วยกัน โดยในการเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งในการคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นผู้วิเคราะห์จำเป็นต้องพิจารณาตามลักษณะของข้อมูลที่ได้ ซึ่งวิธีการคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้นจะมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังนี้คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product–Moment Correlation Coefficient: r), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Rank–Order Correlation Coefficient: ρ), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบฟี (Phi Correlation Coefficient: ϕ), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเทแทรคคอลลิก (Tetrachoric Correlation Coefficient: r_t), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบไบเซเรียล (Biserial Correlation Coefficient: r_{bis}), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยต์ไบเซเรียล (Point Biserial Correlation Coefficient: r_{pbis}), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบความสอดคล้องของเคนคอลล (Kendall's Tau Rank Coefficient Correlation: τ), สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของเคนคอลล (Kendall's Rank Coefficient Correlation: ψ) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพาร์เชียล (Partial Correlation Coefficient: $r_{ij,k}$) (ยูทช, 2548)

ซึ่งในการพิจารณาเกี่ยวกับวิธีการคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ตามที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้น สำหรับในส่วนของการวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะกรณีของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product–Moment Correlation Coefficient: r) เท่านั้น เนื่องจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ถือเป็นพื้นฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอื่นๆ อีกหลายแบบ ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป

3.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product–Moment Correlation Coefficient: r) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล 2 ชุด หรือบางที่เรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) สัญลักษณ์ที่ใช้คือ r หรือ r_{xy} โดยที่ข้อมูลตัวแปร x และตัวแปร y จะต้องเป็นอิสระต่อกัน (Independent Sample) (ยูทธ, 2548)

3.1.1 ความสัมพันธ์อยู่ในรูปของข้อมูลมาตรฐาน (ยูทธ, 2548) สมการที่ใช้คือ

$$r = \frac{\sum Z_x Z_y}{N} \quad (16)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y
	Z_x, Z_y	แทน	ข้อมูลมาตรฐาน x และข้อมูลมาตรฐาน y
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

จากสมการที่ 17 พบว่าในการคำนวณหาค่า r นั้น เริ่มจากนำชุดข้อมูล x และชุดข้อมูล y มาทำการหาค่าข้อมูลมาตรฐาน ซึ่งจะได้ Z_x และ Z_y ตามลำดับ จากนั้นนำ Z_x และ Z_y คูณกันเป็นคู่ๆ และเมื่อครบทั้งหมดแล้วให้นำผลคูณทั้งหมดนั้นมารวมกันแล้วหารด้วย N (จำนวนข้อมูลทั้งหมด) ซึ่งผลที่ได้จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) และเพื่อให้เกิดความสะดวกจึงแปลงสมการที่ 17 มาเป็นสมการที่ 18 (ยูทธ, 2548) ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงต่อไป

3.1.2 ความสัมพันธ์อยู่ในรูปของข้อมูลเบี่ยงเบน โดยจากสมการที่ 17 ข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าในการคำนวณหาค่า r นั้น จำเป็นต้องเปลี่ยนชุดข้อมูล x และชุดข้อมูล y ให้เป็นข้อมูลมาตรฐานก่อนจึงจะสามารถนำมาคำนวณหาค่า r ได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะมีความยุ่งยากหลายขั้นตอน อีกทั้งยังเป็นการเสียเวลาในการคำนวณอีกด้วย ดังนั้นในส่วนนี้จึงได้ทำการเปลี่ยนชุดข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของข้อมูลเบี่ยงเบน (ยูทธ, 2548) สมการที่ใช้คือ

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (17)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y
	x	แทน	ค่าเบี่ยงเบน $(x - \bar{x})$ ของตัวแปร x
	y	แทน	ค่าเบี่ยงเบน $(y - \bar{y})$ ของตัวแปร y

จากสมการที่ 18 ถ้าแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลดิบ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการคำนวณจะได้สมการใหม่ดังนี้คือ (ยูทช, 2548)

$$r = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[(N \sum x^2) - (\sum x)^2][(N \sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (18)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากชุดข้อมูล x
	$\sum y$	แทน	ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากชุดข้อมูล y
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลกำลังสองที่วัดได้จากชุดข้อมูล x
	$\sum y^2$	แทน	ผลรวมของข้อมูลกำลังสองที่วัดได้จากชุดข้อมูล y
	$\sum xy$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างตัวแปร x และตัวแปร y

3.2 การแปรผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient: r) พบว่าจะมีวิธีการแปรผลและความหมายที่ได้จากการแปรผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

3.2.1 การแปรผลของความสัมพันธ์นั้น ผลที่ได้จากการคำนวณจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว คือ ตัวแปร x กับตัวแปร y เท่านั้นว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร (สัมพันธ์กันทางบวก หรือสัมพันธ์กันทางลบ) เท่านั้น และจะไม่แปรผลว่าตัวแปรหนึ่งเป็นสาเหตุของอีกตัวแปรหนึ่ง (ยูทช, 2548)

3.2.2 ถ้าการแปรผลอยู่ในรูปของปริมาณให้นำค่า r ที่คำนวณได้ยกกำลังสอง แล้วคูณด้วย 100 ผลที่ได้สามารถแปรผลได้ว่า เมื่อทราบค่าของตัวแปรที่หนึ่งแล้วจะทำให้สามารถพยากรณ์หาตัวแปรที่สองได้ถูกต้องเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเขียนได้เป็น $r^2 \times 100 = x\%$ (ยุทธ, 2548)

3.3 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient: r) เป็นการทดสอบที่ต้องการจะทราบว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัว คือ ตัวแปร x กับตัวแปร y นั้นมีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่อย่างไร เนื่องจากการพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะต้องไม่พิจารณาเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณออกมาได้เท่านั้น ถึงแม้ว่าค่า r ที่คำนวณออกมาได้นั้นจะมีค่าสูงก็ตาม ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าตัวแปร x กับตัวแปร y นั้นมีความสัมพันธ์กันจริงตามค่า r ที่คำนวณได้ จึงทำให้จำเป็นต้องมีการทดสอบนัยสำคัญ (Test of Significance) ก่อน ดังนั้นในการทดสอบนัยสำคัญพบว่าหากค่าสหสัมพันธ์มีนัยสำคัญก็แสดงว่าตัวแปร x กับตัวแปร y นั้นมีความสัมพันธ์กันจริง โดยการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) นี้จะมีวิธีการทดสอบ 2 วิธี (ยุทธ, 2548) ดังนี้คือ

3.3.1 วิธีการทดสอบนัยสำคัญแบบที (T-Test) (ยุทธ, 2548) สมการที่ใช้คือ

$$t = \frac{\sqrt{N-2} \cdot r}{1-r^2} \quad (19)$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
	df	แทน	N-2

3.3.2 วิธีการทดสอบนัยสำคัญแบบใช้ตารางสำเร็จรูปค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) ทดสอบนัยสำคัญ โดยการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ตารางสำเร็จรูปค่าวิกฤตของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Critical Values of The Pearson) นี้สามารถทำได้โดยการเปิดตารางค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Critical Values of The Pearson) ทั้งนี้ต้องทำการพิจารณา 2 อย่าง คือ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) ที่กำหนดและค่า df ที่หาได้จาก $df = N-2$ และเมื่อหาค่าวิกฤตของ r ได้แล้ว จากนั้นให้นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า r ที่คำนวณได้ ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบจะมี 2 กรณี (ยุทธ, 2548) ดังนี้คือ

3.3.2.1 ถ้าค่า r ที่คำนวณได้ $\geq r$ จากตาราง แสดงว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัว คือ ตัวแปร x และตัวแปร y มีความสัมพันธ์กันจริง (ยูทช, 2548)

3.3.2.2 ถ้าค่า r ที่คำนวณได้ $< r$ จากตาราง แสดงว่าค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่าตัวแปรทั้ง 2 ตัว คือ ตัวแปร x และตัวแปร y ไม่มีความสัมพันธ์กันจริง (ยูทช, 2548)

การพยากรณ์

1. กล่าวนำ

ในเรื่องของสหสัมพันธ์ หากตัวแปร x กับตัวแปร y มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 เส้นสมการถดถอยจะเป็นเส้นตรงและลากผ่านจุด เมื่อทราบตัวแปรหนึ่งก็จะทำให้สามารถพยากรณ์อีกตัวแปรหนึ่งได้ไม่ยาก เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เป็นศูนย์ (0) จึงทำให้การพยากรณ์เกิดความน่าเชื่อถือ โดยสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เป็นศูนย์ (0) เนื่องจากข้อมูลของตัวแปรทั้ง 2 ขึ้นหรือลงตามกันเชิงเส้นตรง และในบางกรณีความสัมพันธ์ของตัวแปรอาจมีค่ามากกว่าศูนย์ (> 0) หรือน้อยกว่าศูนย์ (< 0) จึงทำให้ไม่สามารถลากเส้นสมการถดถอยให้ผ่านจุดทุกจุดได้ ดังนั้นวิธีการแก้ไข คือ ลากเส้นสมการถดถอยเฉลี่ยผ่านจุดทุกจุดที่เหมาะสมที่สุด โดยเกณฑ์ที่ดีที่สุดสำหรับการลากเส้นสมการถดถอยนี้ได้แก่ วิธี Least Squares ซึ่งกำหนดว่า ผลรวมกำลัง 2 ของส่วนเบี่ยงเบนของจุดต่างๆ เหล่านั้น จากเส้นตรงที่ได้ค่าต่ำที่สุดสำหรับลากเส้นขึ้นจุด b ที่ใช้แสดงความคลาดเอียงของเส้นตรง โดยเส้นตรงที่ได้นี้ เรียกว่า เส้นถดถอย (Regression Line) และความคลาดเอียงของเส้นตรงที่ได้ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) (ยูทช, 2548)

2. การพยากรณ์

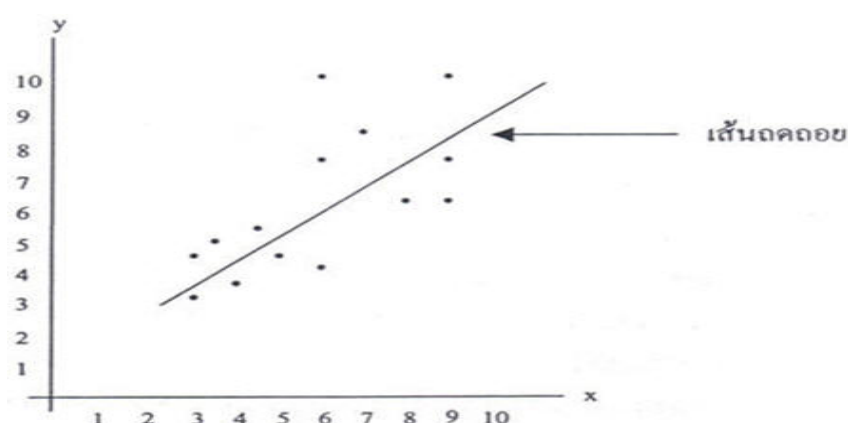
2.1 สมการถดถอยที่ใช้ในการพยากรณ์ (Regression Equation) โดยทฤษฎีพื้นฐานทั่วไปของเส้นตรงถดถอยแต่ละเส้นนั้น หากสนใจตัวแปร 2 ตัว ว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างกันหรือไม่อย่างนั้น จะสามารถแสดงให้เห็นลักษณะของความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 24 (ยูทช, 2548)



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ของตัวแปรการพยากรณ์อย่างง่าย

ที่มา: ยูทช (2548: 329)

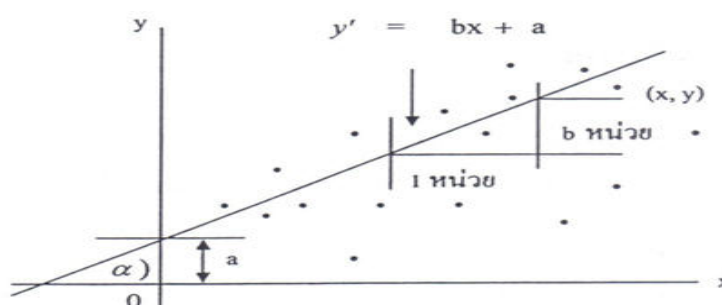
จากภาพที่ 24 เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น จะสามารถแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างได้ ดังนี้ เช่น ความสูงของคนมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวอย่างไร โดยคนที่มีความสูงเพิ่มขึ้น น้ำหนักของคนจะเป็นอย่างไร (เพิ่มขึ้นหรือลดลง) ดังนั้นผู้ศึกษาสามารถทำการสุ่มตัวอย่างจากประชากรได้ โดยถ้าน้ำหนักของคนเป็นตัวแปรตามหรือตัวแปร y ความสูงของคนจะเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปร x และจะพบว่า ณ จุด x ใด x หนึ่ง ค่า y จะกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งถือเป็นแบบปกติ (ยูทธ, 2548) ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 การกระจายของตัวแปร y ณ จุด x ใด x หนึ่ง

ที่มา: ยูทธ (2548: 330)

และเมื่อต้องการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การถดถอย จะสามารถคำนวณหาได้จากเส้นสมการถดถอย (Regression Equation) (ยูทธ, 2548) ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับ y บนเส้นถดถอย

ที่มา: ยูทธ (2548: 330)

จากภาพที่ 26 ถ้าต้องการพยากรณ์ตัวแปรตาม y เมื่อทราบค่าตัวแปรอิสระ x สามารถหาได้จากสมการถดถอย ตามสมการดังนี้คือ (ยูทช, 2548)

$$y' = bx + a \quad (20)$$

เมื่อ	y'	แทน	ค่าตัวแปรตาม
	x	แทน	ค่าตัวแปรอิสระ
	b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือความลาดเอียงของเส้น (Slope)
	a	แทน	จุดที่เส้นตรงหรือเส้นถดถอยตัดแกน y (y – Intercept)

และสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b) และค่า y – Intercept (a) สามารถคำนวณหาได้จากสมการดังนี้คือ (ยูทช, 2548)

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (21)$$

$$a = \frac{\sum y - b \cdot \sum x}{N} \quad (22)$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	x	แทน	ค่าตัวแปรอิสระ
	y	แทน	ค่าตัวแปรตาม
	b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือความลาดเอียงของเส้น (Slope)
	a	แทน	จุดที่เส้นตรงหรือเส้นถดถอยตัดแกน y (y – Intercept)

และเมื่อต้องการพยากรณ์ตัวแปรอิสระ (x) เมื่อทราบค่าตัวแปรตาม (y) สามารถหาได้จากสมการ (ยูทช, 2548)

$$x' = by + a \quad (23)$$

เมื่อ	x'	แทน	ตัวแปรอิสระที่ได้จากการพยากรณ์
	y	แทน	ตัวแปรตามที่ใช้พยากรณ์
	b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือความลาดเอียงของเส้น (Slope)
	a	แทน	จุดที่เส้นตรงหรือเส้นถดถอยตัดแกน y (y – Intercept)

และสำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b) และค่า y – Intercept (a) สามารถคำนวณหาได้จากสมการดังนี้คือ (ยูทช, 2548)

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{N \sum y^2 - (\sum y)^2} \quad (24)$$

$$a = \frac{\sum x - b \cdot \sum y}{N} \quad (25)$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	y	แทน	ค่าตัวแปรตาม
	b	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือความลาดเอียงของเส้น (Slope)
	a	แทน	จุดที่เส้นตรงหรือเส้นถดถอยตัดแกน y (y – Intercept)

2.2 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) เป็นค่าที่ได้จากการพยากรณ์ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าที่อยู่บนเส้นสมการถดถอยนั้นๆ และจะสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องเมื่อค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ตัว นั้นมีค่าเป็น 1.00 หรือ -1.00 หรือเป็นเส้นตรง แต่ถ้าหากข้อมูลระหว่างตัวแปรทั้ง 2 ตัว นั้นมีค่าสหสัมพันธ์ไม่เป็น 1.00 หรือ -1.00 นั่นก็แสดงว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวไม่เป็นเส้นตรง จึงส่งผลทำให้การพยากรณ์เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจากเส้นสมการถดถอยนั้น ไม่ได้เป็นเส้นตรงที่แท้จริง ซึ่งจะทำให้ค่าความจริงกับค่าการพยากรณ์แต่ละคู่แตกต่างกันและจะมีการแจกแจงใกล้คุณสมบัติของโค้งปกติ ดังนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้จะอยู่ที่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์นั้นๆ ซึ่งเรียกว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) สามารถแทนได้ด้วย S_{yx} (ยูทช, 2548) และสามารถคำนวณหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$S_{yx} = S_y \sqrt{1 - r^2} \quad (\text{เมื่อรู้ค่า } x \text{ และพยากรณ์ค่า } y) \quad (26)$$

$$S_{xy} = S_x \sqrt{1 - r^2} \quad (\text{เมื่อรู้ค่า } y \text{ และพยากรณ์ค่า } x) \quad (27)$$

เมื่อ	S_{xy}	แทน	Standard Error of Estimate ในการพยากรณ์ x เมื่อทราบค่า y
	S_{yx}	แทน	Standard Error of Estimate ในการพยากรณ์ y เมื่อทราบค่า x
	S_x	แทน	Standard Deviation ของข้อมูลชุด x
	S_y	แทน	Standard Deviation ของข้อมูลชุด y
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y

ข้อสังเกต ค่า r ที่คำนวณได้มีค่าเป็น 1.00 ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์จะมีค่าเป็นศูนย์ (0) ซึ่งหมายความว่า ไม่มีความคลาดเคลื่อน แต่ถ้าค่า r มีค่าเป็นศูนย์ (0) ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ จะมีค่าตามส่วน Standard Deviation ของความเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้นๆ นั่นเอง (ยุทร, 2548)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. ระบบปฏิบัติการ MS Window-XP
3. โปรแกรม Microsoft Office
4. โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ MINITAB
5. ชุดอุปกรณ์เครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

วิธีการ

1. แผนการวิจัย

- 1.1 ศึกษาบทความที่เกี่ยวกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- 1.2 ศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- 1.3 ศึกษาดัชนีที่เกี่ยวกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- 1.4 ศึกษาการใช้งานเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650
- 1.5 ศึกษาการใช้งานโปรแกรมมินิแทป
- 1.6 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า
- 1.7 หาสมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรมมินิแทป
- 1.8 หาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสม
- 1.9 สรุปผลที่ได้จากการวิจัยและข้อเสนอแนะ

2. ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 ศึกษารายงานการสำรวจของ EPRI Solutions, Inc. เรื่อง Correlating Power Quality Indices with System Reliability Indices โดยจากการศึกษาพบว่า EPRI Solutions, Inc. ได้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าไว้ตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลสถิติการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับดัชนีคุณภาพ

กำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยในการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ EPRI Solutions, Inc. ได้ใช้วิธีการแจกแจงแบบ Linear Regression ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะเป็นวิธีการที่ได้ค่า Goodness of Fit สูงสุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ กล่าวคือเส้นสมการที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับชุดข้อมูลจริงมากที่สุด และมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดนั่นเอง (Schainker, 2005)

2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตามรายงานการสำรวจของ EPRI Solutions, Inc. เรื่อง Correlating Power Quality Indices with System Reliability Indices ดังรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้น มาประยุกต์ใช้เพื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) โดยในการวิจัยนี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าไว้ตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ ที่มีการเชื่อมต่อกับโหลดที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งขั้นตอนดำเนินการทั้งหมดในการวิจัยนี้จะอ้างอิงวิธีการตามรายงานการสำรวจของ EPRI Solutions, Inc. เรื่อง Correlating Power Quality Indices with System Reliability Indices เนื่องจากวิธีการดังกล่าวของ EPRI Solution, Inc. ได้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลแล้วนั่นเอง (ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)

2.3 คัดเลือกสถานีไฟฟ้า โดยพิจารณาจากสถานีไฟฟ้าที่มีการเชื่อมต่อกับโหลดที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) ซึ่งประกอบไปด้วยสถานีไฟฟ้าตัวอย่างทั้งหมด 4 สถานีไฟฟ้า คือ สถานีไฟฟ้า ก สถานีไฟฟ้า ข สถานีไฟฟ้า ค และ สถานีไฟฟ้า ง ตามลำดับ จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังภาพที่ 27 ไว้ตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้ทำการคัดเลือกไว้ เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมเป็นสถิติการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับแต่ละสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟก.2) (ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)



ภาพที่ 27 ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650

2.4 จัดทำสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสถานีไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟภ.2) โดยใช้โปรแกรมมินิแทป ซึ่งในการพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือในการนำเสนอการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมาใช้ในการพยากรณ์นั้น สำหรับในการวิจัยนี้จะทำการพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) เป็นหลัก (ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)

2.5 กำหนดหาช่วงระยะเวลาการติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลาง (กฟภ.2) โดยในการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) มีค่าเท่ากับ 100% ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมและมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์สูงสุดนั่นเอง ซึ่งหลังจากที่ได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมแล้ว การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถนำเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าไปติดตั้งที่สถานีไฟฟ้าอื่นๆ ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ามีราคาสูง และมีจำนวนจำกัดนั่นเอง (ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)

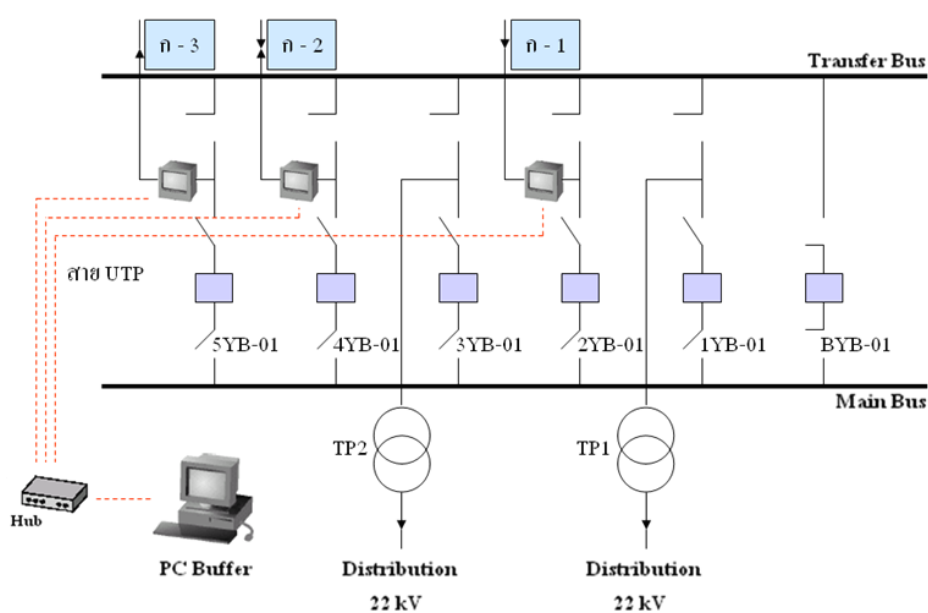
ผลและวิจารณ์

ผล

1. สถานีไฟฟ้า ก

สถานีไฟฟ้า ก ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 ทั้งหมด 3 เครื่อง โดยมีข้อมูลการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดเริ่มตั้งแต่วันที่ 21 พฤศจิกายน 2548 – 21 พฤศจิกายน 2549 (รวม 366 วัน) และสถานีไฟฟ้า ก ไม่มีการเชื่อมต่อกับสถานีไฟฟ้า ข สถานีไฟฟ้า ค และสถานีไฟฟ้า ง ดังภาพที่

28



ภาพที่ 28 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ก

1.1 สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งรวมทั้งหมด 116 เหตุการณ์ และมี

ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 6 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 3 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	11/12/2005@04:40:21.375 PM	102.0	98.0	82.8	0.059
02	05/01/2006@03:28:55.856 AM	101.0	98.0	88.9	0.359
03	16/01/2006@11:56:48.412 AM	102.0	94.0	63.4	0.089
04	19/02/2006@08:34:56.164 AM	89.5	91.0	90.0	0.260
05	24/02/2006@04:19:48.063 PM	87.3	89.5	87.3	0.401
06	05/03/2006@03:32:22.054 PM	89.2	92.0	91.0	0.039
07	05/03/2006@03:32:23.154 PM	87.6	88.7	88.1	0.470
08	05/03/2006@03:32:38.739 PM	87.1	87.9	87.4	0.479
09	05/03/2006@04:06:29.931 PM	93.0	86.9	94.0	0.440
10	05/03/2006@04:22:20.846 PM	95.0	89.0	95.0	0.299
11	05/03/2006@04:22:21.046 PM	87.7	89.1	88.8	0.489
12	06/03/2006@07:23:59.439 AM	94.0	89.2	95.0	0.249
13	06/03/2006@07:24:00.708 AM	93.0	87.1	95.0	0.439
14	06/03/2006@07:24:16.275 AM	85.2	86.2	85.3	0.229
15	10/03/2006@02:03:51.177 PM	87.5	88.7	88.6	0.049
16	13/03/2006@02:47:42.680 PM	90.0	85.4	91.0	0.100
17	14/03/2006@10:46:53.068 AM	88.6	89.0	89.4	0.250
18	14/03/2006@10:46:54.630 AM	89.1	89.7	89.9	0.320
19	05/04/2006@12:54:30.284 PM	87.8	88.1	92.0	0.190
20	05/04/2006@01:33:53.162 PM	92.0	88.1	92.0	0.059
21	07/04/2006@09:01:32.863 PM	88.2	95.0	93.0	0.260
22	07/04/2006@09:01:33.873 PM	88.2	95.0	93.0	0.100
23	07/04/2006@09:17:33.719 PM	90.0	90.0	89.8	0.091

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
24	07/04/2006@09:25:50.398 PM	90.0	90.0	89.7	0.109
25	08/04/2006@09:33:50.330 AM	94.0	89.5	94.0	0.530
26	11/04/2006@11:37:14.719 AM	92.0	89.8	93.0	0.309
27	11/04/2006@03:28:20.980 PM	92.0	86.5	93.0	0.469
28	15/04/2006@07:46:23.480 AM	90.0	90.0	89.5	0.010
29	15/04/2006@02:50:41.928 PM	85.4	81.6	85.7	0.280
30	15/04/2006@02:50:43.247 PM	95.0	87.8	96.0	0.419
31	16/04/2006@05:17:24.021 PM	89.1	91.0	91.0	0.030
32	02/05/2006@10:38:58.805 AM	93.0	91.0	89.7	0.010
33	09/05/2006@12:49:14.977 PM	89.2	95.0	94.0	0.050
34	10/05/2006@11:53:32.375 AM	86.1	86.6	87.2	0.200
35	10/05/2006@11:53:33.495 AM	85.9	87.1	86.5	0.500
36	10/05/2006@11:56:59.136 AM	8.50	8.60	3.60	3.040
37	10/05/2006@11:56:59.351 AM	93.0	88.0	94.0	0.021
38	10/05/2006@11:56:59.395 AM	89.0	92.0	94.0	0.032
39	10/05/2006@11:56:59.461 AM	94.0	89.0	96.0	0.010
40	10/05/2006@11:56:59.505 AM	89.0	94.0	95.0	0.021
41	10/05/2006@11:56:59.615 AM	89.0	94.0	95.0	0.022
42	10/05/2006@11:56:59.724 AM	89.0	94.0	96.0	0.021
43	10/05/2006@11:56:59.834 AM	89.0	96.0	96.0	0.010
44	12/05/2006@05:10:04.046 PM	91.0	85.9	93.0	0.320
45	12/05/2006@05:10:05.116 PM	81.5	81.2	82.6	0.460
46	12/05/2006@05:10:20.603 PM	83.0	90.0	89.6	0.301
47	12/05/2006@05:20:44.392 PM	88.8	84.6	91.0	0.220
48	14/05/2006@10:35:05.163 AM	83.4	84.1	84.1	0.280
49	14/05/2006@10:48:11.374 AM	86.2	93.0	91.0	0.070
50	14/05/2006@10:50:05.962 AM	86.4	93.0	91.0	0.050

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
51	14/05/2006@10:50:07.002 AM	84.5	85.4	85.4	0.250
52	14/05/2006@10:51:40.262 AM	84.5	85.2	85.1	0.279
53	14/05/2006@10:51:41.121 AM	84.8	85.6	85.6	0.269
54	14/05/2006@10:57:40.650 AM	86.8	94.0	91.0	0.040
55	14/05/2006@10:57:43.338 AM	85.2	86.1	86.2	0.130
56	15/05/2006@07:04:04.731 AM	76.1	93.0	92.0	0.050
57	18/05/2006@05:43:55.655 AM	96.0	95.0	89.1	0.049
58	22/05/2006@09:30:43.182 AM	92.0	89.9	92.0	0.209
59	28/05/2006@10:50:33.753 AM	89.6	92.0	91.0	0.081
60	31/05/2006@08:54:02.232 AM	91.0	89.0	92.0	0.029
61	31/05/2006@08:54:03.419 AM	87.0	88.0	88.0	0.290
62	02/06/2006@07:53:29.649 PM	89.6	91.0	91.0	0.189
63	02/06/2006@07:53:30.728 PM	91.0	86.9	93.0	0.469
64	02/06/2006@07:53:58.616 PM	82.8	83.4	83.4	0.610
65	02/06/2006@07:54:49.342 PM	89.3	89.7	89.6	0.360
66	03/06/2006@03:29:10.766 PM	85.9	86.7	86.7	0.499
67	08/06/2006@11:11:39.845 AM	88.3	89.0	89.0	0.480
68	11/06/2006@12:22:25.698 AM	8.40	8.40	8.40	2.998
69	15/06/2006@04:03:47.608 PM	88.1	93.0	93.0	0.641
70	16/06/2006@08:10:26.806 PM	87.2	87.8	87.7	0.480
71	16/06/2006@08:24:23.542 PM	93.0	88.8	94.0	0.489
72	16/06/2006@08:56:53.978 PM	93.0	88.6	94.0	0.490
73	19/06/2006@04:54:01.060 PM	89.0	89.2	89.8	0.300
74	19/06/2006@04:54:02.461 PM	89.6	84.6	93.0	0.430
75	19/06/2006@04:54:18.015 PM	91.0	86.4	92.0	0.451
76	19/06/2006@05:05:10.642 PM	88.8	87.0	90.0	0.331
77	20/06/2006@01:23:33.040 PM	88.0	88.5	89.1	0.209

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
78	20/06/2006@01:23:33.950 PM	91.0	88.1	92.0	0.309
79	21/06/2006@03:50:34.084 PM	89.8	88.8	77.6	0.090
80	23/06/2006@12:32:23.863 PM	94.0	93.0	87.6	0.059
81	23/06/2006@12:44:06.563 PM	90.0	94.0	89.5	0.029
82	25/06/2006@01:49:54.849 PM	94.0	84.1	95.0	0.060
83	30/06/2006@07:32:55.932 AM	85.2	87.0	84.5	0.420
84	30/06/2006@07:32:56.961 AM	85.5	87.5	84.5	0.430
85	30/06/2006@07:38:06.063 AM	86.0	87.6	85.5	0.420
86	30/06/2006@07:38:07.103 AM	86.2	86.4	85.1	0.420
87	30/06/2006@07:39:47.322 AM	88.0	95.0	93.0	0.159
88	30/06/2006@07:40:03.088 AM	80.0	76.0	80.0	0.619
89	03/07/2006@03:05:32.158 PM	75.6	103.0	98.0	0.080
90	03/07/2006@03:05:33.368 PM	76.1	101.0	98.0	0.070
91	05/07/2006@07:37:26.023 PM	95.0	94.0	40.3	0.070
92	05/07/2006@07:37:28.966 PM	95.0	94.0	40.5	0.070
93	16/07/2006@03:12:55.043 PM	96.0	82.9	86.4	0.059
94	21/07/2006@01:49:43.049 PM	97.0	96.0	89.4	0.020
95	28/07/2006@12:52:13.014 PM	102.0	103.0	40.1	0.040
96	05/08/2006@04:40:07.161 AM	97.0	77.9	80.8	0.670
97	05/08/2006@04:48:18.445 AM	100.0	97.0	85.0	0.079
98	12/08/2006@09:26:34.372 AM	104.0	102.0	73.6	0.050
99	24/08/2006@11:26:01.992 AM	83.2	99.0	98.0	0.379
100	24/08/2006@11:26:02.912 AM	81.1	99.0	98.0	0.159
101	24/08/2006@11:26:02.952 AM	69.1	99.0	98.0	0.029
102	24/08/2006@11:26:03.132 AM	85.2	99.0	98.0	0.160
103	05/09/2006@12:10:01.303 AM	87.4	95.0	93.0	0.070
104	12/09/2006@02:34:26.836 AM	100.0	88.3	86.4	0.079

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
105	12/09/2006@02:34:27.155 AM	81.8	88.3	86.4	0.459
106	19/09/2006@02:31:48.158 AM	95.0	76.2	96.0	0.059
107	20/09/2006@03:48:21.625 AM	98.0	96.0	86.1	0.050
108	26/09/2006@05:22:59.950 AM	96.0	94.0	74.8	0.070
109	28/09/2006@05:01:22.790 AM	98.0	76.1	102.0	0.080
110	05/10/2006@07:43:16.609 PM	98.0	96.0	78.2	0.060
111	12/10/2006@01:01:10.590 AM	88.9	95.0	94.0	0.049
112	15/10/2006@03:12:55.404 PM	89.1	91.0	90.0	0.131
113	16/10/2006@01:40:13.830 AM	97.0	95.0	87.4	0.050
114	16/10/2006@09:17:08.747 AM	89.6	89.4	89.9	0.089
115	02/11/2006@08:11:59.048 AM	95.0	97.0	60.8	0.109
116	13/11/2006@05:47:25.096 PM	87.0	89.4	88.6	0.241

ตารางที่ 4 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	23/11/2005@01:07:50.246 PM	0	0	0	210.0
02	23/01/2006@06:54:27.160 AM	0	0	0	1,081.0
03	05/04/2006@12:44:54.136 PM	0	0	0	2.466
04	11/04/2006@04:18:14.638 PM	0	0	0	2.513
05	25/06/2006@09:33:09.585 AM	0	0	0	1,067.0
06	12/09/2006@02:29:18.684 AM	0	0	0	1,436.0

จากตารางที่ 3 และ 4 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

สรุปประจำเดือน 21 พ.ย. 48 – 21 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	1
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	1	0	0	–	1.0000000	0
มกราคม 2549	0	0	1	1	2	1	18.01667	18.01667	0.9995964	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	2	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	13	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	13	0	0	–	1.0000000	2
พฤษภาคม 2549	1	1	1	2	30	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	1	1	1	3	27	1	17.78333	17.78333	0.9995883	0
กรกฎาคม 2549	0	3	3	5	7	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	1	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	0	0	3	7	1	23.93333	23.93333	0.9994460	0
ตุลาคม 2549	0	0	0	1	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (366 วัน)	2	5	8	19	116	3	59.73333	19.91111	0.9998867	3

จากตารางที่ 5 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 1

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 * SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4000 - (0.0667 * SAIFI)$	-0.034	0.116
$SARFI_{70} = 0.6000 + (0.0667 * SAIFI)$	0.034	0.116
$SARFI_{80} = 1.2000 + (1.1330 * SAIFI)$	0.308	9.486
$SARFI_{90} = 8.0000 + (4.0000 * SAIFI)$	0.182	3.312
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1118 + (0.0092 * SAIDI)$	0.216	4.666
$SARFI_{50} = 0.4100 - (0.0055 * SAIDI)$	-0.056	0.314
$SARFI_{70} = 0.6201 - (0.0010 * SAIDI)$	-0.010	0.010
$SARFI_{80} = 1.1882 + (0.0595 * SAIDI)$	0.326	10.628
$SARFI_{90} = 8.1860 + (0.1605 * SAIDI)$	0.147	2.161
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1786 - (0.1071 * MAIFI)$	-0.171	2.924
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 * MAIFI)$	-0.295	8.703
$SARFI_{80} = 1.6964 - (1.0179 * MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 8.9640 - (0.1790 * MAIFI)$	-0.011	0.012

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

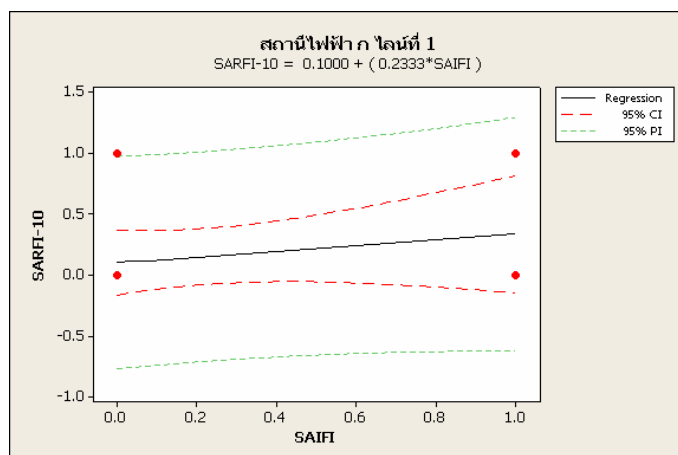
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

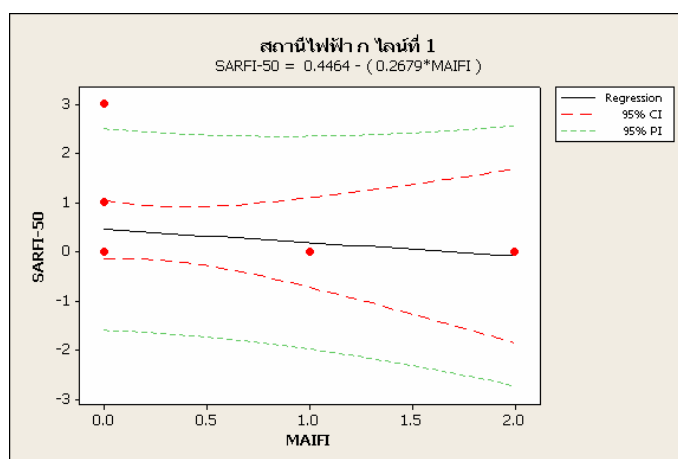
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1	R	R^2 (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 * SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 * MAIFI)$	-0.295	8.703
$SARFI_{80} = 1.6964 - (1.0179 * MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 8.0000 + (4.0000 * SAIFI)$	0.182	3.312

จากตารางที่ 7 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 29 – 33 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

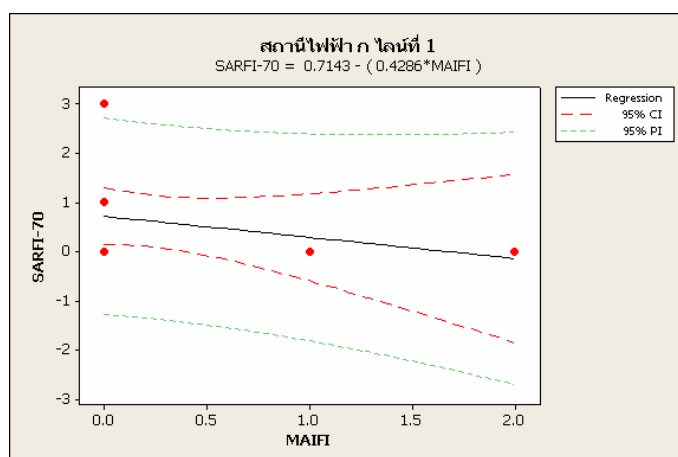
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



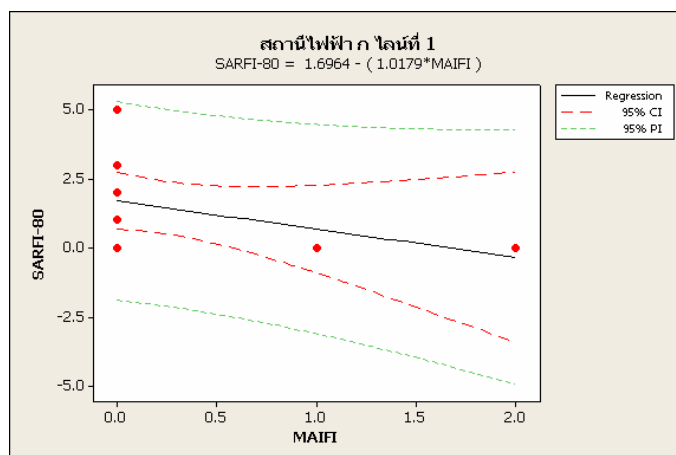
ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{10} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1



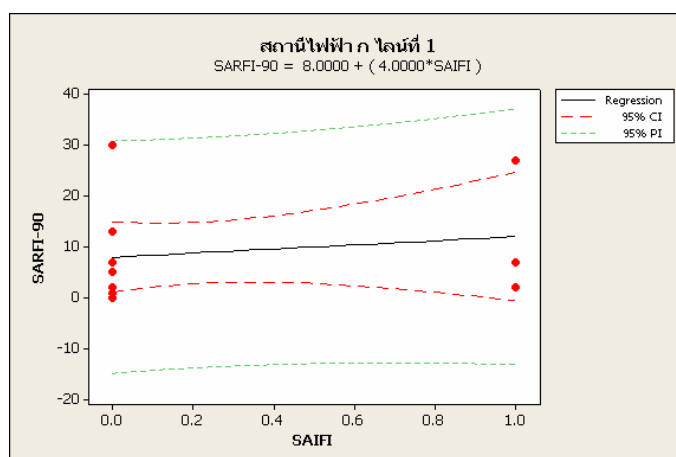
ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 366 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 7 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 5 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
SAIFI	SARFI ₁₀	1.00	3.00	2.00	3.00	9.00	2.00	4.00	3.60
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	11.00	25.00	4.07
MAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	8.00	5.00	9.00	14.00	64.00	6.37
MAIFI	SARFI ₈₀	0.00	3.00	19.00	5.00	9.00	59.00	361.00	7.92
SAIFI	SARFI ₉₀	36.00	3.00	116.00	3.00	9.00	2,152.00	13,456.00	6.72
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1									5.74

จากตารางที่ 8 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₁₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 1.00) - (3.00 \times 2.00)}{\sqrt{[(N \times 3.00) - 9.00][(N \times 2.00) - 4.00]}}$$

$$N = 3.60$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.60 + 4.07 + 6.37 + 7.92 + 6.72)}{5}$$

$$N_{Average} = 5.74$$

ดังนั้นจากตารางที่ 7 และ 8 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.74 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.74 \times 30}{1} = 172.20$ วัน โดย 172.20 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ตามตารางที่ 3 และ 4 ข้างต้นนั้นพบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 366 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 60 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{172.20 \times 366}{60} = 1,050.42$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,050.42 \times 1}{30} = 35.01$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{35.01 \times 1}{12} = 2.92$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 2.92 ปี โดยทั้งนี้จึงมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

1.2 สถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 2 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 2 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 108 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 6 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 9 และ 10 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 9 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	11/12/2005@04:40:20.596 PM	102.0	98.0	82.7	0.059
02	05/01/2006@03:28:55.524 AM	101.0	98.0	88.8	0.360
03	16/01/2006@11:56:47.533 AM	102.0	94.0	63.4	0.090
04	19/02/2006@08:34:56.211 AM	89.5	91.0	90.0	0.261
05	24/02/2006@04:19:47.819 PM	94.0	89.1	95.0	0.119
06	24/02/2006@04:19:48.089 PM	87.3	89.6	87.2	0.390
07	05/03/2006@03:32:22.246 PM	89.2	93.0	91.0	0.040
08	05/03/2006@03:32:23.346 PM	87.6	88.8	88.1	0.470
09	05/03/2006@03:32:38.930 PM	87.1	88.0	87.3	0.479
10	05/03/2006@04:06:30.123 PM	93.0	87.0	94.0	0.440
11	05/03/2006@04:22:21.016 PM	95.0	89.0	95.0	0.279
12	05/03/2006@04:22:21.236 PM	87.8	89.2	88.7	0.489
13	06/03/2006@07:23:59.612 AM	94.0	89.3	95.0	0.250
14	06/03/2006@07:24:00.882 AM	93.0	87.2	95.0	0.439
15	06/03/2006@07:24:16.449 AM	85.2	86.3	85.3	0.230
16	10/03/2006@02:03:51.173 PM	87.5	88.8	88.5	0.050
17	13/03/2006@02:47:43.424 PM	90.0	85.5	91.0	0.100
18	14/03/2006@10:46:52.732 AM	88.6	89.1	89.3	0.240
19	14/03/2006@10:46:54.294 AM	89.1	89.8	89.9	0.311
20	05/04/2006@12:54:30.476 PM	88.0	88.2	92.0	0.101

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	05/04/2006@01:33:53.442 PM	92.0	88.2	92.0	0.059
22	07/04/2006@09:01:32.947 PM	88.2	95.0	93.0	0.260
23	07/04/2006@09:01:33.958 PM	88.1	95.0	93.0	0.100
24	07/04/2006@09:17:33.804 PM	90.0	90.0	89.7	0.100
25	07/04/2006@09:25:50.484 PM	90.0	90.0	89.6	0.110
26	08/04/2006@09:33:50.413 AM	94.0	89.6	94.0	0.521
27	11/04/2006@11:37:14.595 AM	100.0	89.9	100.0	0.269
28	11/04/2006@03:28:20.866 PM	92.0	86.6	93.0	0.470
29	15/04/2006@07:46:23.363 AM	90.0	90.0	89.8	0.010
30	15/04/2006@02:50:41.788 PM	85.4	81.6	85.6	0.209
31	15/04/2006@02:50:43.096 PM	95.0	87.9	96.0	0.389
32	16/04/2006@05:17:23.811 PM	89.2	90.0	91.0	0.030
33	02/05/2006@10:38:58.534 AM	93.0	92.0	89.5	0.010
34	09/05/2006@12:49:14.875 PM	89.2	95.0	94.0	0.039
35	10/05/2006@11:53:32.273 AM	86.1	86.7	87.2	0.190
36	10/05/2006@11:53:33.403 AM	86.0	87.2	86.3	0.490
37	10/05/2006@11:56:59.089 AM	8.70	8.60	8.70	3.045
38	12/05/2006@05:10:03.766 PM	91.0	86.1	93.0	0.321
39	12/05/2006@05:10:04.826 PM	81.7	81.5	82.5	0.461
40	12/05/2006@05:10:20.314 PM	83.1	90.0	89.4	0.290
41	12/05/2006@05:20:44.112 PM	88.8	84.7	91.0	0.220
42	14/05/2006@10:35:05.880 AM	83.4	84.0	84.1	0.280
43	14/05/2006@10:48:12.092 AM	86.2	93.0	91.0	0.070
44	14/05/2006@10:50:06.680 AM	86.4	93.0	91.0	0.050
45	14/05/2006@10:50:07.720 AM	84.5	85.3	85.3	0.250
46	14/05/2006@10:51:40.980 AM	84.5	85.1	85.1	0.269
47	14/05/2006@10:51:41.840 AM	84.7	85.6	85.5	0.269

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
48	14/05/2006@10:57:41.369 AM	86.7	94.0	91.0	0.041
49	14/05/2006@10:57:44.057 AM	85.2	85.7	86.3	0.129
50	15/05/2006@07:04:04.449 AM	76.2	93.0	92.0	0.049
51	18/05/2006@05:43:55.395 AM	96.0	95.0	89.1	0.050
52	28/05/2006@10:50:33.109 AM	89.7	92.0	91.0	0.080
53	31/05/2006@08:54:02.700 AM	91.0	89.8	92.0	0.220
54	31/05/2006@08:54:03.678 AM	87.1	88.3	87.6	0.290
55	02/06/2006@07:53:29.724 PM	89.6	90.0	90.0	0.189
56	02/06/2006@07:53:30.813 PM	91.0	87.0	93.0	0.469
57	02/06/2006@07:53:58.691 PM	82.7	83.4	83.3	0.610
58	02/06/2006@07:54:49.427 PM	89.3	89.8	89.5	0.360
59	03/06/2006@03:29:10.762 PM	85.9	86.8	86.6	0.499
60	08/06/2006@11:11:40.765 AM	88.3	89.0	88.9	0.470
61	11/06/2006@12:22:25.547 AM	9.00	8.00	8.00	2.998
62	15/06/2006@04:03:47.479 PM	88.1	92.0	92.0	0.641
63	16/06/2006@08:10:27.665 PM	87.2	87.9	87.6	0.480
64	16/06/2006@08:24:24.402 PM	93.0	88.9	94.0	0.491
65	16/06/2006@08:56:54.839 PM	93.0	88.7	94.0	0.489
66	19/06/2006@04:54:00.909 PM	89.0	89.3	89.8	0.301
67	19/06/2006@04:54:02.310 PM	89.6	84.7	93.0	0.430
68	19/06/2006@04:54:17.865 PM	91.0	86.4	92.0	0.451
69	19/06/2006@05:05:10.492 PM	88.8	87.1	90.0	0.329
70	20/06/2006@01:23:32.948 PM	88.0	88.6	89.0	0.211
71	20/06/2006@01:23:33.858 PM	91.0	88.2	92.0	0.310
72	21/06/2006@03:50:34.950 PM	89.8	88.9	77.6	0.090
73	23/06/2006@12:32:23.656 PM	94.0	93.0	87.5	0.059
74	23/06/2006@12:44:06.366 PM	90.0	94.0	89.5	0.039

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
75	25/06/2006@01:49:55.723 PM	94.0	84.2	95.0	0.060
76	30/06/2006@07:32:56.056 AM	85.2	87.0	84.5	0.420
77	30/06/2006@07:32:57.084 AM	85.7	87.6	84.6	0.430
78	30/06/2006@07:38:06.186 AM	86.0	87.6	85.4	0.421
79	30/06/2006@07:38:07.226 AM	86.2	86.4	85.0	0.420
80	30/06/2006@07:39:47.445 AM	88.0	95.0	93.0	0.159
81	30/06/2006@07:40:03.211 AM	80.0	76.0	80.0	0.597
82	03/07/2006@03:05:32.260 PM	75.7	103.0	98.0	0.080
83	03/07/2006@03:05:33.471 PM	76.1	101.0	98.0	0.070
84	05/07/2006@07:37:26.019 PM	95.0	94.0	40.2	0.070
85	05/07/2006@07:37:28.962 PM	95.0	94.0	40.4	0.070
86	16/07/2006@03:12:54.951 PM	96.0	83.0	86.3	0.060
87	21/07/2006@01:49:42.871 PM	97.0	96.0	89.4	0.040
88	28/07/2006@12:52:12.924 PM	102.0	103.0	40.1	0.040
89	05/08/2006@04:40:07.010 AM	97.0	77.9	80.7	0.670
90	05/08/2006@04:48:18.294 AM	100.0	97.0	84.9	0.079
91	12/08/2006@09:26:35.038 AM	104.0	103.0	73.6	0.049
92	24/08/2006@11:26:02.284 AM	83.2	99.0	98.0	0.379
93	24/08/2006@11:26:03.213 AM	81.0	99.0	98.0	0.159
94	24/08/2006@11:26:03.253 AM	69.1	99.0	98.0	0.029
95	24/08/2006@11:26:03.423 AM	87.2	100.0	98.0	0.160
96	05/09/2006@12:10:01.377 AM	87.4	95.0	93.0	0.070
97	12/09/2006@02:34:26.807 AM	81.8	88.4	86.4	0.459
98	19/09/2006@02:31:48.744 AM	95.0	76.3	96.0	0.059
99	20/09/2006@03:48:21.218 AM	98.0	96.0	86.1	0.051
100	26/09/2006@05:23:00.640 AM	96.0	94.0	74.7	0.071
101	28/09/2006@05:01:22.457 AM	98.0	76.1	101.0	0.081

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
102	05/10/2006@07:43:16.199 PM	98.0	96.0	78.2	0.060
103	12/10/2006@01:01:10.175 AM	88.9	95.0	94.0	0.049
104	15/10/2006@03:12:55.187 PM	89.1	91.0	90.0	0.130
105	16/10/2006@01:40:13.659 AM	97.0	95.0	87.4	0.049
106	16/10/2006@09:17:08.568 AM	89.6	89.5	89.8	0.090
107	02/11/2006@08:11:58.965 AM	95.0	98.0	60.7	0.111
108	13/11/2006@05:47:24.999 PM	86.9	89.5	88.5	0.240

ตารางที่ 10 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	23/11/2005@01:07:50.863 PM	0	0	0	210.0
02	23/01/2006@06:54:26.984 AM	0	0	0	1,080.0
03	05/04/2006@12:44:54.418 PM	0	0	0	2.465
04	11/04/2006@04:18:14.525 PM	0	0	0	2.511
05	25/06/2006@09:33:09.438 AM	0	0	0	1,068.0
06	12/09/2006@02:29:18.316 AM	0	0	0	1,436.0

จากตารางที่ 9 และ 10 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

สรุปประจำเดือน 21 พ.ย. 48 – 21 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	1
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	1	0	0	–	1.0000000	0
มกราคม 2549	0	0	1	1	2	1	18.00000	18.00000	0.9995968	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	3	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	13	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	13	0	0	–	1.0000000	2
พฤษภาคม 2549	1	1	1	2	22	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	1	1	1	3	27	1	17.80000	17.80000	0.9995880	0
กรกฎาคม 2549	0	3	3	5	7	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	1	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	0	0	3	6	1	23.93333	23.93333	0.9994460	0
ตุลาคม 2549	0	0	0	1	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (366 วัน)	2	5	8	19	108	3	59.73333	19.91111	0.9998867	3

จากตารางที่ 11 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 * SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4000 - (0.0667 * SAIFI)$	-0.034	0.116
$SARFI_{70} = 0.6000 + (0.0667 * SAIFI)$	0.034	0.116
$SARFI_{80} = 1.2000 + (1.1330 * SAIFI)$	0.308	9.486
$SARFI_{90} = 7.3000 + (4.3670 * SAIFI)$	0.230	5.290
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1117 + (0.0092 * SAIDI)$	0.216	4.666
$SARFI_{50} = 0.4099 - (0.0055 * SAIDI)$	-0.056	0.314
$SARFI_{70} = 0.6201 - (0.0010 * SAIDI)$	-0.010	0.010
$SARFI_{80} = 1.1881 + (0.0595 * SAIDI)$	0.326	10.628
$SARFI_{90} = 7.5060 + (0.1746 * SAIDI)$	0.186	3.460
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1786 - (0.1071 * MAIFI)$	-0.171	2.924
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 * MAIFI)$	-0.295	8.703
$SARFI_{80} = 1.6964 - (1.0179 * MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 8.2500 + (0.2500 * MAIFI)$	0.018	0.032

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

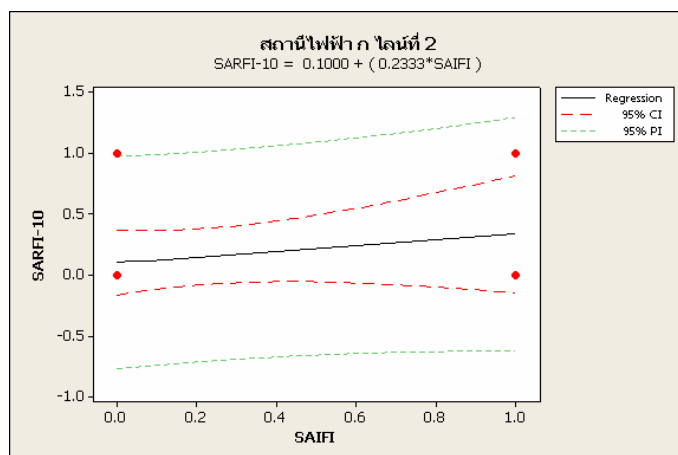
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

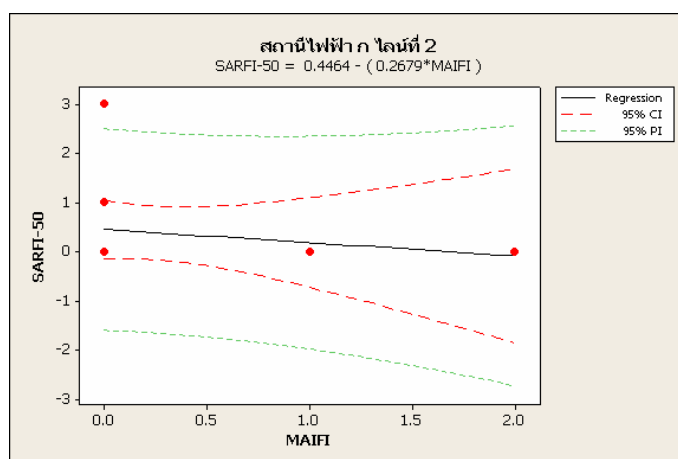
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2	R	R^2 (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 \cdot SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 \cdot MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 \cdot MAIFI)$	-0.295	8.703
$SARFI_{80} = 1.6964 - (1.0179 \cdot MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 7.3000 + (4.3670 \cdot SAIFI)$	0.230	5.290

จากตารางที่ 13 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 34 – 38 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

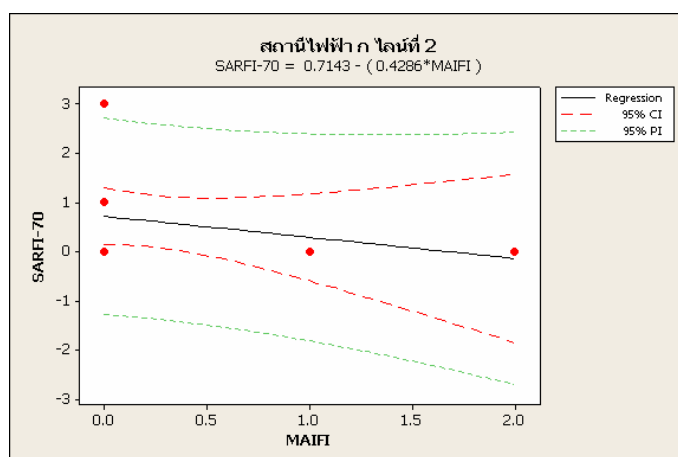
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



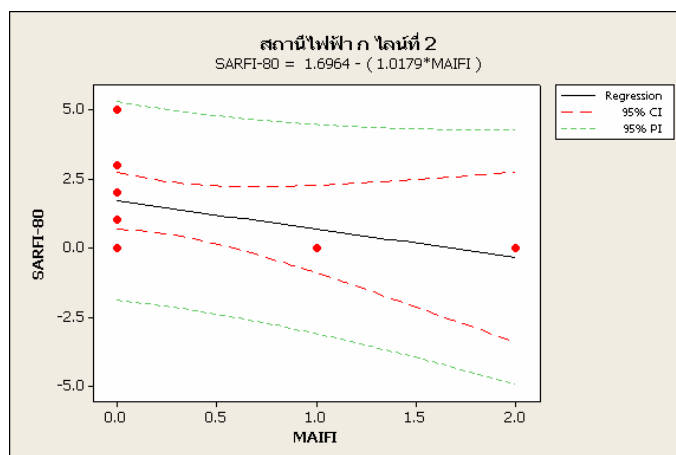
ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{10} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2



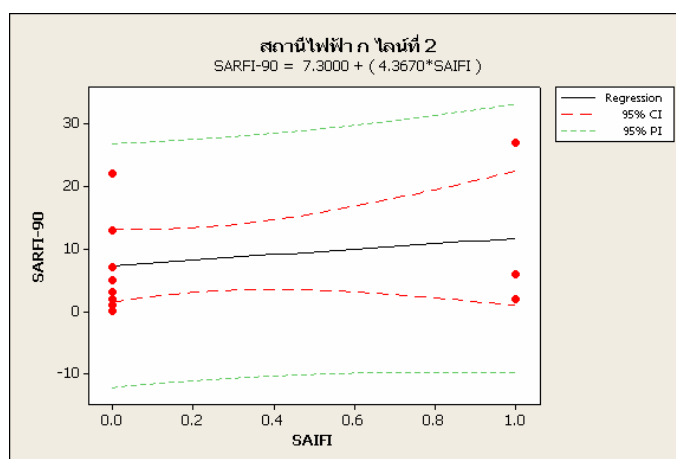
ภาพที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 366 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 13 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 11 และ 13 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
SAIFI	SARFI ₁₀	1.00	3.00	2.00	3.00	9.00	2.00	4.00	3.60
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	11.00	25.00	4.07
MAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	8.00	5.00	9.00	14.00	64.00	6.37
MAIFI	SARFI ₈₀	0.00	3.00	19.00	5.00	9.00	59.00	361.00	7.92
SAIFI	SARFI ₉₀	35.00	3.00	108.00	3.00	9.00	1,728.00	11,664.00	7.04
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2									5.80

จากตารางที่ 14 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₁₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 1.00) - (3.00 \times 2.00)}{\sqrt{[(N \times 3.00) - 9.00][(N \times 2.00) - 4.00]}}$$

$$N = 3.60$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.60 + 4.07 + 6.37 + 7.92 + 7.04)}{5}$$

$$N_{Average} = 5.80$$

ดังนั้นจากตารางที่ 13 และ 14 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.80 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.80 \times 30}{1} = 174.00$ วัน โดย 174.00 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ตามตารางที่ 9 และ 10 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 366 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 59 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{174.00 \times 366}{59} = 1,079.39$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,079.39 \times 1}{30} = 35.98$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{35.98 \times 1}{12} = 3.00$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 3.00 ปี โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

1.3 สถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 109 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 6 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 15 และ 16 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 15 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	11/12/2005@04:40:19.969 PM	102.0	98.0	82.8	0.060
02	05/01/2006@03:28:55.031 AM	101.0	98.0	88.8	0.360
03	16/01/2006@11:56:46.016 AM	102.0	94.0	63.4	0.089
04	19/02/2006@08:34:56.798 AM	89.5	91.0	90.0	0.260
05	24/02/2006@04:19:48.060 PM	94.0	85.0	99.0	0.109
06	24/02/2006@04:19:48.330 PM	87.3	89.6	87.2	0.390
07	05/03/2006@03:32:22.002 PM	89.2	93.0	91.0	0.040
08	05/03/2006@03:32:23.102 PM	87.6	88.8	88.1	0.470
09	05/03/2006@03:32:38.688 PM	87.0	88.0	87.4	0.481
10	05/03/2006@04:06:29.878 PM	93.0	87.0	94.0	0.441
11	05/03/2006@04:22:20.760 PM	95.0	89.0	95.0	0.260
12	05/03/2006@04:22:20.990 PM	87.7	89.2	88.7	0.490
13	06/03/2006@07:23:59.312 AM	94.0	89.4	95.0	0.239
14	06/03/2006@07:24:00.592 AM	93.0	87.2	95.0	0.439
15	06/03/2006@07:24:16.159 AM	85.2	86.3	85.3	0.229
16	10/03/2006@02:03:51.359 PM	92.0	89.0	93.0	0.221
17	10/03/2006@02:03:51.439 PM	87.5	88.8	88.5	0.050
18	13/03/2006@02:47:43.605 PM	90.0	85.5	91.0	0.100
19	14/03/2006@10:46:52.791 AM	88.6	89.1	89.3	0.240
20	14/03/2006@10:46:54.353 AM	89.1	89.8	89.9	0.300

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	05/04/2006@12:54:29.990 PM	87.8	88.3	92.0	0.200
22	05/04/2006@01:33:52.854 PM	92.0	88.3	92.0	0.059
23	07/04/2006@09:01:33.196 PM	88.2	95.0	93.0	0.260
24	07/04/2006@09:01:34.206 PM	88.1	95.0	93.0	0.100
25	07/04/2006@09:17:34.051 PM	90.0	90.0	89.7	0.091
26	07/04/2006@09:25:50.730 PM	90.0	90.0	89.7	0.110
27	08/04/2006@09:33:49.214 AM	94.0	89.0	94.0	0.160
28	11/04/2006@03:28:20.756 PM	92.0	86.6	93.0	0.470
29	15/04/2006@07:46:22.594 AM	90.0	90.0	89.5	0.010
30	15/04/2006@02:50:42.037 PM	85.4	81.7	85.7	0.249
31	16/04/2006@05:17:22.990 PM	89.1	91.0	91.0	0.030
32	02/05/2006@10:38:58.790 AM	93.0	91.0	89.7	0.010
33	09/05/2006@12:49:14.843 PM	89.2	95.0	94.0	0.050
34	10/05/2006@11:53:32.162 AM	86.1	86.7	87.2	0.200
35	10/05/2006@11:53:33.283 AM	85.9	87.2	86.4	0.500
36	10/05/2006@11:56:58.977 AM	8.70	8.60	3.60	3.044
37	12/05/2006@05:10:04.471 PM	91.0	86.1	93.0	0.321
38	12/05/2006@05:10:05.531 PM	81.5	81.4	82.5	0.461
39	12/05/2006@05:10:21.019 PM	83.2	90.0	89.5	0.289
40	12/05/2006@05:20:44.815 PM	88.8	84.7	91.0	0.220
41	14/05/2006@10:35:05.329 AM	83.4	84.0	84.2	0.281
42	14/05/2006@10:48:11.538 AM	86.2	93.0	91.0	0.070
43	14/05/2006@10:50:06.126 AM	86.4	93.0	91.0	0.050
44	14/05/2006@10:50:07.167 AM	84.5	85.3	85.4	0.250
45	14/05/2006@10:51:40.426 AM	84.5	85.2	85.2	0.270
46	14/05/2006@10:51:41.286 AM	84.7	85.6	85.6	0.269
47	14/05/2006@10:57:40.814 AM	86.7	94.0	91.0	0.040

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
48	14/05/2006@10:57:43.502 AM	85.2	85.7	86.4	0.130
49	15/05/2006@07:04:04.725 AM	76.2	93.0	92.0	0.050
50	18/05/2006@05:43:56.273 AM	96.0	95.0	89.1	0.049
51	28/05/2006@10:50:33.822 AM	89.7	92.0	91.0	0.080
52	31/05/2006@08:54:03.212 AM	92.0	89.8	94.0	0.219
53	31/05/2006@08:54:04.190 AM	87.1	88.4	87.6	0.289
54	02/06/2006@07:53:29.883 PM	89.6	90.0	90.0	0.189
55	02/06/2006@07:53:30.972 PM	91.0	87.0	93.0	0.460
56	02/06/2006@07:53:58.849 PM	82.8	83.4	83.4	0.610
57	02/06/2006@07:54:49.585 PM	89.3	89.8	89.6	0.361
58	03/06/2006@03:29:10.799 PM	85.9	86.9	86.7	0.500
59	08/06/2006@11:11:40.118 AM	88.4	89.1	89.0	0.470
60	11/06/2006@12:22:25.648 AM	8.70	8.40	4.30	2.987
61	15/06/2006@04:03:47.498 PM	88.0	92.0	92.0	0.561
62	15/06/2006@04:03:47.578 PM	88.2	93.0	93.0	0.651
63	16/06/2006@08:10:27.693 PM	87.2	87.9	87.6	0.479
64	16/06/2006@08:24:24.429 PM	93.0	88.9	94.0	0.491
65	16/06/2006@08:56:54.863 PM	93.0	88.7	94.0	0.490
66	19/06/2006@04:54:00.425 PM	89.1	89.3	89.8	0.310
67	19/06/2006@04:54:01.826 PM	89.6	84.5	93.0	0.430
68	19/06/2006@04:54:17.380 PM	91.0	86.5	92.0	0.450
69	19/06/2006@05:05:10.006 PM	88.8	87.1	90.0	0.340
70	20/06/2006@01:23:32.328 PM	88.1	88.4	89.4	0.219
71	20/06/2006@01:23:33.238 PM	91.0	88.2	92.0	0.310
72	21/06/2006@03:50:34.153 PM	90.0	88.9	77.5	0.090
73	23/06/2006@12:32:23.706 PM	95.0	93.0	87.5	0.050
74	23/06/2006@12:44:06.414 PM	90.0	94.0	89.5	0.040

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
75	25/06/2006@09:15:07.644 AM	64.2	87.4	86.3	0.562
76	25/06/2006@01:49:55.516 PM	94.0	84.2	95.0	0.060
77	30/06/2006@07:32:56.199 AM	85.2	87.1	84.5	0.419
78	30/06/2006@07:32:57.228 AM	85.3	86.2	84.3	0.429
79	30/06/2006@07:38:06.329 AM	86.0	87.7	85.4	0.420
80	30/06/2006@07:38:07.369 AM	86.2	86.5	85.1	0.429
81	30/06/2006@07:39:47.637 AM	88.0	95.0	93.0	0.209
82	30/06/2006@07:40:03.354 AM	80.2	76.1	80.3	0.618
83	03/07/2006@03:05:32.855 PM	75.7	103.0	98.0	0.080
84	03/07/2006@03:05:34.066 PM	76.1	101.0	98.0	0.070
85	05/07/2006@07:37:26.255 PM	95.0	94.0	40.2	0.071
86	05/07/2006@07:37:29.198 PM	95.0	95.0	40.5	0.070
87	16/07/2006@03:12:53.607 PM	96.0	83.0	86.3	0.060
88	21/07/2006@01:49:40.852 PM	97.0	96.0	89.4	0.030
89	28/07/2006@12:52:13.078 PM	102.0	104.0	39.9	0.040
90	05/08/2006@04:40:07.133 AM	97.0	77.9	80.8	0.671
91	05/08/2006@04:48:18.417 AM	100.0	97.0	85.0	0.079
92	12/08/2006@09:26:35.248 AM	104.0	103.0	73.6	0.050
93	24/08/2006@11:26:02.424 AM	83.1	99.0	98.0	0.379
94	24/08/2006@11:26:03.353 AM	81.5	99.0	98.0	0.159
95	24/08/2006@11:26:03.393 AM	69.2	100.0	98.0	0.010
96	24/08/2006@11:26:03.563 AM	85.4	100.0	98.0	0.160
97	05/09/2006@12:10:01.168 AM	87.4	95.0	93.0	0.070
98	12/09/2006@02:34:26.776 AM	81.8	88.5	86.8	0.459
99	19/09/2006@02:31:47.967 AM	95.0	76.3	96.0	0.059
100	20/09/2006@03:48:21.290 AM	98.0	96.0	86.1	0.050
101	26/09/2006@05:23:00.749 AM	96.0	94.0	74.7	0.070

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
102	28/09/2006@05:01:23.246 AM	98.0	76.1	102.0	0.080
103	05/10/2006@07:43:17.139 PM	98.0	96.0	78.2	0.059
104	12/10/2006@01:01:10.173 AM	88.9	95.0	94.0	0.049
105	15/10/2006@03:12:55.582 PM	89.1	91.0	90.0	0.130
106	16/10/2006@01:40:13.940 AM	97.0	95.0	87.4	0.051
107	16/10/2006@09:17:07.783 AM	89.6	89.5	89.9	0.079
108	02/11/2006@08:11:59.143 AM	95.0	98.0	60.7	0.110
109	13/11/2006@05:47:24.573 PM	87.0	89.6	88.6	0.240

ตารางที่ 16 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ก ไกลนที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	23/11/2005@01:07:50.672 PM	0	0	0	209.0
02	23/01/2006@06:54:26.852 AM	0	0	0	1,080.0
03	05/04/2006@12:44:53.833 PM	0	0	0	2.465
04	11/04/2006@04:18:14.409 PM	0	0	0	2.512
05	25/06/2006@09:33:09.152 AM	0	0	0	1,068.0
06	12/09/2006@02:29:18.145 AM	0	0	0	1,436.0

จากตารางที่ 15 และ 16 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้นพบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3

สรุปประจำเดือน 21 พ.ย. 48 – 21 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	1
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	1	0	0	–	1.0000000	0
มกราคม 2549	0	0	1	1	2	1	18.00000	18.00000	0.9995968	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	3	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	14	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	11	0	0	–	1.0000000	2
พฤษภาคม 2549	1	1	1	2	22	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	1	1	2	4	29	1	17.80000	17.80000	0.9995880	0
กรกฎาคม 2549	0	3	3	5	7	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	1	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	0	0	3	6	1	23.93333	23.93333	0.9994460	0
ตุลาคม 2549	0	0	0	1	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (366 วัน)	2	5	9	20	109	3	59.73333	19.91111	0.9998867	3

จากตารางที่ 17 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 * SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4000 - (0.0667 * SAIFI)$	-0.034	0.116
$SARFI_{70} = 0.6000 + (0.4000 * SAIFI)$	0.185	3.423
$SARFI_{80} = 1.2000 + (1.4670 * SAIFI)$	0.375	14.063
$SARFI_{90} = 7.2000 + (5.1330 * SAIFI)$	0.259	6.708
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1117 + (0.0092 * SAIDI)$	0.216	4.666
$SARFI_{50} = 0.4099 - (0.0055 * SAIDI)$	-0.056	0.314
$SARFI_{70} = 0.6324 + (0.0130 * SAIDI)$	0.122	1.488
$SARFI_{80} = 1.2004 + (0.0736 * SAIDI)$	0.380	14.440
$SARFI_{90} = 7.4310 + (0.2076 * SAIDI)$	0.211	4.452
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1786 - (0.1071 * MAIFI)$	-0.171	2.924
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.8036 - (0.4821 * MAIFI)$	-0.305	9.303
$SARFI_{80} = 1.7857 - (1.0714 * MAIFI)$	-0.375	14.063
$SARFI_{90} = 8.5540 - (0.7320 * MAIFI)$	-0.051	0.260

จากตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

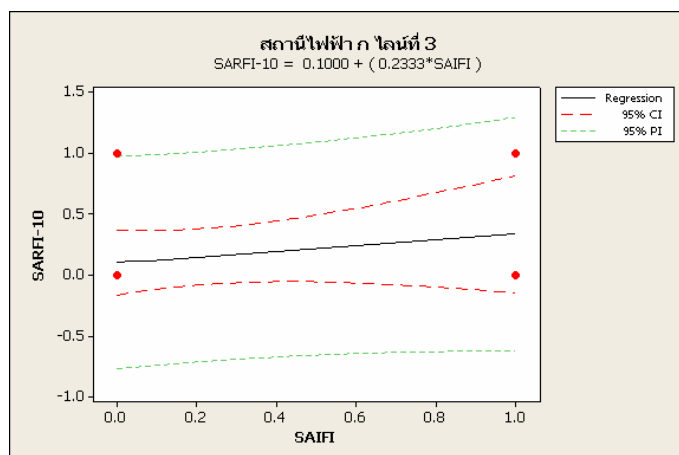
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 3

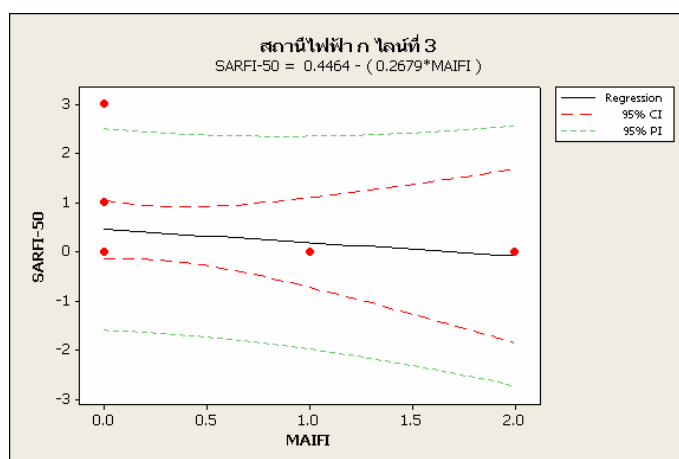
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 3	R	R^2 (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 \cdot SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 \cdot MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.8036 - (0.4821 \cdot MAIFI)$	-0.305	9.303
$SARFI_{80} = 1.2004 + (0.0736 \cdot SAIDI)$	0.380	14.440
$SARFI_{90} = 7.2000 + (5.1330 \cdot SAIFI)$	0.259	6.708

จากตารางที่ 19 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก โล้นที่ 3 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 39 – 43 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

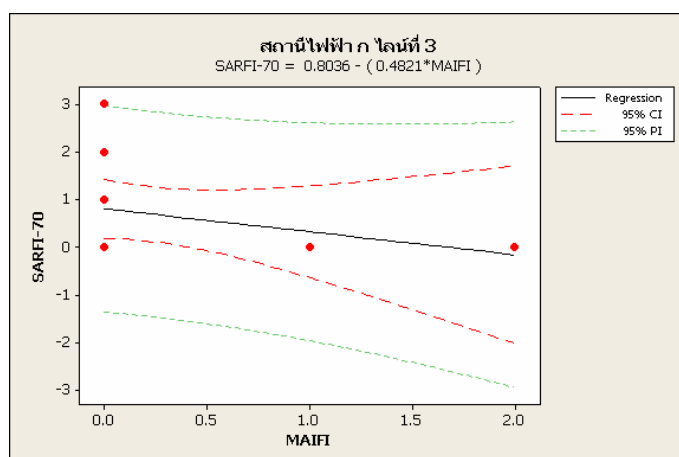
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



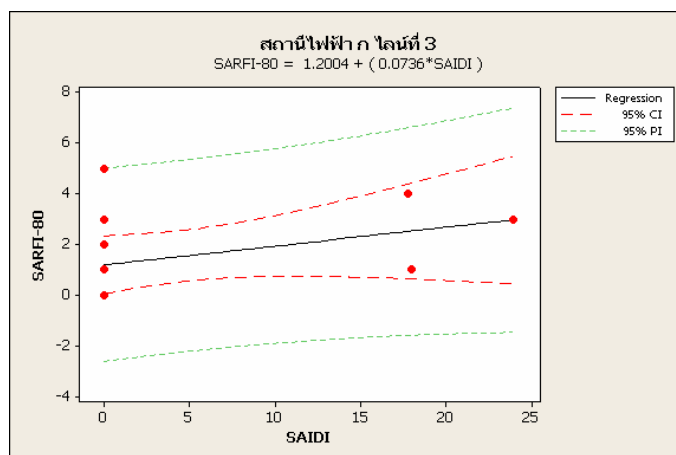
ภาพที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{10} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก. ไลน์ที่ 3



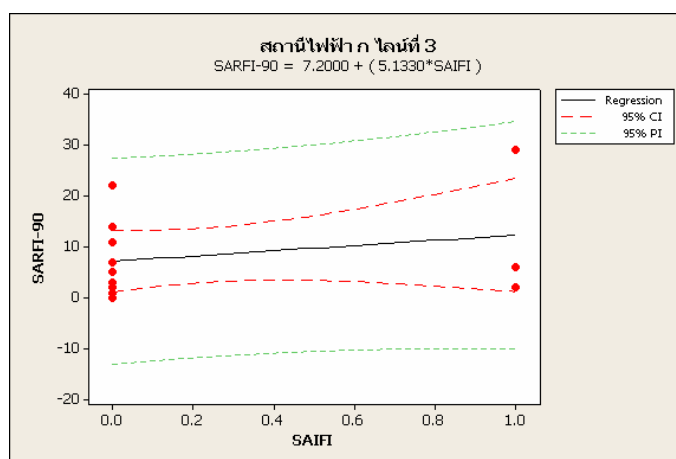
ภาพที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก. ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก. ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3

จากตารางที่ 19 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 366 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3 ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 19 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 17 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
SAIFI	SARFI ₁₀	1.00	3.00	2.00	3.00	9.00	2.00	4.00	3.60
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	11.00	25.00	4.07
MAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	9.00	5.00	9.00	17.00	81.00	6.56
SAIDI	SARFI ₈₀	161.00	59.73	20.00	1,213.64	3,568.07	66.00	400.00	6.21
SAIFI	SARFI ₉₀	37.00	3.00	109.00	3.00	9.00	1,819.00	11,881.00	6.80
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3									5.45

จากตารางที่ 20 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₁₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 1.00) - (3.00 \times 2.00)}{\sqrt{[(N \times 3.00) - 9.00][(N \times 2.00) - 4.00]}}$$

$$N = 3.60$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.60 + 4.07 + 6.56 + 6.21 + 6.80)}{5}$$

$$N_{Average} = 5.45$$

ดังนั้นจากตารางที่ 19 และ 20 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.45 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.45 \times 30}{1} = 163.50$ วัน โดย 163.50 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 ตามตารางที่ 15 และ 16 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 366 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 59 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{163.50 \times 366}{59} = 1,014.25$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,014.25 \times 1}{30} = 33.81$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{33.81 \times 1}{12} = 2.82$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 2.82 ปี โดยทั้งนี้จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

1.4 สถานีไฟฟ้า ก จากข้อมูลสรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 – 3 ตามตารางที่ 5, 11 และ 17 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังในลักษณะภาพรวมของทั้งสถานีไฟฟ้า ก โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ก

สรุปประจำเดือน 21 พ.ย. 48 – 21 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	1
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	1	0	0	–	1.0000000	0
มกราคม 2549	0	0	1	1	2	1	18.00556	18.00556	0.9995966	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	2.66667	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	13.33333	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	12.33333	0	0	–	1.0000000	2
พฤษภาคม 2549	1	1	1	2	24.66667	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	1	1	1.33333	3.33333	27.66667	1	17.79444	17.79444	0.9995881	0
กรกฎาคม 2549	0	3	3	5	7	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	1	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	0	0	3	6.33333	1	23.93333	23.93333	0.9994460	0
ตุลาคม 2549	0	0	0	1	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (366 วัน)	2	5	8.33333	19.33333	111	3	59.73333	19.91111	0.9998867	3

จากตารางที่ 21 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 * SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4000 - (0.0667 * SAIFI)$	-0.034	0.116
$SARFI_{70} = 0.6000 + (0.1778 * SAIFI)$	0.088	0.774
$SARFI_{80} = 1.2000 + (1.2440 * SAIFI)$	0.332	11.022
$SARFI_{90} = 7.5000 + (4.5000 * SAIFI)$	0.224	5.018
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1117 + (0.0092 * SAIDI)$	0.216	4.666
$SARFI_{50} = 0.4100 - (0.0055 * SAIDI)$	-0.056	0.314
$SARFI_{70} = 0.6242 + (0.0037 * SAIDI)$	0.037	0.137
$SARFI_{80} = 1.1922 + (0.0642 * SAIDI)$	0.346	11.972
$SARFI_{90} = 7.7070 + (0.1809 * SAIDI)$	0.181	3.276
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1786 - (0.1071 * MAIFI)$	-0.171	2.924
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7440 - (0.4464 * MAIFI)$	-0.302	9.120
$SARFI_{80} = 1.7262 - (1.0357 * MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 8.5890 - (0.2200 * MAIFI)$	-0.015	0.023

จากตารางที่ 22 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

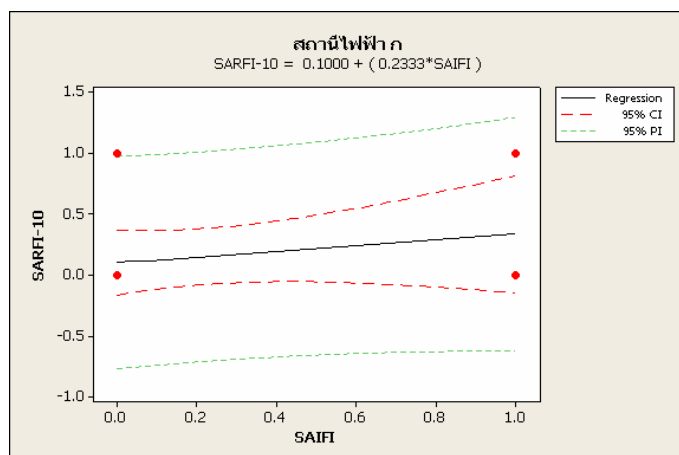
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก

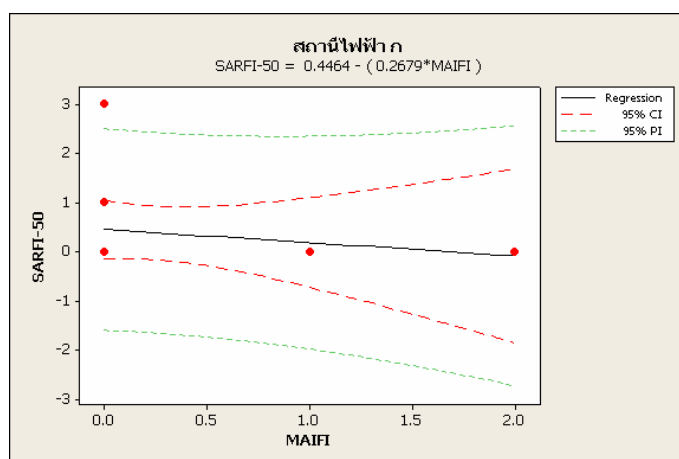
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	R	R^2 (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (0.2333 \cdot SAIFI)$	0.272	7.398
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 \cdot MAIFI)$	-0.185	3.423
$SARFI_{70} = 0.7440 - (0.4464 \cdot MAIFI)$	-0.302	9.120
$SARFI_{80} = 1.7262 - (1.0357 \cdot MAIFI)$	-0.378	14.288
$SARFI_{90} = 7.5000 + (4.5000 \cdot SAIFI)$	0.224	5.018

จากตารางที่ 23 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 44 – 48 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

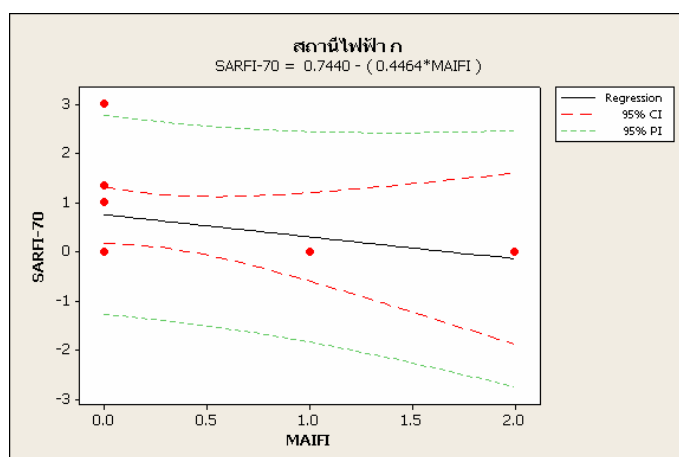
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



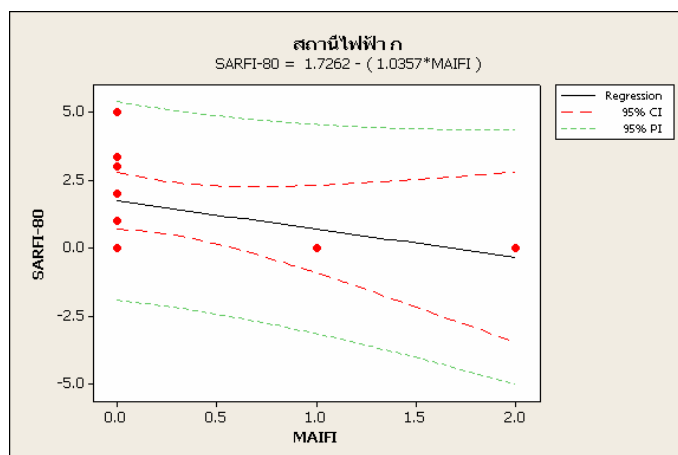
ภาพที่ 44 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{10} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก



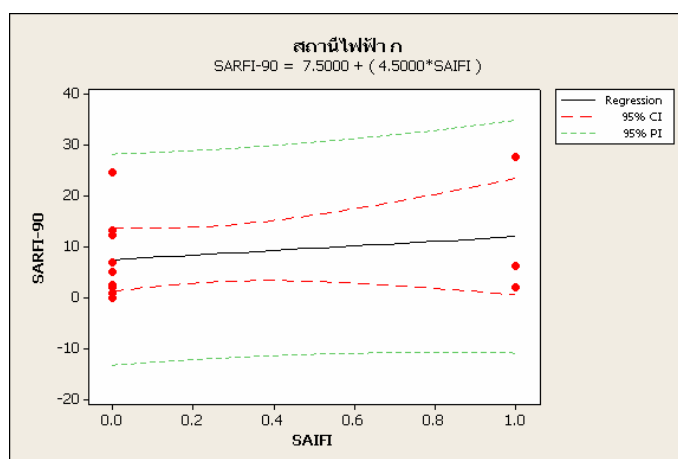
ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 46 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 48 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{90} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ก

จากตารางที่ 23 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 366 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 23 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 22 และ 24 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
SAIFI	SARFI ₁₀	1.00	3.00	2.00	3.00	9.00	2.00	4.00	3.60
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	11.00	25.00	4.07
MAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	8.33	5.00	9.00	14.78	69.44	6.50
MAIFI	SARFI ₈₀	0.00	3.00	19.33	5.00	9.00	61.11	373.78	7.92
SAIFI	SARFI ₉₀	36.00	3.00	111.00	3.00	9.00	1,883.00	12,321.00	6.88
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก									5.79

จากตารางที่ 24 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₁₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 1.00) - (3.00 \times 2.00)}{\sqrt{[(N \times 3.00) - 9.00][(N \times 2.00) - 4.00]}}$$

$$N = 3.60$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ก ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.60 + 4.07 + 6.50 + 7.92 + 6.88)}{5}$$

$$N_{Average} = 5.79$$

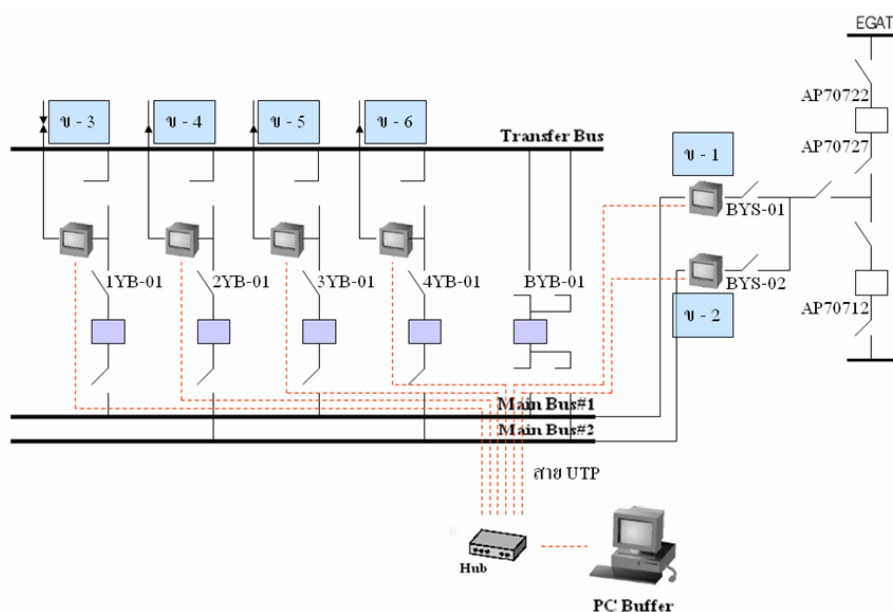
ดังนั้นจากตารางที่ 23 และ 24 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.79 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.79 \times 30}{1} = 173.70$ วัน โดย 173.70 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1 – 3 ตามรายละเอียดข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 366 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ก จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ $\frac{(60 + 59 + 59)}{3} = 59.33$ วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ก นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{173.70 \times 366}{59.33} = 1,071.54$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,071.54 \times 1}{30} = 35.72$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{35.72 \times 1}{12} = 2.98$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ก ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 2.98 ปี โดยทั้งนี้มิจูงม่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้ค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2. สถานีไฟฟ้า ข

สถานีไฟฟ้า ข ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 ทั้งหมด 6 เครื่อง โดยมีข้อมูลการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดเริ่มตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2548 – 12 พฤศจิกายน 2549 (รวม 369 วัน) และสถานีไฟฟ้า ข มีการเชื่อมต่อกับสถานีไฟฟ้า ค และสถานีไฟฟ้า ง ดังภาพที่ 49



ภาพที่ 49 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ข

2.1 สถานีไฟฟ้า ข เส้นทางที่ 1 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข เส้นทางที่ 1 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งรวมทั้งหมด 25 เหตุการณ์ และมีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งรวมทั้งหมด 3 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 25 และ 26 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 25 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น
ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:35:38.742 PM	99.0	88.0	99.0	0.050
02	09/04/2006@02:44:51.970 PM	86.0	95.0	95.0	0.100
03	11/04/2006@04:20:11.630 PM	99.0	98.0	88.6	0.050
04	14/04/2006@01:05:33.597 PM	98.0	98.0	83.3	0.060
05	15/04/2006@03:03:49.522 PM	95.0	89.8	96.0	0.010
06	04/04/2006@05:14:40.832 AM	87.1	102.0	100.0	0.310
07	09/05/2006@12:52:14.976 PM	75.2	101.0	98.0	0.070
08	10/05/2006@11:59:58.131 AM	101.0	99.0	88.9	0.050
09	15/05/2006@07:07:16.372 AM	36.3	96.0	96.0	0.059
10	18/05/2006@05:46:02.979 AM	98.0	98.0	74.2	0.070
11	18/05/2006@06:36:56.202 AM	83.6	83.1	98.0	0.070
12	11/06/2006@12:24:43.585 AM	98.0	97.0	86.7	0.069
13	13/06/2006@04:41:52.795 PM	63.8	101.0	101.0	0.020
14	15/06/2006@04:06:10.965 PM	85.2	101.0	98.0	0.641
15	21/06/2006@03:53:00.247 PM	96.0	96.0	50.3	0.090
16	23/06/2006@12:34:49.900 PM	102.0	101.0	70.6	0.069
17	23/06/2006@12:46:32.598 PM	85.5	97.0	84.3	0.060
18	23/06/2006@09:44:35.769 PM	87.6	88.5	87.3	0.049
19	25/06/2006@09:17:35.371 AM	44.2	102.0	96.0	0.080
20	03/07/2006@01:39:08.410 PM	97.0	95.0	58.8	0.070
21	03/09/2006@03:22:18.174 AM	45.9	95.0	36.8	0.090
22	29/09/2006@04:08:54.179 AM	98.0	98.0	85.3	0.050
23	13/10/2006@01:38:31.857 PM	93.0	95.0	18.2	0.080
24	13/10/2006@03:55:59.193 PM	39.7	95.0	91.0	0.089
25	28/10/2006@09:02:01.073 AM	55.6	95.0	93.0	0.130

ตารางที่ 26 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.417 AM	0	0	0	483.7
02	19/02/2006@06:26:36.231 PM	0	0	0	45,848.6
03	26/02/2006@04:37:51.015 PM	0	0	0	31,888.2

จากตารางที่ 25 และ 26 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06167	8.06167	0.9998194	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	2	1,295.61333	647.80667	0.9678667	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	1	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	0	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	2	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	5	9	12	25	3	1,303.67500	434.55833	0.9975465	0

จากตารางที่ 27 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * SAIFI)$	-0.247	6.101
$SARFI_{70} = 0.8036 - (0.4821 * SAIFI)$	-0.260	6.760
$SARFI_{80} = 1.0714 - (0.6429 * SAIFI)$	-0.267	7.129
$SARFI_{90} = 2.2321 - (1.3390 * SAIFI)$	-0.292	8.526
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4171 - (0.0003 * SAIDI)$	-0.179	3.204
$SARFI_{70} = 0.7508 - (0.0006 * SAIDI)$	-0.189	3.572
$SARFI_{80} = 1.0010 - (0.0008 * SAIDI)$	-0.194	3.764
$SARFI_{90} = 2.0855 - (0.0016 * SAIDI)$	-0.211	4.452
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 28 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

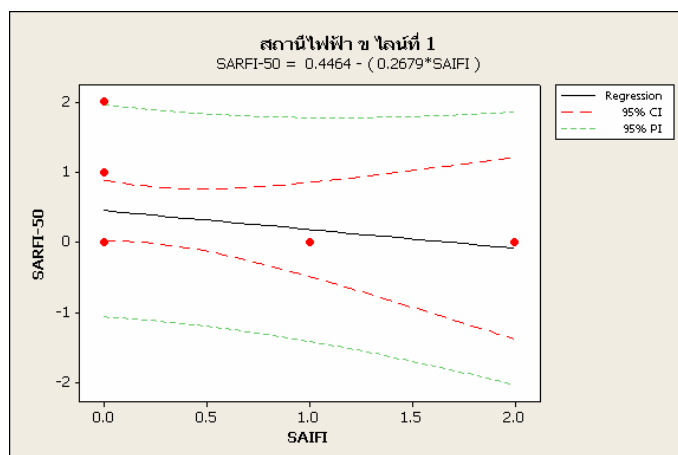
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

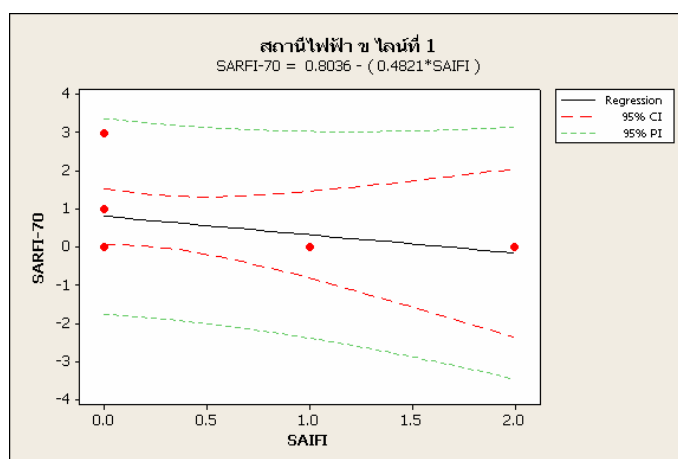
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * SAIFI)$	-0.247	6.101
$SARFI_{70} = 0.8036 - (0.4821 * SAIFI)$	-0.260	6.760
$SARFI_{80} = 1.0714 - (0.6429 * SAIFI)$	-0.267	7.129
$SARFI_{90} = 2.2321 - (1.3390 * SAIFI)$	-0.292	8.526

จากตารางที่ 29 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 50 – 53 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

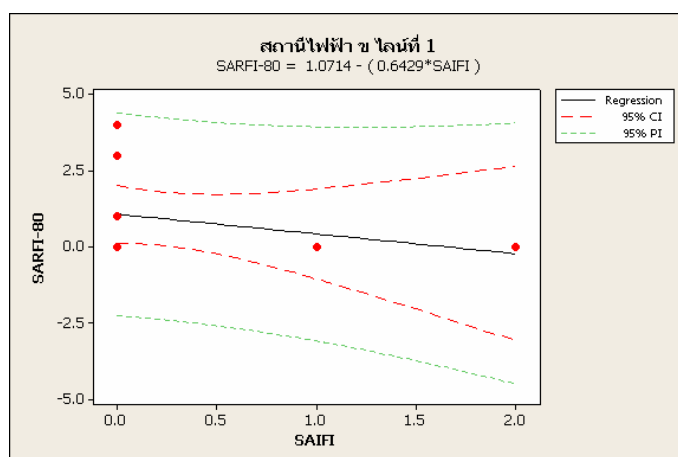
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



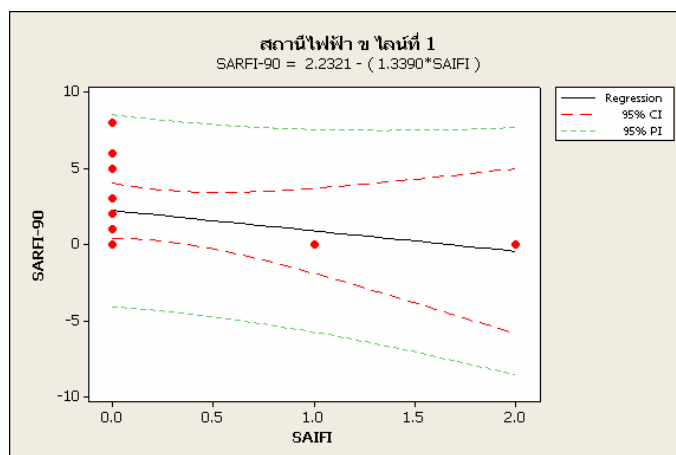
ภาพที่ 50 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 52 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 53 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

จากตารางที่ 29 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 29 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 27 และ 29 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 27 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	7.00	25.00	5.37
SAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	9.00	5.00	9.00	21.00	81.00	5.66
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	3.00	12.00	5.00	9.00	36.00	144.00	5.80
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	3.00	25.00	5.00	9.00	139.00	625.00	6.30
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1									5.78

จากตารางที่ 30 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (3.00 \times 5.00)}{\sqrt{[(N \times 5.00) - 9.00][(N \times 7.00) - 25.00]}}$$

$$N = 5.37$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(5.37 + 5.66 + 5.80 + 6.30)}{4}$$

$$N_{Average} = 5.78$$

ดังนั้นจากตารางที่ 29 และ 30 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.78 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.78 \times 30}{1} = 173.40$ วัน โดย 173.40 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ตามตารางที่ 25 และ 26 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 24 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{173.40 \times 369}{24} = 2,666.03$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,666.03 \times 1}{30} = 88.87$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{88.87 \times 1}{12} = 7.41$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 7.41 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.2 สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 24 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 4 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 31 และ 32 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 31 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:35:38.050 PM	99.0	87.9	99.0	0.049
02	09/04/2006@02:44:51.446 PM	86.0	95.0	95.0	0.099
03	11/04/2006@04:20:11.183 PM	99.0	98.0	88.6	0.049
04	14/04/2006@01:05:33.242 PM	98.0	97.0	83.3	0.061
05	15/04/2006@03:03:49.209 PM	95.0	89.7	96.0	0.011
06	04/05/2006@05:14:41.166 AM	87.1	102.0	100.0	0.310
07	09/05/2006@12:52:15.535 PM	75.2	98.0	98.0	0.069
08	10/05/2006@11:59:58.705 AM	101.0	98.0	88.9	0.050
09	15/05/2006@07:07:17.162 AM	36.4	96.0	96.0	0.060
10	18/05/2006@05:46:02.984 AM	98.0	98.0	74.2	0.070
11	18/05/2006@06:36:56.207 AM	83.6	83.0	98.0	0.070
12	11/06/2006@12:24:43.680 AM	98.0	97.0	86.7	0.070
13	15/06/2006@04:06:11.344 PM	85.1	101.0	98.0	0.640
14	21/06/2006@03:53:00.252 PM	96.0	96.0	50.3	0.090
15	23/06/2006@12:34:49.916 PM	102.0	98.0	70.6	0.070
16	23/06/2006@12:46:32.615 PM	85.4	97.0	84.3	0.059
17	23/06/2006@09:44:35.815 PM	87.6	88.5	87.3	0.049
18	25/06/2006@09:17:34.469 AM	44.0	102.0	96.0	0.080
19	03/07/2006@01:39:08.766 PM	97.0	95.0	58.8	0.070
20	03/09/2006@03:22:18.012 AM	45.9	94.0	36.9	0.090

ตารางที่ 31 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	29/09/2006@04:08:55.116 AM	98.0	98.0	85.3	0.049
22	13/10/2006@01:38:32.272 PM	93.0	95.0	18.4	0.079
23	13/10/2006@03:55:58.546 PM	39.7	95.0	91.0	0.090
24	28/10/2006@09:02:01.197 AM	55.6	95.0	93.0	0.131

ตารางที่ 32 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:22:40.762 AM	0	0	0	2.000
02	19/12/2005@03:30:44.534 AM	0	0	0	483.8
03	19/02/2006@06:26:36.367 PM	0	0	0	45,848.6
04	26/02/2006@04:37:51.021 PM	0	0	0	31,888.2

จากตารางที่ 31 และ 32 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาทีก)	CAIDI (นาทีก/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06333	8.06333	0.9998194	1
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	2	1,295.61333	647.80667	0.9678667	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	1	2	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	0	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	2	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	5	8	11	24	3	1,303.67666	434.55889	0.9975465	1

จากตารางที่ 33 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 33 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * SAIFI)$	-0.247	6.101
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 * SAIFI)$	-0.267	7.129
$SARFI_{80} = 0.9821 - (0.5893 * SAIFI)$	-0.276	7.618
$SARFI_{90} = 2.1429 - (1.2860 * SAIFI)$	-0.299	8.940
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 33 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4171 - (0.0003 * SAIDI)$	-0.179	3.204
$SARFI_{70} = 0.6674 - (0.0005 * SAIDI)$	-0.194	3.764
$SARFI_{80} = 0.9176 - (0.0007 * SAIDI)$	-0.200	4.000
$SARFI_{90} = 2.0021 - (0.0016 * SAIDI)$	-0.217	4.709
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 33 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4167 - (0.4167 * MAIFI)$	-0.178	3.168
$SARFI_{70} = 0.6667 - (0.6670 * MAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{80} = 0.9167 - (0.9170 * MAIFI)$	-0.198	3.920
$SARFI_{90} = 2.0000 - (2.0000 * MAIFI)$	-0.215	4.623

จากตารางที่ 34 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

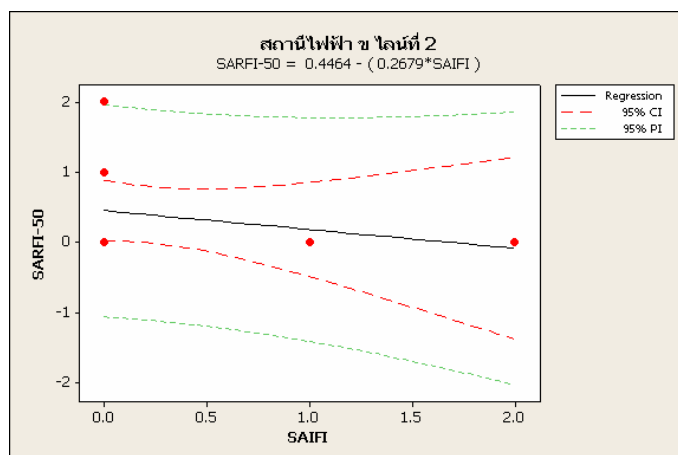
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

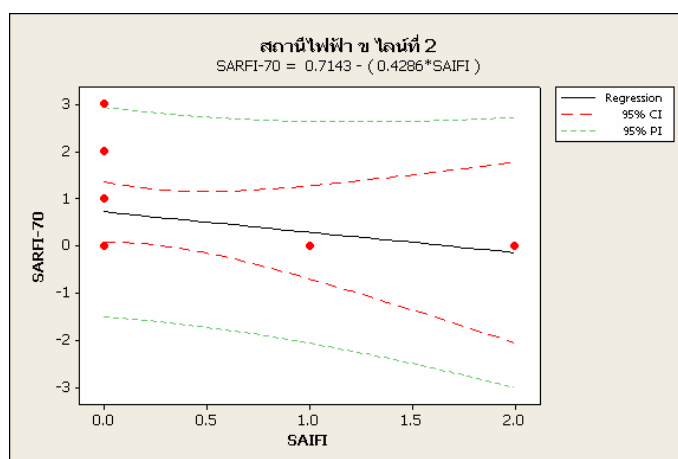
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 33 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.4464 - (0.2679 * SAIFI)$	-0.247	6.101
$SARFI_{70} = 0.7143 - (0.4286 * SAIFI)$	-0.267	7.129
$SARFI_{80} = 0.9821 - (0.5893 * SAIFI)$	-0.276	7.618
$SARFI_{90} = 2.1429 - (1.2860 * SAIFI)$	-0.299	8.940

จากตารางที่ 35 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 54 – 57 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

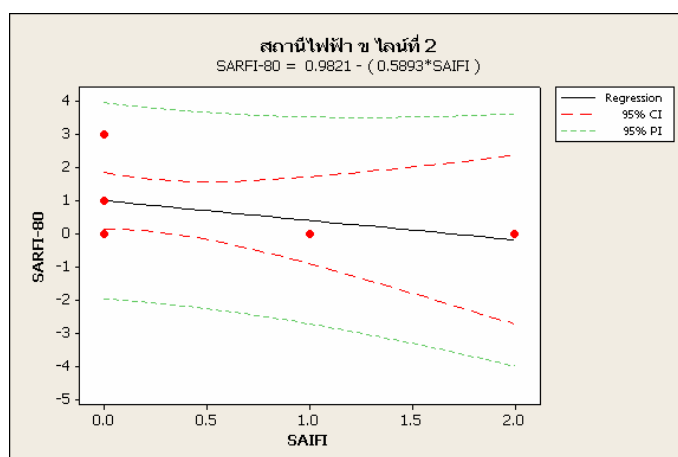
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



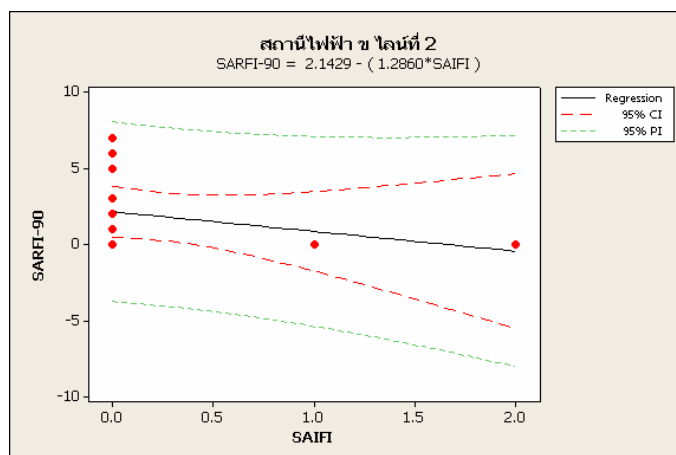
ภาพที่ 54 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 55 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 56 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 57 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

จากตารางที่ 35 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 35 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 33 และ 35 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 33 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	0.00	3.00	5.00	5.00	9.00	7.00	25.00	5.37
SAIFI	SARFI ₇₀	0.00	3.00	8.00	5.00	9.00	16.00	64.00	5.80
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	3.00	11.00	5.00	9.00	29.00	121.00	5.97
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	3.00	24.00	5.00	9.00	124.00	576.00	6.45
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2									5.90

จากตารางที่ 36 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (3.00 \times 5.00)}{\sqrt{[(N \times 5.00) - 9.00][(N \times 7.00) - 25.00]}}$$

$$N = 5.37$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(5.37 + 5.80 + 5.97 + 6.45)}{4}$$

$$N_{Average} = 5.90$$

ดังนั้นจากตารางที่ 35 และ 36 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.90 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.90 \times 30}{1} = 177.00$ วัน โดย 177.00 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ตามตารางที่ 31 และ 32 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 23 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{177.00 \times 369}{23} = 2,839.70$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,839.70 \times 1}{30} = 94.66$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{94.66 \times 1}{12} = 7.89$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 7.89 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีความสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.3 สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 22 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 8 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 37 และ 38 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 37 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:35:38.746 PM	99.0	87.7	100.0	0.050
02	09/04/2006@02:44:52.317 PM	86.1	95.0	95.0	0.099
03	11/04/2006@04:20:12.169 PM	100.0	98.0	89.0	0.059
04	14/04/2006@01:05:34.352 PM	98.0	98.0	83.0	0.059
05	04/05/2006@05:14:43.140 AM	87.1	102.0	101.0	0.311
06	09/05/2006@12:52:17.790 PM	75.2	99.0	98.0	0.060
07	10/05/2006@12:00:01.023 PM	100.0	99.0	89.3	0.059
08	15/05/2006@07:07:19.737 AM	35.6	97.0	97.0	0.060
09	18/05/2006@05:46:03.071 AM	101.0	98.0	73.7	0.070
10	18/05/2006@06:36:56.297 AM	83.6	83.0	99.0	0.070
11	11/06/2006@12:24:43.535 AM	98.0	98.0	87.1	0.059
12	15/06/2006@04:06:11.234 PM	85.2	101.0	98.0	0.641
13	21/06/2006@03:53:00.308 PM	97.0	96.0	49.3	0.080
14	23/06/2006@12:34:50.105 PM	102.0	101.0	70.4	0.070
15	23/06/2006@12:46:32.814 PM	85.4	97.0	84.6	0.069
16	23/06/2006@09:44:34.985 PM	87.9	87.1	86.9	0.030
17	25/06/2006@09:17:34.735 AM	42.5	103.0	96.0	0.080
18	03/07/2006@01:39:08.347 PM	97.0	95.0	57.7	0.070
19	03/09/2006@03:22:18.427 AM	45.9	95.0	37.3	0.080
20	29/09/2006@04:08:56.600 AM	98.0	98.0	85.8	0.049

ตารางที่ 37 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	13/10/2006@01:38:31.578 PM	93.0	94.0	18.6	0.070
22	28/10/2006@09:02:01.135 AM	54.8	95.0	93.0	0.129

ตารางที่ 38 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.962 AM	0	0	0	483.7
02	18/02/2006@05:08:57.139 PM	0	0	0	1,155.2
03	19/02/2006@06:53:10.332 PM	0	0	0	542.0
04	26/02/2006@07:22:03.846 AM	0	0	0	836.8
05	26/02/2006@05:25:45.652 PM	0	0	0	515.7
06	13/04/2006@08:57:49.399 AM	0	0	0	720.1
07	23/05/2006@02:01:23.817 PM	0	0	0	17,881.2
08	13/10/2006@04:03:54.526 PM	0	0	0	475.7

จากตารางที่ 37 และ 38 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้นพบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06167	8.06167	0.9998194	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	4	50.82833	12.70708	0.9987394	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	4	1	12.00167	12.00167	0.9997222	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	1	298.02000	298.02000	0.9933239	0
มิถุนายน 2549	0	2	2	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	0	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	1	2	2	2	1	7.92833	7.92833	0.9998224	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	5	7	10	22	8	376.84000	47.10500	0.9992908	0

จากตารางที่ 39 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4286 - (0.0714 * SAIFI)$	-0.123	1.513
$SARFI_{70} = 0.5918 - (0.0867 * SAIFI)$	-0.125	1.563
$SARFI_{80} = 0.8163 - (0.0765 * SAIFI)$	-0.074	0.548
$SARFI_{90} = 1.7551 - (0.1020 * SAIFI)$	-0.046	0.212
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3268 + (0.0020 * SAIDI)$	0.251	6.300
$SARFI_{70} = 0.4986 + (0.0014 * SAIDI)$	0.145	2.103
$SARFI_{80} = 0.5466 + (0.0077 * SAIDI)$	0.540	29.160
$SARFI_{90} = 1.2564 + (0.0150 * SAIDI)$	0.501	25.100
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 40 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

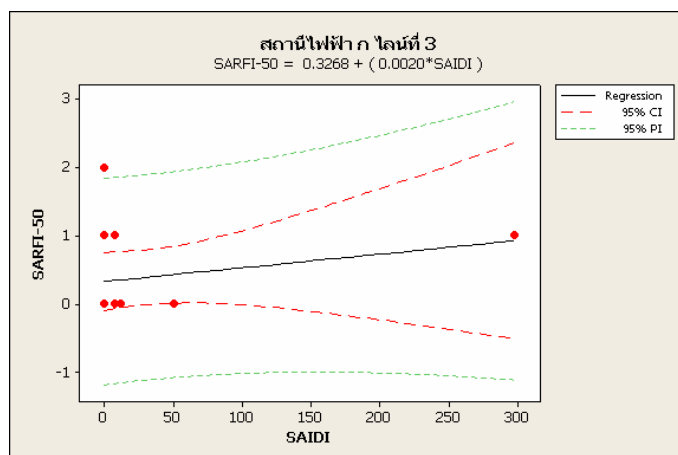
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

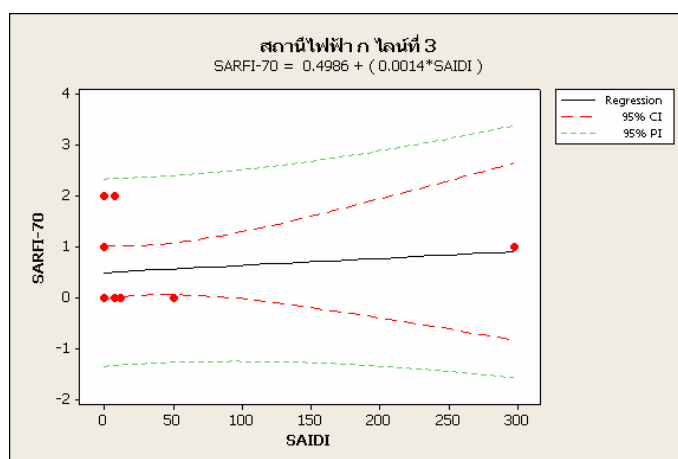
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.3268 + (0.0020 * SAIDI)$	0.251	6.300
$SARFI_{70} = 0.4986 + (0.0014 * SAIDI)$	0.145	2.103
$SARFI_{80} = 0.5466 + (0.0077 * SAIDI)$	0.540	29.160
$SARFI_{90} = 1.2564 + (0.0150 * SAIDI)$	0.501	25.100

จากตารางที่ 41 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 58 – 61 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

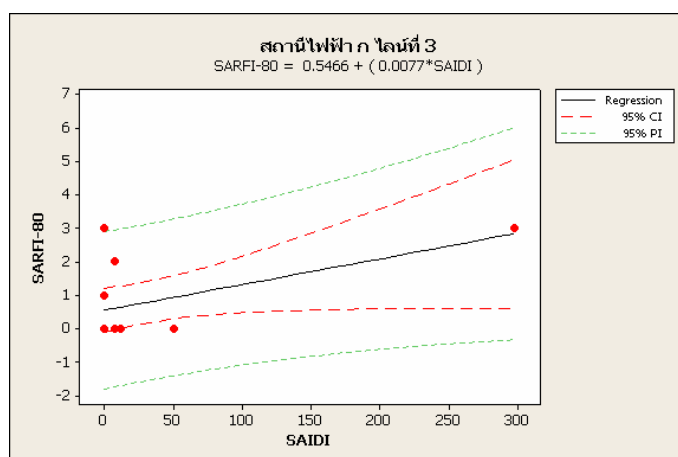
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



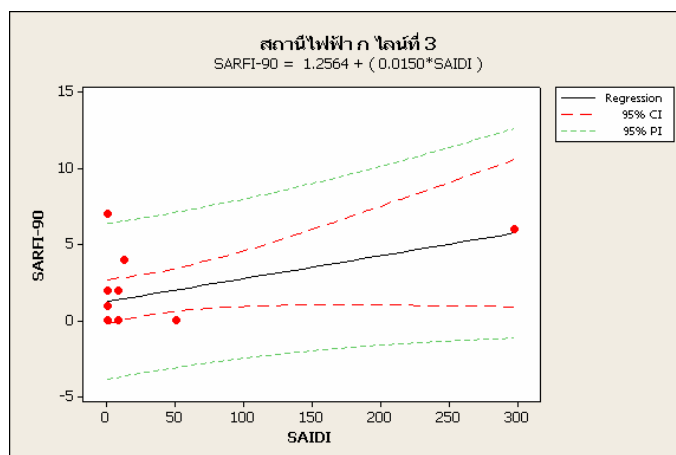
ภาพที่ 58 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 59 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 60 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 61 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

จากตารางที่ 41 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 41 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 39 และ 41 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 39 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIDI	SARFI ₅₀	305.95	376.84	5.00	91,671.33	142,008.39	7.00	25.00	3.89
SAIDI	SARFI ₇₀	313.88	376.84	7.00	91,671.33	142,008.39	11.00	49.00	4.83
SAIDI	SARFI ₈₀	909.92	376.84	10.00	91,671.33	142,008.39	24.00	100.00	4.17
SAIDI	SARFI ₉₀	1,851.98	376.84	22.00	91,671.33	142,008.39	110.00	484.00	4.40
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3									4.32

จากตารางที่ 42 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIDI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 305.95) - (376.84 \times 5.00)}{\sqrt{[(N \times 91,671.33) - 142,008.39][(N \times 7.00) - 25.00]}}$$

$$N = 3.89$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 3 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.89 + 4.83 + 4.17 + 4.40)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.32$$

ดังนั้นจากตารางที่ 41 และ 42 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.32 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.32 \times 30}{1} = 129.60$ วัน โดย 129.60 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไหล่ที่ 3 ตามตารางที่ 37 และ 38 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไหล่ที่ 3 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 25 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไหล่ที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไหล่ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{129.60 \times 369}{25} = 1,912.90$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,912.90 \times 1}{30} = 63.76$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{63.76 \times 1}{12} = 5.31$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไหล่ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.31 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.4 สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 23 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 10 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดง ได้ดังตารางที่ 43 และ 44 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 43 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	21/12/2005@05:23:32.744 AM	97.0	89.7	91.0	0.010
02	05/04/2006@01:35:38.576 PM	99.0	88.0	101.0	0.050
03	09/04/2006@02:44:51.918 PM	86.0	95.0	95.0	0.099
04	11/04/2006@04:20:11.657 PM	99.0	98.0	88.9	0.050
05	14/04/2006@01:05:33.706 PM	98.0	97.0	83.9	0.059
06	15/04/2006@03:03:49.670 PM	95.0	89.7	96.0	0.010
07	04/05/2006@05:14:41.608 AM	87.1	102.0	101.0	0.320
08	09/05/2006@12:52:15.998 PM	75.2	98.0	98.0	0.070
09	10/05/2006@11:59:59.170 AM	100.0	98.0	89.4	0.049
10	15/05/2006@07:07:17.639 AM	36.5	96.0	97.0	0.060
11	18/05/2006@05:46:02.943 AM	98.0	98.0	74.6	0.070
12	18/05/2006@06:36:56.157 AM	83.7	83.1	99.0	0.070
13	11/06/2006@12:24:43.438 AM	98.0	97.0	87.1	0.069
14	15/06/2006@04:06:10.869 PM	85.2	99.0	98.0	0.649
15	21/06/2006@03:53:00.266 PM	96.0	95.0	50.3	0.090
16	23/06/2006@12:34:49.926 PM	102.0	98.0	71.0	0.080
17	23/06/2006@12:46:32.624 PM	85.4	97.0	84.8	0.060
18	23/06/2006@09:44:35.817 PM	86.4	86.8	87.7	0.040
19	25/06/2006@09:17:34.460 AM	43.4	102.0	96.0	0.080
20	03/09/2006@03:22:17.748 AM	45.9	95.0	36.8	0.080

ตารางที่ 43 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	29/09/2006@04:08:54.771 AM	98.0	98.0	85.7	0.049
22	13/10/2006@03:55:58.540 PM	39.3	95.0	92.0	0.080
23	28/10/2006@09:02:01.045 AM	55.4	95.0	93.0	0.130

ตารางที่ 44 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.124 AM	0	0	0	483.7
02	18/02/2006@05:08:57.016 PM	0	0	1	1,158.1
03	19/02/2006@07:01:37.610 PM	0	0	0	1,049.4
04	20/02/2006@05:51:57.459 PM	2	0	1	20,145.5
05	26/02/2006@07:22:02.914 AM	0	0	0	718.5
06	26/02/2006@05:32:13.613 PM	0	0	0	903.6
07	04/04/2006@05:25:13.245 PM	2	0	1	30,772.8
08	23/05/2006@02:01:38.985 PM	1	0	1	11,962.2
09	03/07/2006@01:39:10.183 PM	1	0	0	1.260
10	13/10/2006@01:38:33.468 PM	1	0	0	1.270

จากตารางที่ 43 และ 44 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	1	1	8.06167	8.06167	0.9998194	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	5	399.58500	79.91700	0.9900897	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	5	1	512.88000	512.88000	0.9881278	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	1	199.37000	199.37000	0.9955338	0
มิถุนายน 2549	0	1	2	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	1
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	1	2	2	2	0	0	–	1.0000000	1
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	4	6	9	23	8	1,119.89667	139.98708	0.9978924	2

จากตารางที่ 45 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 45 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3467 - (0.0633 * SAIFI)$	-0.183	3.349
$SARFI_{70} = 0.5333 - (0.1167 * SAIFI)$	-0.208	4.326
$SARFI_{80} = 0.7600 - (0.1100 * SAIFI)$	-0.129	1.664
$SARFI_{90} = 1.8267 - (0.0933 * SAIFI)$	-0.051	0.260
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 45 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3419 - (0.0004 * SAIDI)$	-0.144	2.074
$SARFI_{70} = 0.5363 - (0.0009 * SAIDI)$	-0.195	3.803
$SARFI_{80} = 0.7340 - (0.0005 * SAIDI)$	-0.072	0.518
$SARFI_{90} = 1.3486 + (0.0049 * SAIDI)$	0.334	11.156
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 45 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.2727 + (0.2273 * MAIFI)$	0.178	3.168
$SARFI_{70} = 0.3636 + (0.6364 * MAIFI)$	0.308	9.486
$SARFI_{80} = 0.6364 + (0.3636 * MAIFI)$	0.116	1.346
$SARFI_{90} = 1.9091 - (0.9090 * MAIFI)$	-0.134	1.796

จากตารางที่ 46 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

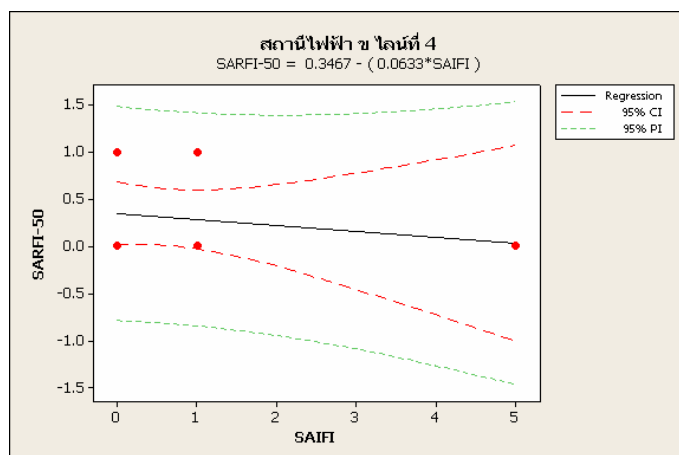
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

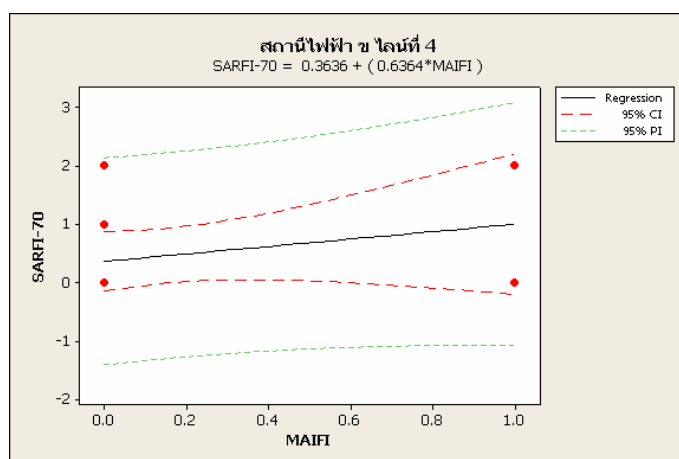
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 45 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.3467 - (0.0633 * SAIFI)$	-0.183	3.349
$SARFI_{70} = 0.3636 + (0.6364 * MAIFI)$	0.308	9.486
$SARFI_{80} = 0.7600 - (0.1100 * SAIFI)$	-0.129	1.664
$SARFI_{90} = 1.3486 + (0.0049 * SAIDI)$	0.334	11.156

จากตารางที่ 47 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 62 – 65 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

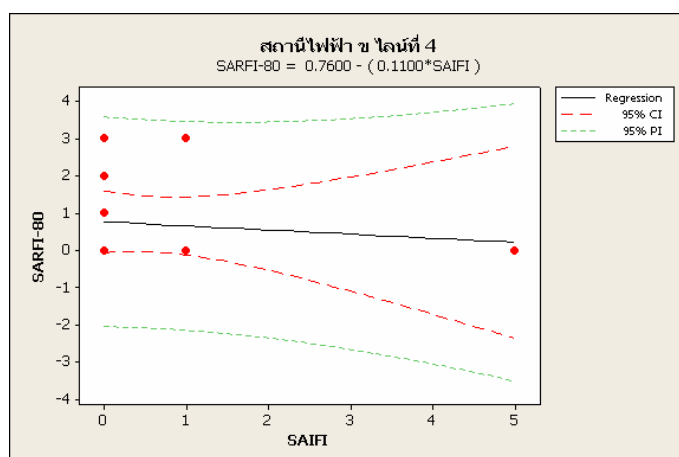
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



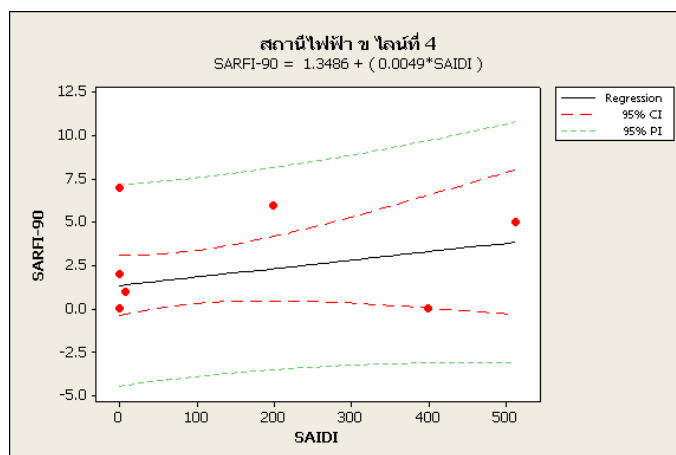
ภาพที่ 62 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4



ภาพที่ 63 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4



ภาพที่ 64 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4



ภาพที่ 65 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

จากตารางที่ 47 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 47 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 45 และ 47 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 45 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	1.00	8.00	4.00	28.00	64.00	4.00	16.00	5.77
MAIFI	SARFI ₇₀	2.00	2.00	6.00	2.00	4.00	10.00	36.00	4.00
SAIFI	SARFI ₈₀	3.00	8.00	9.00	28.00	64.00	23.00	81.00	5.21
SAIDI	SARFI ₉₀	3,768.68	1,119.90	23.00	462,527.45	1,254,168.55	119.00	529.00	4.89
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4									4.97

จากตารางที่ 48 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับ
ความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18
(หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์
ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 1.00) - (8.00 \times 4.00)}{\sqrt{[(N \times 28.00) - 64.00][(N \times 4.00) - 16.00]}}$$

$$N = 5.77$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(5.77 + 4.00 + 5.21 + 4.89)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.97$$

ดังนั้นจากตารางที่ 47 และ 48 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.97 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.97 \times 30}{1} = 149.10$ วัน โดย 149.10 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ตามตารางที่ 43 และ 44 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 28 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{149.10 \times 369}{28} = 1,964.93$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,964.93 \times 1}{30} = 65.50$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{65.50 \times 1}{12} = 5.46$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 4 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.46 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.5 สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 23 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 3 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 49 และ 50 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 49 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:35:39.090 PM	99.0	88.0	99.0	0.050
02	09/04/2006@02:44:52.640 PM	86.0	95.0	95.0	0.100
03	11/04/2006@04:20:12.458 PM	99.0	98.0	88.6	0.050
04	14/04/2006@01:05:34.616 PM	98.0	98.0	83.3	0.059
05	15/04/2006@03:03:50.651 PM	95.0	89.7	96.0	0.010
06	04/05/2006@05:14:43.505 AM	87.1	102.0	100.0	0.310
07	09/05/2006@12:52:18.154 PM	75.3	98.0	98.0	0.070
08	10/05/2006@12:00:01.397 PM	101.0	98.0	88.9	0.050
09	15/05/2006@07:07:20.020 AM	36.6	96.0	96.0	0.059
10	18/05/2006@05:46:03.008 AM	98.0	98.0	74.2	0.070
11	18/05/2006@06:36:56.234 AM	83.6	83.0	98.0	0.070
12	11/06/2006@12:24:44.001 AM	98.0	97.0	86.7	0.070
13	15/06/2006@04:06:10.546 PM	85.2	101.0	98.0	0.641
14	21/06/2006@03:53:00.333 PM	96.0	96.0	50.4	0.090
15	23/06/2006@12:34:50.099 PM	102.0	101.0	70.7	0.070
16	23/06/2006@12:46:32.798 PM	85.5	97.0	84.3	0.059
17	23/06/2006@09:44:34.982 PM	87.7	88.5	87.3	0.050
18	25/06/2006@09:17:34.810 AM	44.3	102.0	96.0	0.080
19	03/07/2006@01:39:08.355 PM	97.0	95.0	58.7	0.070
20	03/09/2006@03:22:18.362 AM	46.0	94.0	36.9	0.091

ตารางที่ 49 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	29/09/2006@04:08:56.392 AM	98.0	98.0	85.3	0.049
22	13/10/2006@01:38:31.771 PM	93.0	95.0	18.5	0.080
23	13/10/2006@03:55:59.122 PM	39.3	95.0	91.0	0.090

ตารางที่ 50 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:22:40.705 AM	0	0	0	2.000
02	19/12/2005@03:30:44.477 AM	0	0	0	483.8
03	28/10/2006@09:02:02.174 AM	0	0	0	1.319

จากตารางที่ 49 และ 50 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาทีก)	CAIDI (นาทีก/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06333	8.06333	0.9998194	1
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	1	2	3	7	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	0	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	2	2	2	2	0	0	–	1.0000000	1
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	5	7	10	23	1	8.06333	8.06333	0.9999848	2

จากตารางที่ 51 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 51 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4167 - (0.4167 * SAIFI)$	-0.178	3.168
$SARFI_{70} = 0.5833 - (0.5833 * SAIFI)$	-0.208	4.326
$SARFI_{80} = 0.8333 - (0.8330 * SAIFI)$	-0.198	3.920
$SARFI_{90} = 1.9167 - (1.9170 * SAIFI)$	-0.208	4.326
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 51 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4167 - (0.0517 * SAIDI)$	-0.178	3.168
$SARFI_{70} = 0.5833 - (0.0723 * SAIDI)$	-0.208	4.326
$SARFI_{80} = 0.8333 - (0.1033 * SAIDI)$	-0.198	3.920
$SARFI_{90} = 1.9167 - (0.2377 * SAIDI)$	-0.208	4.326
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 51 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.2727 + (0.7273 * MAIFI)$	0.420	17.640
$SARFI_{70} = 0.4545 + (0.5455 * MAIFI)$	0.264	6.970
$SARFI_{80} = 0.7273 + (0.2727 * MAIFI)$	0.088	0.774
$SARFI_{90} = 1.9091 - (0.9090 * MAIFI)$	-0.134	1.796

จากตารางที่ 52 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

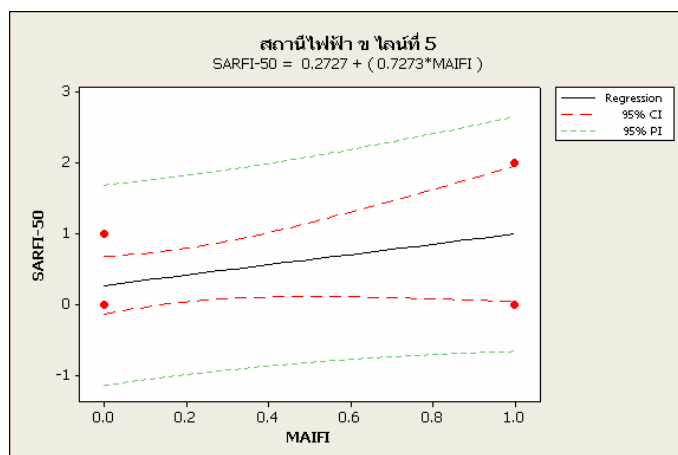
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 53

ตารางที่ 53 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

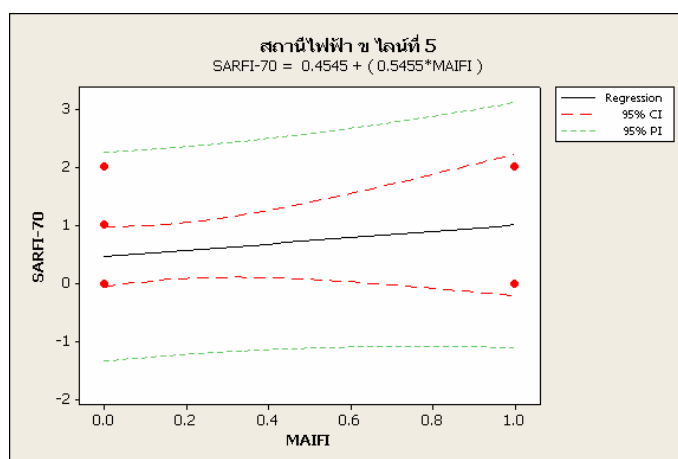
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 51 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.2727 + (0.7273 * MAIFI)$	0.420	17.640
$SARFI_{70} = 0.4545 + (0.5455 * MAIFI)$	0.264	6.970
$SARFI_{80} = 0.8333 - (0.8330 * SAIFI)$	-0.198	3.920
$SARFI_{90} = 1.9167 - (1.9170 * SAIFI)$	-0.208	4.326

จากตารางที่ 53 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 66 – 69 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

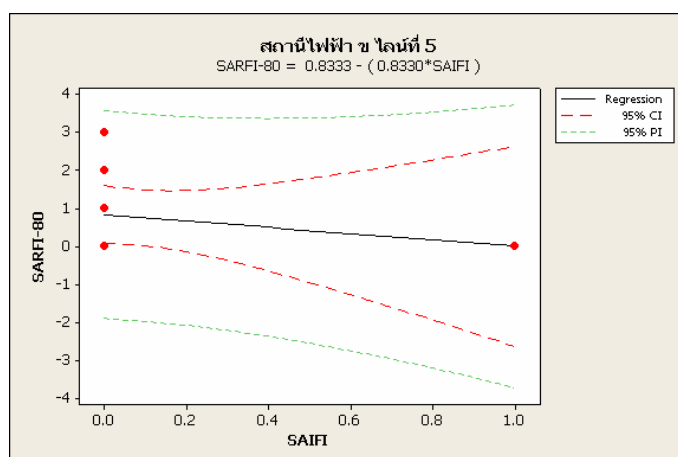
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



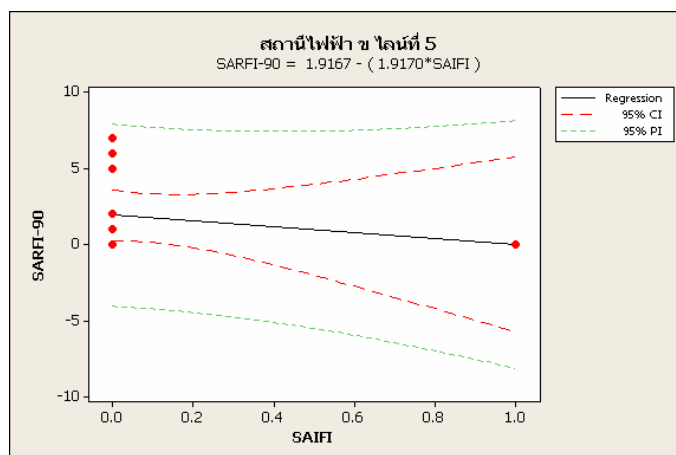
ภาพที่ 66 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5



ภาพที่ 67 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5



ภาพที่ 68 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5



ภาพที่ 69 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

จากตารางที่ 53 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 53 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 51 และ 53 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 54

ตารางที่ 54 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 51 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
MAIFI	SARFI ₅₀	2.00	2.00	5.00	2.00	4.00	7.00	25.00	3.80
MAIFI	SARFI ₇₀	2.00	2.00	7.00	2.00	4.00	11.00	49.00	4.78
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	1.00	10.00	1.00	1.00	24.00	100.00	5.17
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	1.00	23.00	1.00	1.00	119.00	529.00	5.45
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5									4.80

จากตารางที่ 54 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ MAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 2.00) - (2.00 \times 5.00)}{\sqrt{[(N \times 2.00) - 4.00][(N \times 7.00) - 25.00]}}$$

$$N = 3.80$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.80 + 4.78 + 5.17 + 5.45)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.80$$

ดังนั้นจากตารางที่ 53 และ 54 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.80 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.80 \times 30}{1} = 144.00$ วัน โดย 144.00 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ตามตารางที่ 49 และ 50 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 21 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{144.00 \times 369}{21} = 2,530.29$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,530.29 \times 1}{30} = 84.34$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{84.34 \times 1}{12} = 7.03$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 5 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 7.03 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีความสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.6 สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 24 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 4 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 55 และ 56 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 55 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/02/2006@08:35:58.751 AM	86.5	87.9	87.4	0.300
02	05/04/2006@01:35:38.149 PM	99.0	88.0	99.0	0.051
03	09/04/2006@02:44:51.556 PM	86.0	95.0	95.0	0.099
04	11/04/2006@04:20:11.308 PM	99.0	98.0	88.4	0.059
05	14/04/2006@01:05:33.344 PM	98.0	98.0	83.4	0.059
06	15/04/2006@03:03:49.313 PM	95.0	89.8	96.0	0.010
07	04/05/2006@05:14:41.197 AM	87.1	102.0	100.0	0.310
08	09/05/2006@12:52:15.581 PM	75.2	99.0	98.0	0.069
09	10/05/2006@11:59:58.756 AM	101.0	98.0	88.7	0.059
10	15/05/2006@07:07:17.172 AM	36.5	96.0	96.0	0.061
11	18/05/2006@05:46:02.924 AM	98.0	98.0	74.3	0.071
12	18/05/2006@06:36:56.148 AM	83.6	83.1	98.0	0.070
13	11/06/2006@12:24:43.371 AM	98.0	97.0	86.5	0.069
14	15/06/2006@04:06:10.936 PM	85.2	101.0	98.0	0.640
15	21/06/2006@03:53:00.256 PM	96.0	96.0	50.4	0.090
16	23/06/2006@12:34:49.949 PM	102.0	101.0	70.8	0.070
17	23/06/2006@12:46:32.649 PM	85.4	97.0	84.4	0.060
18	23/06/2006@09:44:35.836 PM	87.6	88.5	87.4	0.050
19	03/07/2006@01:39:08.854 PM	97.0	95.0	58.6	0.070
20	03/09/2006@03:22:17.871 AM	45.9	94.0	36.9	0.090

ตารางที่ 55 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	29/09/2006@04:08:54.947 AM	98.0	98.0	85.3	0.049
22	13/10/2006@01:38:32.202 PM	94.0	94.0	18.2	0.080
23	13/10/2006@03:55:58.462 PM	39.7	95.0	91.0	0.080
24	28/10/2006@09:02:00.945 AM	55.4	95.0	93.0	0.130

ตารางที่ 56 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:56:47.639 AM	0	0	0	2,048.0
02	26/02/2006@03:57:33.244 PM	0	0	0	29,977.1
03	25/06/2006@09:17:35.682 AM	0	0	0	1.292
04	24/09/2006@04:35:49.782 PM	0	0	0	31,288.0

จากตารางที่ 55 และ 56 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 57

ตารางที่ 57 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	34.13333	34.13333	0.9992354	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	1	1	499.61833	499.61833	0.9876087	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	5	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	1	2	6	0	0	–	1.0000000	1
กรกฎาคม 2549	0	0	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	1	521.46667	521.46667	0.9879290	0
ตุลาคม 2549	0	2	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	4	7	10	24	3	1,055.21833	351.73944	0.9980141	1

จากตารางที่ 57 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 57 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3000 + (0.0333 * SAIFI)$	0.023	0.053
$SARFI_{70} = 0.6000 - (0.2667 * SAIFI)$	-0.133	1.769
$SARFI_{80} = 0.9000 - (0.5667 * SAIFI)$	-0.213	4.537
$SARFI_{90} = 2.1000 - (1.1000 * SAIFI)$	-0.203	4.121
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 57 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.2711 + (0.0005 * SAIDI)$	0.136	1.850
$SARFI_{70} = 0.5471 - (0.0001 * SAIDI)$	-0.023	0.053
$SARFI_{80} = 0.8231 - (0.0007 * SAIDI)$	-0.109	1.188
$SARFI_{90} = 1.9215 - (0.0009 * SAIDI)$	-0.075	0.563
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 57 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3333 - (0.3333 * MAIFI)$	-0.147	2.161
$SARFI_{70} = 0.5000 + (0.5000 * MAIFI)$	0.158	2.496
$SARFI_{80} = 0.6667 + (1.3330 * MAIFI)$	0.317	10.049
$SARFI_{90} = 1.5000 + (4.5000 * MAIFI)$	0.525	27.563

จากตารางที่ 58 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

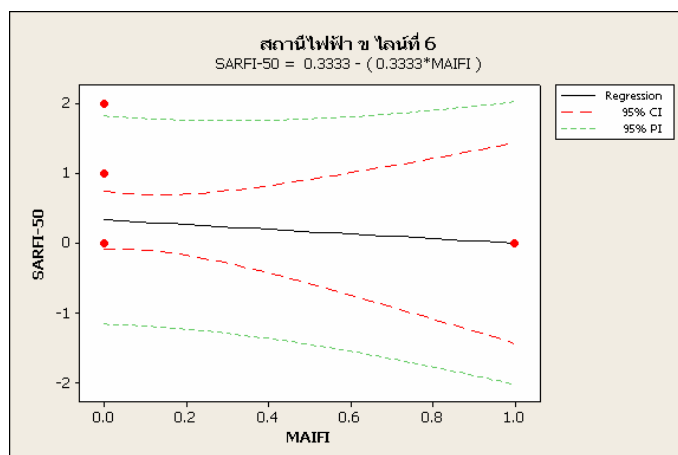
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

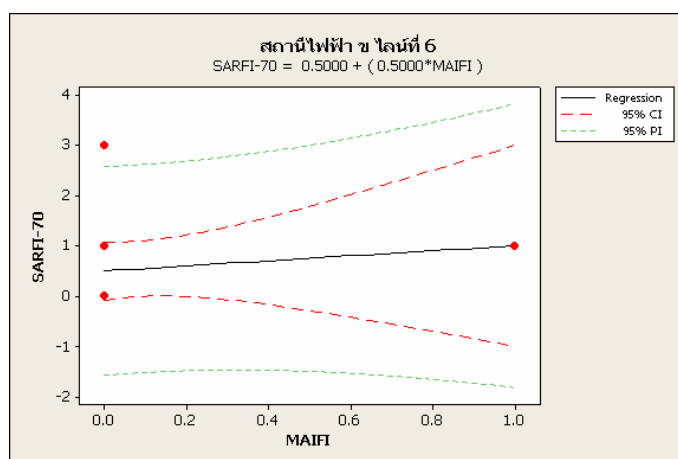
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 57 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.3333 - (0.3333 * MAIFI)$	-0.147	2.161
$SARFI_{70} = 0.5000 + (0.5000 * MAIFI)$	0.158	2.496
$SARFI_{80} = 0.6667 + (1.3330 * MAIFI)$	0.317	10.049
$SARFI_{90} = 1.5000 + (4.5000 * MAIFI)$	0.525	27.563

จากตารางที่ 59 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 70 – 73 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

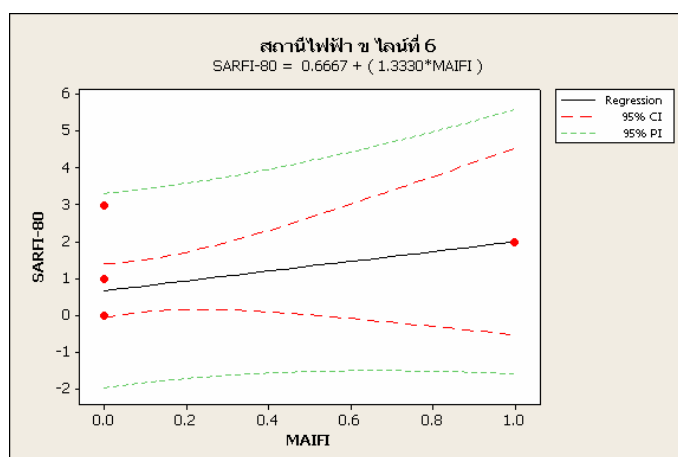
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



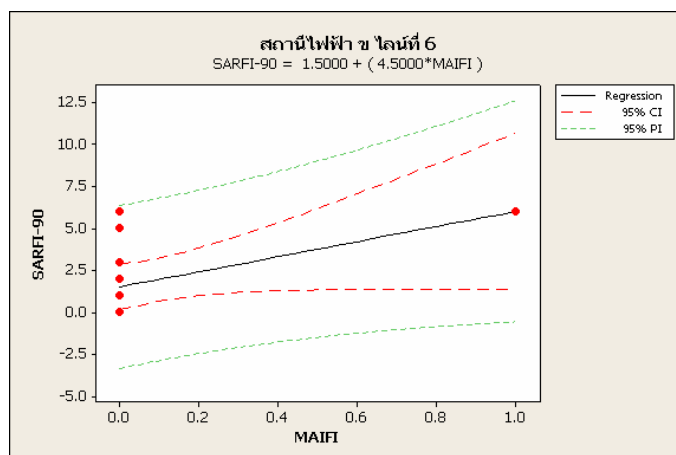
ภาพที่ 70 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6



ภาพที่ 71 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6



ภาพที่ 72 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6



ภาพที่ 73 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

จากตารางที่ 59 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 59 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 57 และ 59 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 57 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	1.00	4.00	1.00	1.00	6.00	16.00	3.67
MAIFI	SARFI ₇₀	1.00	1.00	7.00	1.00	1.00	13.00	49.00	4.00
MAIFI	SARFI ₈₀	2.00	1.00	10.00	1.00	1.00	24.00	100.00	4.20
MAIFI	SARFI ₉₀	6.00	1.00	24.00	1.00	1.00	112.00	576.00	5.26
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6									4.28

จากตารางที่ 60 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ MAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (1.00 \times 4.00)}{\sqrt{[(N \times 1.00) - 1.00][(N \times 6.00) - 16.00]}}$$

$$N = 3.67$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(3.67 + 4.00 + 4.20 + 5.26)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.28$$

ดังนั้นจากตารางที่ 59 และ 60 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.28 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.28 \times 30}{1} = 128.40$ วัน โดย 128.40 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ตามตารางที่ 55 และ 56 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 24 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{128.40 \times 369}{24} = 1,974.15$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{1,974.15 \times 1}{30} = 65.81$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{65.81 \times 1}{12} = 5.48$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 6 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.48 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

2.7 สถานีไฟฟ้า ข จากข้อมูลสรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 – 6 ตามตารางที่ 27, 33, 39, 45, 51 และ 57 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังในลักษณะภาพรวมของทั้งสถานีไฟฟ้า ข โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 61

ตารางที่ 61 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ข

สรุปประจำเดือน 9 พ.ย. 48 – 12 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาทีก)	CAIDI (นาทีก/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0.16667	1	12.40750	12.40750	0.9997221	0.33333
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0.16667	2.333333	590.20972	252.94702	0.9853619	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	4.83333	0.333333	87.48028	262.44084	0.9979750	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	6	0.333333	82.89833	248.69500	0.9981430	0
มิถุนายน 2549	0	1	2	3	7	0	0	–	1.0000000	0.16667
กรกฎาคม 2549	0	0	0.83333	0.83333	0.83333	0	0	–	1.0000000	0.16667
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0.166667	86.91111	521.46667	0.9979882	0
ตุลาคม 2549	0	1.66667	2.50000	2.50000	2.50000	0.166667	1.32139	7.92833	0.9999704	0.33333
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (369 วัน)	0	4.66667	7.33333	10.33333	23.50000	4.333333	861.22833	198.74500	0.9983792	1.00000

จากตารางที่ 61 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 62

ตารางที่ 62 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ข

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 61 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.4081 - (0.1474 * SAIFI)$	-0.167	2.789
$SARFI_{70} = 0.6606 - (0.2895 * SAIFI)$	-0.224	5.018
$SARFI_{80} = 0.9124 - (0.3526 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.9919 - (0.5530 * SAIFI)$	-0.145	2.103
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 61 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.3880 - (0.0004 * SAIDI)$	-0.121	1.464
$SARFI_{70} = 0.6302 - (0.0010 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 0.8679 - (0.0011 * SAIDI)$	-0.147	2.161
$SARFI_{90} = 1.8836 - (0.0012 * SAIDI)$	-0.073	0.533
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 61 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.2199 + (1.8090 * MAIFI)$	0.400	16.000
$SARFI_{70} = 0.2801 + (3.6920 * MAIFI)$	0.557	31.025
$SARFI_{80} = 0.5355 + (3.3720 * MAIFI)$	0.359	12.888
$SARFI_{90} = 1.6596 + (1.9260 * MAIFI)$	0.098	0.960

จากตารางที่ 62 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

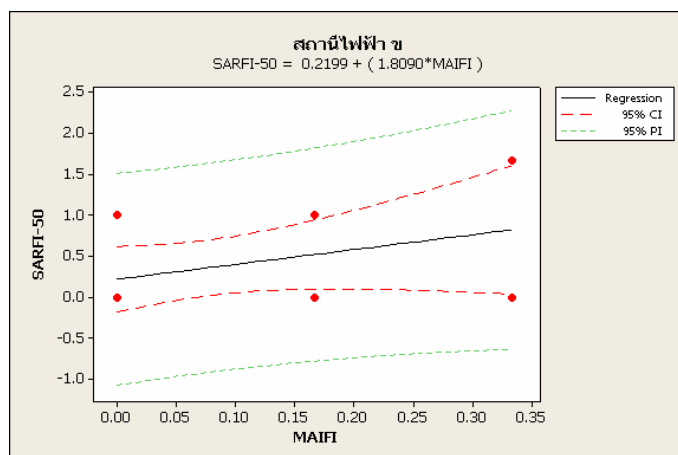
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข

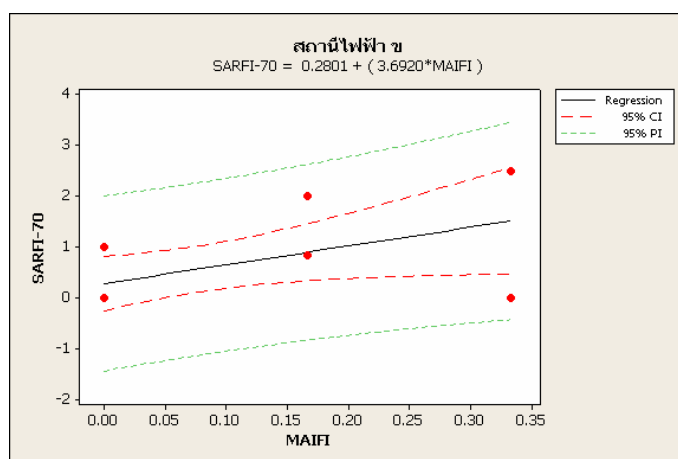
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 61 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.2199 + (1.8090 * MAIFI)$	0.400	16.000
$SARFI_{70} = 0.2801 + (3.6920 * MAIFI)$	0.557	31.025
$SARFI_{80} = 0.5355 + (3.3720 * MAIFI)$	0.359	12.888
$SARFI_{90} = 1.9919 - (0.5530 * SAIFI)$	-0.145	2.103

จากตารางที่ 63 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 74 – 77 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

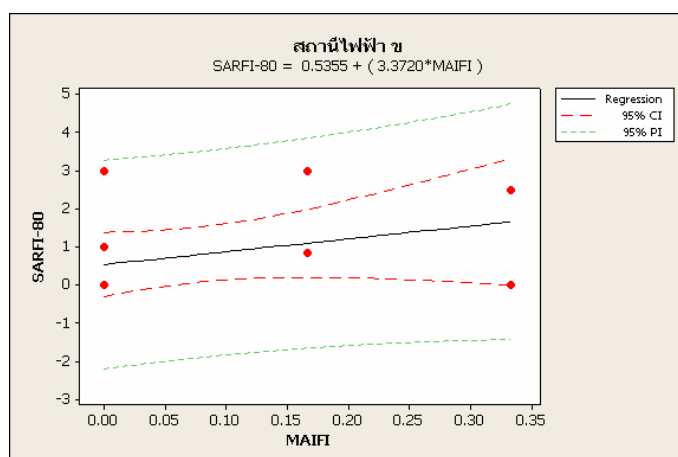
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



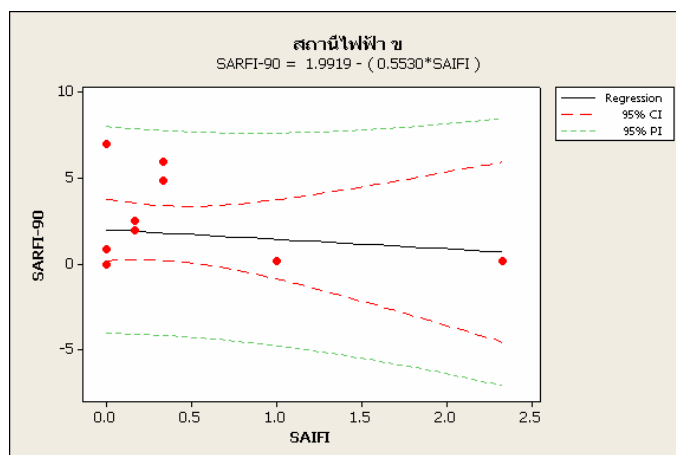
ภาพที่ 74 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข



ภาพที่ 75 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข



ภาพที่ 76 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข



ภาพที่ 77 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₉₀ กับ SAIFI ของสถานีไฟฟ้า ข

จากตารางที่ 63 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 369 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 63 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 61 และ 63 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 64

ตารางที่ 64 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ข

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 61 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
MAIFI	SARFI ₅₀	0.72	1.00	4.67	0.28	1.00	5.78	21.78	4.69
MAIFI	SARFI ₇₀	1.31	1.00	7.33	0.28	1.00	12.94	53.78	4.61
MAIFI	SARFI ₈₀	1.47	1.00	10.33	0.28	1.00	25.94	106.78	4.99
SAIFI	SARFI ₉₀	4.92	4.33	23.50	6.72	18.78	119.36	552.25	6.37
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ข									5.17

จากตารางที่ 64 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ MAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.72) - (1.00 \times 4.67)}{\sqrt{[(N \times 0.28) - 1.00][(N \times 5.78) - 21.78]}}$$

$$N = 4.69$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ข ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.69 + 4.61 + 4.99 + 6.37)}{4}$$

$$N_{Average} = 5.17$$

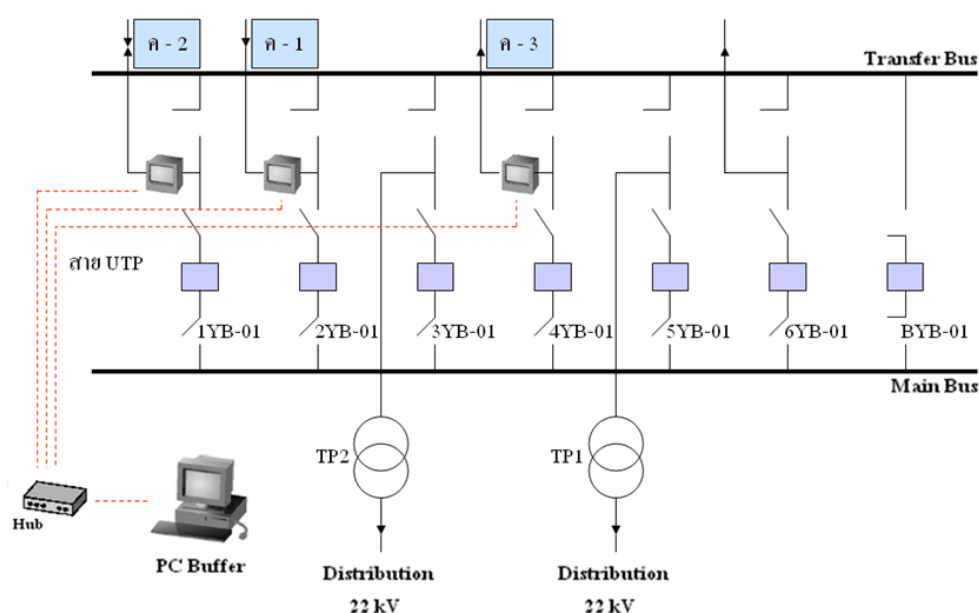
ดังนั้นจากตารางที่ 63 และ 64 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ข ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 5.17 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{5.17 \times 30}{1} = 155.10$ วัน โดย 155.10 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ข ไลน์ที่ 1 – 6 ตามรายละเอียดข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 369 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ข จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ $\frac{(24+23+25+28+21+24)}{6} = 24.17$ วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ข นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{155.10 \times 369}{24.17} = 2,367.89$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,367.89 \times 1}{30} = 78.93$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{78.93 \times 1}{12} = 6.58$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ข ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 6.58 ปี โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

3. สถานีไฟฟ้า ค

สถานีไฟฟ้า ค ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 ทั้งหมด 3 เครื่อง โดยมีข้อมูลการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดเริ่มตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2548 – 20 พฤศจิกายน 2549 (รวม 371 วัน) และสถานีไฟฟ้า ค มีการเชื่อมต่อกับสถานีไฟฟ้า ข และสถานีไฟฟ้า ง ดังภาพที่ 78



ภาพที่ 78 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ค

3.1 สถานีไฟฟ้า ค ไส้ที่ 1 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ค ไส้ที่ 1 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งรวมทั้งหมด 21 เหตุการณ์ และมีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งรวมทั้งหมด 1 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 65 และ 66 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 65 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น
ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	09/04/2006@02:45:44.435 PM	87.2	94.0	95.0	0.099
02	14/04/2006@01:06:20.360 PM	97.0	97.0	85.4	0.050
03	04/05/2006@05:15:02.198 AM	89.5	100.0	99.0	0.289
04	09/05/2006@12:52:28.794 PM	79.9	97.0	96.0	0.060
05	15/05/2006@07:07:25.816 AM	48.9	96.0	91.0	0.060
06	18/05/2006@05:47:16.467 AM	97.0	96.0	78.9	0.070
07	18/05/2006@06:38:09.697 AM	85.0	84.4	97.0	0.070
08	11/06/2006@12:26:00.382 AM	98.0	97.0	88.7	0.050
09	15/06/2006@04:07:29.256 PM	87.3	98.0	98.0	0.561
10	21/06/2006@03:54:19.992 PM	95.0	93.0	58.7	0.090
11	23/06/2006@12:36:10.878 PM	98.0	96.0	76.6	0.069
12	23/06/2006@12:47:53.578 PM	86.5	97.0	85.5	0.059
13	23/06/2006@09:45:55.780 PM	88.5	89.1	88.3	0.040
14	25/06/2006@09:18:55.629 AM	53.0	95.0	94.0	0.080
15	25/06/2006@01:53:44.010 PM	94.0	69.0	96.0	0.070
16	03/07/2006@01:40:29.637 PM	97.0	96.0	44.3	0.070
17	03/09/2006@03:23:41.371 AM	51.1	90.0	44.3	0.090
18	29/09/2006@04:09:41.403 AM	98.0	98.0	87.2	0.050
19	13/10/2006@01:40:11.840 PM	93.0	89.9	30.9	0.080
20	13/10/2006@03:57:39.190 PM	47.0	93.0	91.0	0.090
21	28/10/2006@09:03:43.811 AM	30.0	95.0	91.0	0.139

ตารางที่ 66 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.795 AM	0	0	0	484.0

จากตารางที่ 65 และ 66 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 67

ตารางที่ 67 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 1

สรุปประจำเดือน 15 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06667	8.06667	0.9998193	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	2	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (371 วัน)	0	6	9	12	21	1	8.06667	8.06667	0.9999849	0

จากตารางที่ 67 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 68

ตารางที่ 68 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 1

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (1.7500 * SAIFI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2169 * SAIDI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 68 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

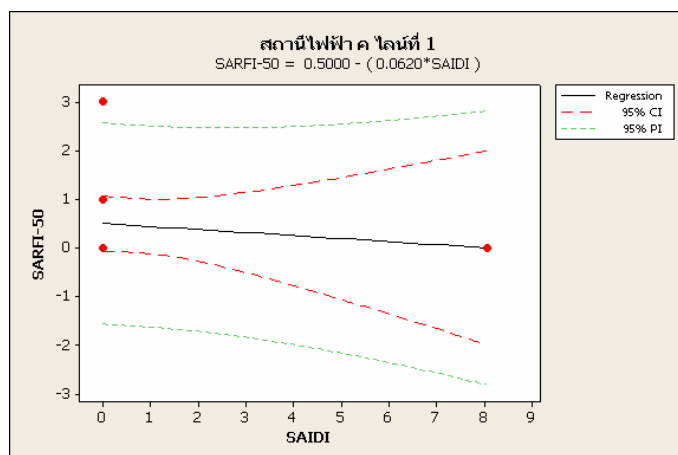
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 69

ตารางที่ 69 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1

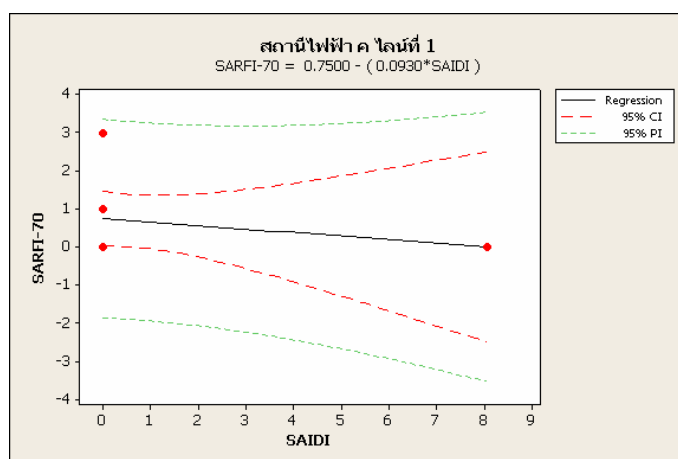
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2169 * SAIDI)$	-0.197	3.881

จากตารางที่ 69 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 79 – 82 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

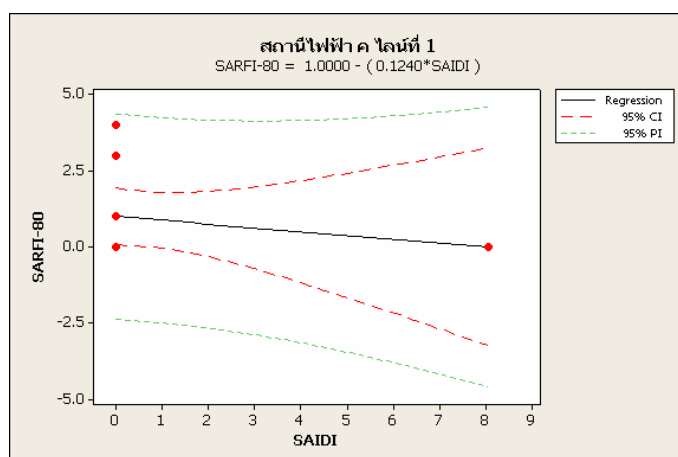
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



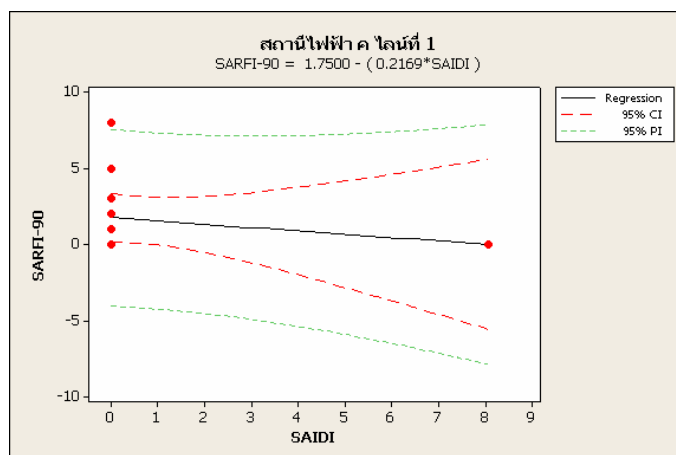
ภาพที่ 79 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 80 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 81 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 82 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1

จากตารางที่ 69 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 371 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 69 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 67 และ 69 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 70

ตารางที่ 70 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 67 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIDI	SARFI ₅₀	0.00	8.07	6.00	65.07	65.07	12.00	36.00	4.00
SAIDI	SARFI ₇₀	0.00	8.07	9.00	65.07	65.07	21.00	81.00	4.86
SAIDI	SARFI ₈₀	0.00	8.07	12.00	65.07	65.07	36.00	144.00	5.00
SAIDI	SARFI ₉₀	0.00	8.07	21.00	65.07	65.07	107.00	441.00	5.12
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1									4.75

จากตารางที่ 70 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIDI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (8.07 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 65.07) - 65.07][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.86 + 5.00 + 5.12)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.75$$

ดังนั้นจากตารางที่ 69 และ 70 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.75 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.75 \times 30}{1} = 142.50$ วัน โดย 142.50 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 ตามตารางที่ 65 และ 66 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 371 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 17 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{142.50 \times 371}{17} = 3,109.85$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{3,109.85 \times 1}{30} = 103.66$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{103.66 \times 1}{12} = 8.64$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลงที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 8.64 ปี โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

3.2 สถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 2 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 2 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 21 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 1 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 71 และ 72 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 71 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	09/04/2006@02:45:45.258 PM	86.9	94.0	95.0	0.100
02	14/04/2006@01:06:19.937 PM	97.0	97.0	85.3	0.049
03	04/05/2006@05:15:01.856 AM	89.2	100.0	100.0	0.300
04	09/05/2006@12:52:29.207 PM	79.5	97.0	97.0	0.060
05	15/05/2006@07:07:24.872 AM	48.2	95.0	94.0	0.060
06	18/05/2006@05:47:16.403 AM	97.0	97.0	78.9	0.070
07	18/05/2006@06:38:09.629 AM	84.9	84.2	98.0	0.069
08	11/06/2006@12:26:00.609 AM	97.0	97.0	88.8	0.049
09	15/06/2006@04:07:29.237 PM	86.8	98.0	99.0	0.631
10	21/06/2006@03:54:19.596 PM	94.0	95.0	58.7	0.090
11	23/06/2006@12:36:10.366 PM	97.0	97.0	76.5	0.069
12	23/06/2006@12:47:53.066 PM	86.4	97.0	85.7	0.059
13	23/06/2006@09:45:56.286 PM	88.3	89.2	88.4	0.030
14	25/06/2006@09:18:56.043 AM	52.4	94.0	96.0	0.080
15	25/06/2006@01:53:43.379 PM	95.0	68.7	95.0	0.070
16	03/07/2006@01:40:30.266 PM	95.0	98.0	41.3	0.070
17	03/09/2006@03:23:41.861 AM	49.3	91.0	45.4	0.080
18	29/09/2006@04:09:41.230 AM	98.0	98.0	87.3	0.050
19	13/10/2006@01:40:11.728 PM	89.3	94.0	28.0	0.080

ตารางที่ 71 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
20	13/10/2006@03:57:39.067 PM	46.4	90.0	94.0	0.090
21	28/10/2006@09:03:43.213 AM	29.3	94.0	93.0	0.139

ตารางที่ 72 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.499 AM	0	0	0	484.0

จากตารางที่ 71 และ 72 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 73

ตารางที่ 73 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 2

สรุปประจำเดือน 15 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06667	8.06667	0.9998193	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	2	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (371 วัน)	0	6	9	12	21	1	8.06667	8.06667	0.9999849	0

จากตารางที่ 73 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 74

ตารางที่ 74 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไลน์ที่ 2

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (1.7500 * SAIFI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2169 * SAIDI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 74 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

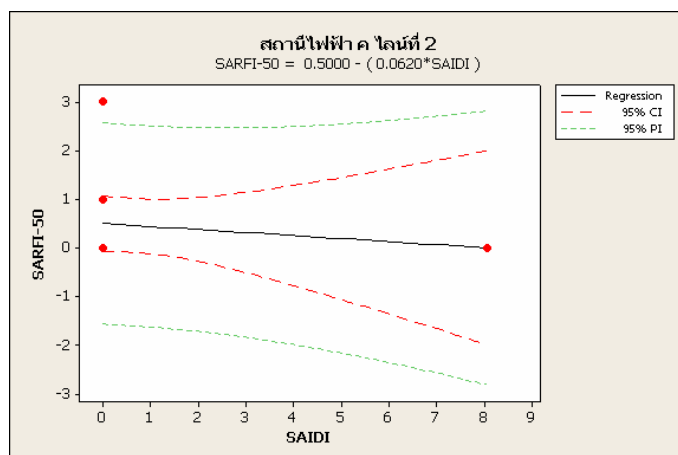
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 75

ตารางที่ 75 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2

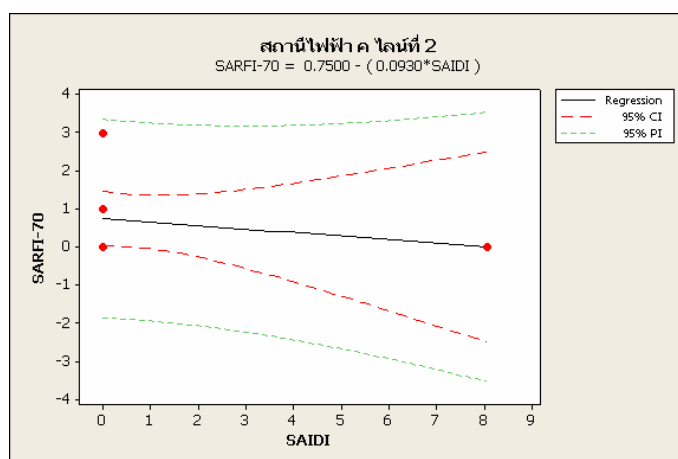
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2169 * SAIDI)$	-0.197	3.881

จากตารางที่ 75 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 83 – 86 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

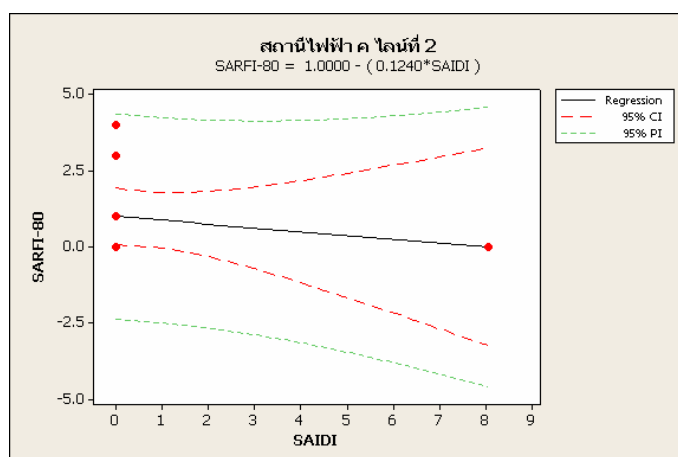
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



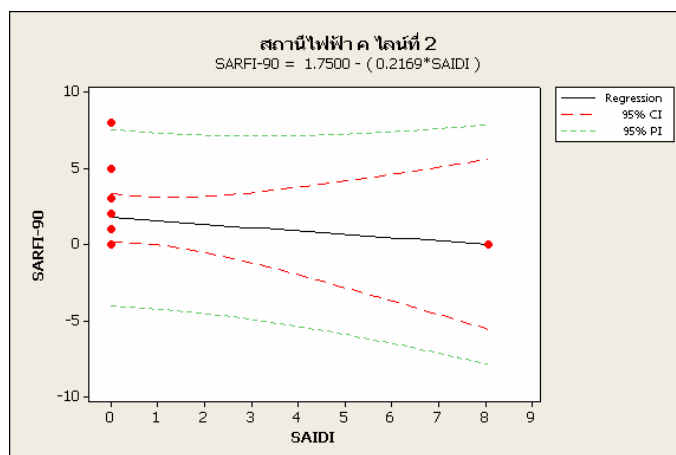
ภาพที่ 83 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 84 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 85 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 86 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2

จากตารางที่ 75 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 371 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 75 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 73 และ 75 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 76

ตารางที่ 76 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 73 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIDI	SARFI ₅₀	0.00	8.07	6.00	65.07	65.07	12.00	36.00	4.00
SAIDI	SARFI ₇₀	0.00	8.07	9.00	65.07	65.07	21.00	81.00	4.86
SAIDI	SARFI ₈₀	0.00	8.07	12.00	65.07	65.07	36.00	144.00	5.00
SAIDI	SARFI ₉₀	0.00	8.07	21.00	65.07	65.07	107.00	441.00	5.12
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2									4.75

จากตารางที่ 76 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIDI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (8.07 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 65.07) - 65.07][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 2 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.86 + 5.00 + 5.12)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.75$$

ดังนั้นจากตารางที่ 75 และ 76 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.75 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.75 \times 30}{1} = 142.50$ วัน โดย 142.50 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 ตามตารางที่ 71 และ 72 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 371 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 17 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{142.50 \times 371}{17} = 3,109.85$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{3,109.85 \times 1}{30} = 103.66$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{103.66 \times 1}{12} = 8.64$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 8.64 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

3.3 สถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 3 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 3 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 21 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 1 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 77 และ 78 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 77 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	09/04/2006@02:45:44.810 PM	87.2	94.0	95.0	0.099
02	14/04/2006@01:06:20.419 PM	97.0	97.0	85.4	0.049
03	04/05/2006@05:15:01.529 AM	89.5	100.0	99.0	0.289
04	09/05/2006@12:52:28.854 PM	79.9	97.0	96.0	0.059
05	15/05/2006@07:07:25.416 AM	49.0	96.0	91.0	0.060
06	18/05/2006@05:47:16.394 AM	98.0	96.0	78.9	0.070
07	18/05/2006@06:38:09.616 AM	85.0	84.4	97.0	0.071
08	11/06/2006@12:26:00.650 AM	98.0	97.0	88.8	0.049
09	15/06/2006@04:07:29.085 PM	87.4	98.0	98.0	0.561
10	21/06/2006@03:54:20.424 PM	95.0	93.0	58.7	0.090
11	23/06/2006@12:36:10.150 PM	98.0	96.0	76.6	0.069
12	23/06/2006@12:47:52.848 PM	86.6	97.0	85.5	0.059
13	23/06/2006@09:45:56.030 PM	88.5	89.2	88.2	0.040
14	25/06/2006@09:18:55.689 AM	53.1	95.0	94.0	0.079
15	25/06/2006@01:53:44.065 PM	94.0	69.0	96.0	0.070
16	03/07/2006@01:40:30.062 PM	97.0	96.0	44.3	0.069
17	03/09/2006@03:23:41.687 AM	51.1	90.0	44.3	0.090
18	29/09/2006@04:09:41.706 AM	98.0	98.0	87.2	0.050
19	13/10/2006@01:40:11.735 PM	93.0	90.0	30.9	0.080

ตารางที่ 77 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
20	13/10/2006@03:57:39.076 PM	47.0	93.0	91.0	0.090
21	28/10/2006@09:03:43.574 AM	30.0	95.0	91.0	0.140

ตารางที่ 78 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ค ไนต์ที่ 3

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:30:44.003 AM	0	0	0	485.0

จากตารางที่ 77 และ 78 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 79

ตารางที่ 79 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 3

สรุปประจำเดือน 15 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.08333	8.08333	0.9998189	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	2	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (371 วัน)	0	6	9	12	21	1	8.08333	8.08333	0.9999849	0

จากตารางที่ 79 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 80

ตารางที่ 80 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก ไหล่ที่ 3

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (1.7500 * SAIFI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0928 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1237 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2165 * SAIDI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 80 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

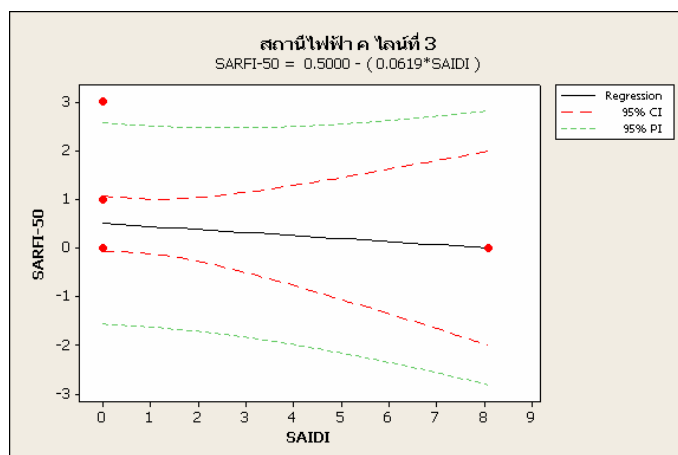
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 81

ตารางที่ 81 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3

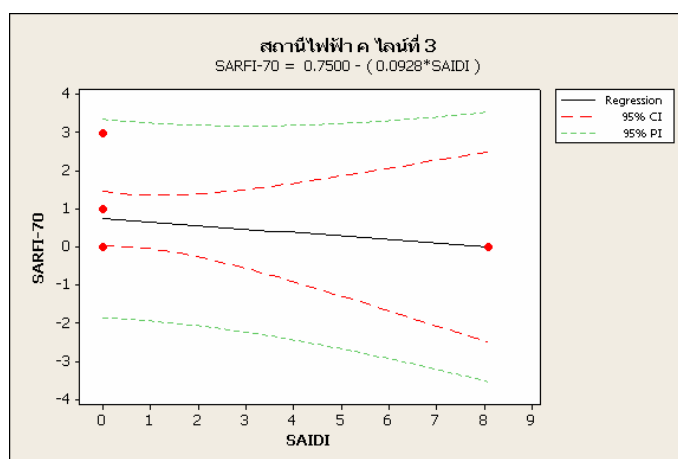
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0928 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1237 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2165 * SAIDI)$	-0.197	3.881

จากตารางที่ 81 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 87 – 90 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

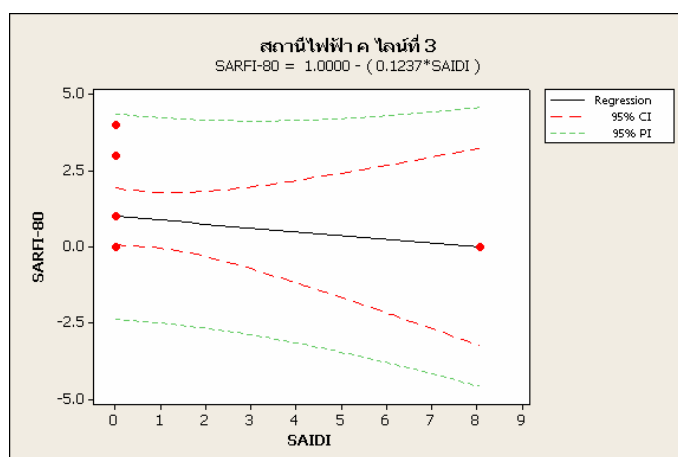
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



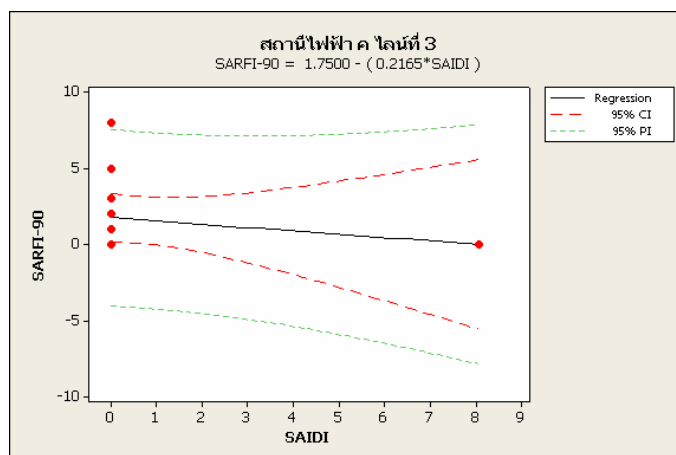
ภาพที่ 87 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 88 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 89 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค. ไลน์ที่ 3



ภาพที่ 90 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3

จากตารางที่ 81 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 371 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 81 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 79 และ 81 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 82

ตารางที่ 82 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 79 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	0.00	8.08	6.00	65.34	65.34	12.00	36.00	4.00
SAIFI	SARFI ₇₀	0.00	8.08	9.00	65.34	65.34	21.00	81.00	4.86
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	8.08	12.00	65.34	65.34	36.00	144.00	5.00
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	8.08	21.00	65.34	65.34	107.00	441.00	5.12
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3									4.75

จากตารางที่ 82 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIDI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (8.08 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 65.34) - 65.34][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 3 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.86 + 5.00 + 5.12)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.75$$

ดังนั้นจากตารางที่ 81 และ 82 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.75 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.75 \times 30}{1} = 142.50$ วัน โดย 142.50 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 ตามตารางที่ 77 และ 78 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 371 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 17 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{142.50 \times 371}{17} = 3,109.85$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{3,109.85 \times 1}{30} = 103.66$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{103.66 \times 1}{12} = 8.64$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค โลन्ที่ 3 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 8.64 ปี โดยทั้งนี้มิได้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

3.4 สถานีไฟฟ้า ค จากข้อมูลสรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค ไลน์ที่ 1 – 3 ตามตารางที่ 67, 73 และ 79 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังในลักษณะภาพรวมของทั้งสถานีไฟฟ้า ค โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 83

ตารางที่ 83 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ค

สรุปประจำเดือน 15 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.07222	8.07222	0.9998192	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	2	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (371 วัน)	0	6	9	12	21	1	8.07222	8.07222	0.9999849	0

จากตารางที่ 83 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 84

ตารางที่ 84 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (1.7500 * SAIFI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0929 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1239 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2168 * SAIDI)$	-0.197	3.881
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 84 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

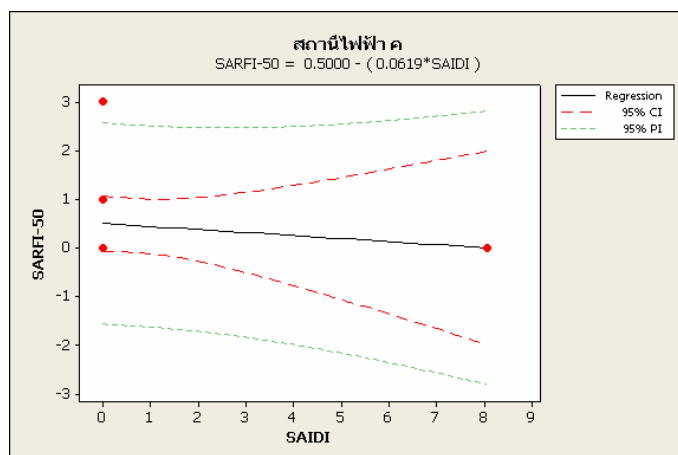
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 85

ตารางที่ 85 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค

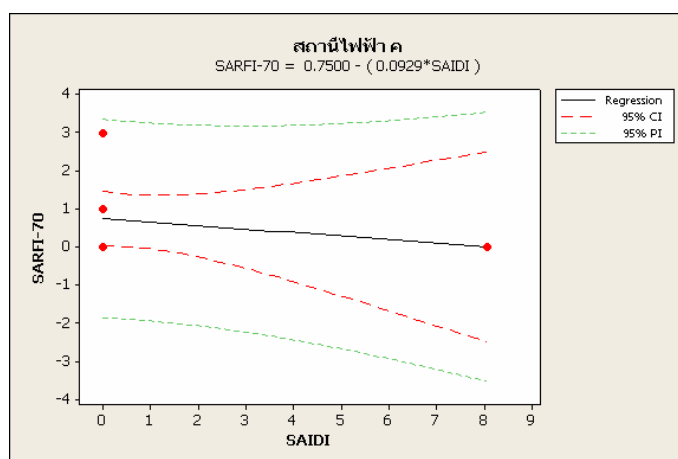
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0929 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1239 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.7500 - (0.2168 * SAIDI)$	-0.197	3.881

จากตารางที่ 85 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 91 – 94 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

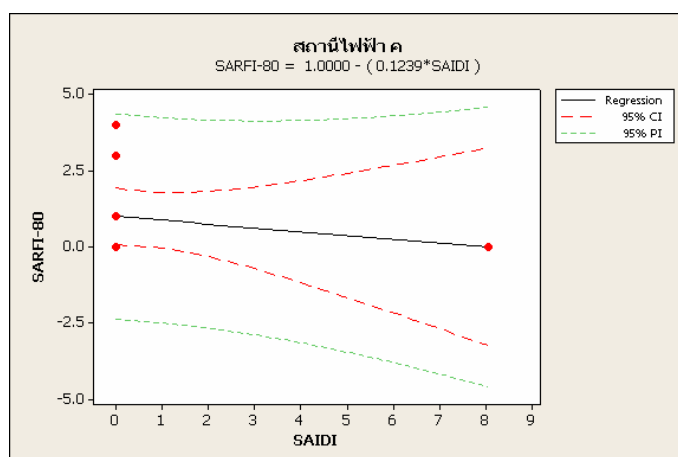
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



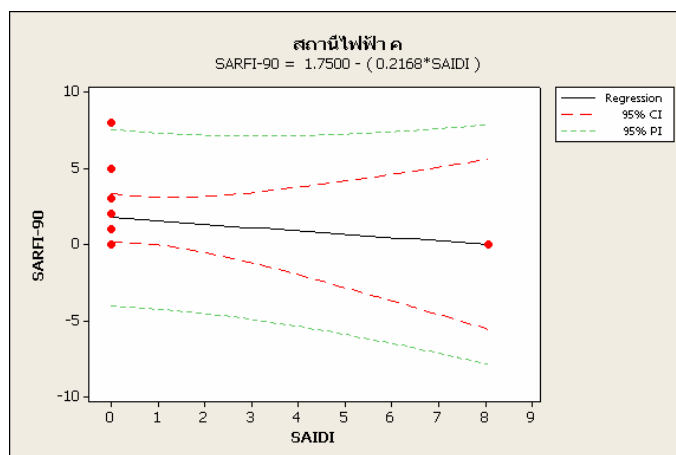
ภาพที่ 91 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค



ภาพที่ 92 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค



ภาพที่ 93 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค



ภาพที่ 94 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ค

จากตารางที่ 85 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 1 ปี เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค ต่อไป โดยทั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 85 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 83 และ 85 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 86

ตารางที่ 86 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ค

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 83 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	0.00	8.07	6.00	65.16	65.16	12.00	36.00	4.00
SAIFI	SARFI ₇₀	0.00	8.07	9.00	65.16	65.16	21.00	81.00	4.86
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	8.07	12.00	65.16	65.16	36.00	144.00	5.00
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	8.07	21.00	65.16	65.16	107.00	441.00	5.12
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ค									4.75

จากตารางที่ 86 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIDI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (8.07 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 65.16) - 65.16][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ค ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.86 + 5.00 + 5.12)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.75$$

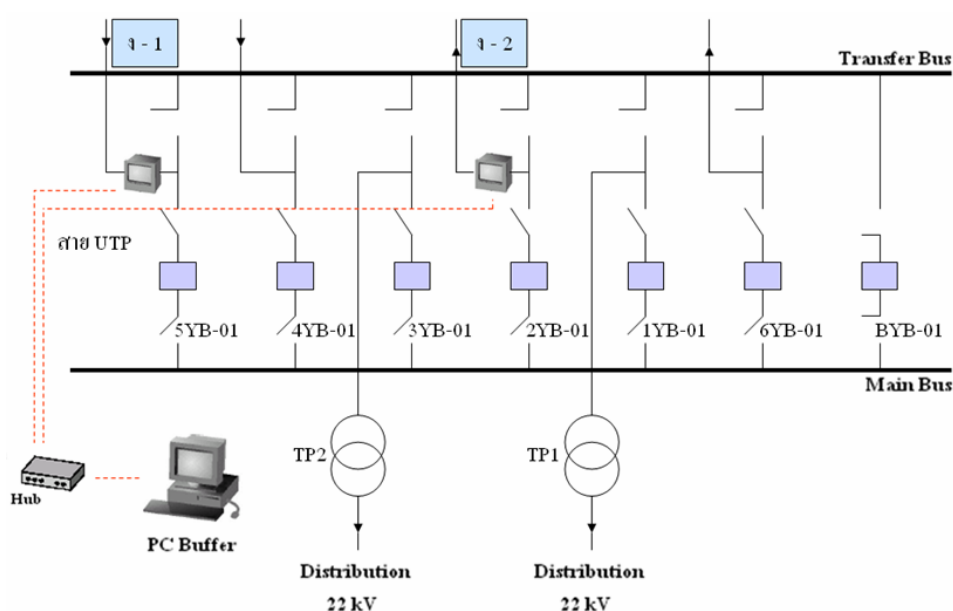
ดังนั้นจากตารางที่ 85 และ 86 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ค ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.75 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.75 \times 30}{1} = 142.50$ วัน โดย 142.50 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ค ไหล่ที่ 1-3 ตามรายละเอียดข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 371 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ค จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ $\frac{(17+17+17)}{3} = 17$ วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ค นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{142.50 \times 371}{17} = 3,109.85$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{3,109.85 \times 1}{30} = 103.66$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{103.66 \times 1}{12} = 8.64$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ค ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 8.64 ปี โดยทั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

4. สถานีไฟฟ้า ง

สถานีไฟฟ้า ง ติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 ทั้งหมด 2 เครื่อง โดยมีข้อมูลการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดเริ่มตั้งแต่วันที่ 16 พฤศจิกายน 2548 – 20 พฤศจิกายน 2549 (รวม 370 วัน) และ สถานีไฟฟ้า ง มีการเชื่อมต่อกับสถานีไฟฟ้า ข และสถานีไฟฟ้า ค ดังภาพที่ 95



ภาพที่ 95 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของสถานีไฟฟ้า ง

4.1 สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้ง 22 เหตุการณ์ และมีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้ง 1 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 87 และ 88 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 87 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น
ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:38:49.462 PM	98.0	89.2	99.0	0.040
02	09/04/2006@02:47:58.758 PM	87.0	94.0	95.0	0.100
03	14/04/2006@01:08:34.524 PM	98.0	97.0	84.9	0.050
04	04/05/2006@05:17:19.811 AM	88.9	101.0	100.0	0.310
05	09/05/2006@12:54:47.301 PM	78.8	97.0	96.0	0.060
06	15/05/2006@07:09:43.132 AM	45.8	96.0	93.0	0.060
07	18/05/2006@05:49:37.192 AM	98.0	96.0	77.8	0.070
08	18/05/2006@06:40:30.419 AM	84.6	83.7	98.0	0.070
09	11/06/2006@12:28:28.712 AM	98.0	97.0	88.1	0.069
10	15/06/2006@04:09:57.459 PM	86.6	98.0	98.0	0.631
11	21/06/2006@03:56:48.857 PM	96.0	93.0	56.0	0.090
12	23/06/2006@12:38:39.735 PM	98.0	96.0	75.1	0.070
13	23/06/2006@12:50:22.434 PM	86.2	97.0	85.1	0.059
14	23/06/2006@09:48:22.680 PM	88.3	88.2	88.0	0.040
15	25/06/2006@09:21:23.499 AM	50.2	96.0	95.0	0.081
16	25/06/2006@01:56:11.880 PM	95.0	67.2	96.0	0.070
17	03/07/2006@01:43:00.580 PM	111.0	105.0	26.3	0.070
18	03/09/2006@03:26:27.236 AM	48.9	91.0	42.4	0.090
19	29/09/2006@04:12:31.597 AM	98.0	97.0	86.7	0.049
20	13/10/2006@01:43:02.520 PM	93.0	89.7	26.3	0.079
21	13/10/2006@04:00:29.862 PM	47.2	92.0	91.0	0.080
22	28/10/2006@09:06:39.432 AM	38.0	95.0	93.0	0.129

ตารางที่ 88 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:33:04.827 AM	0	0	0	484.0

จากตารางที่ 87 และ 88 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 89

ตารางที่ 89 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

สรุปประจำเดือน 16 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.06667	8.06667	0.9998193	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	0
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (370 วัน)	0	6	9	12	22	1	8.06667	8.06667	0.9999849	0

จากตารางที่ 89 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 90

ตารางที่ 90 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.8333 - (1.8330 * SAIFI)$	-0.204	4.162
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.8333 - (0.2273 * SAIDI)$	-0.204	4.162
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀ และ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ MAIFI	—	—

จากตารางที่ 90 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 2 ตัวแปร คือ SAIFI และ SAIDI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

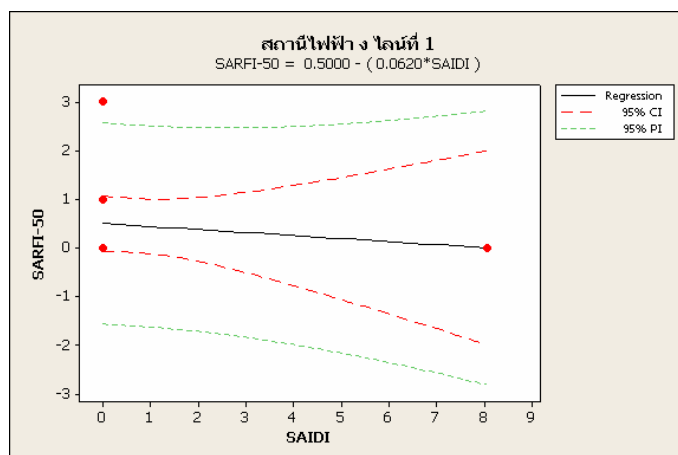
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 91

ตารางที่ 91 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

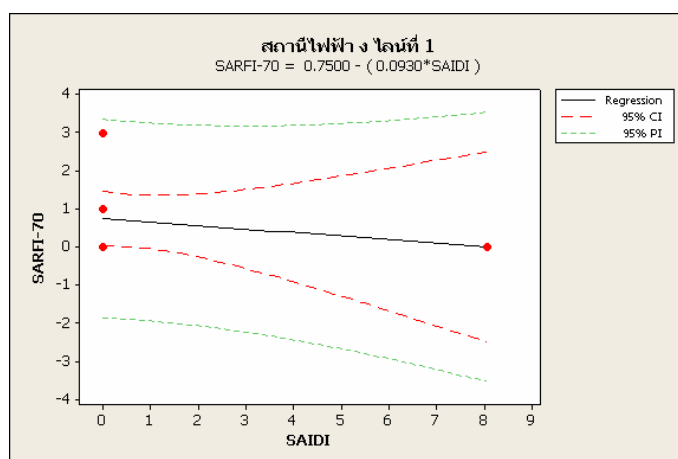
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0620 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0930 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1240 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.8333 - (0.2273 * SAIDI)$	-0.204	4.162

จากตารางที่ 91 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 96 – 99 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

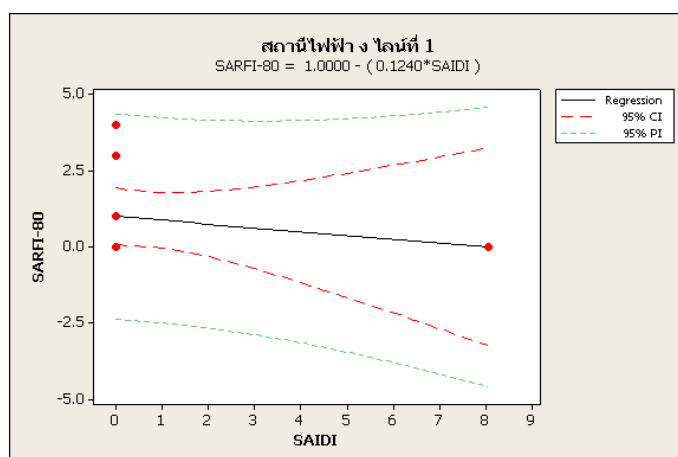
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



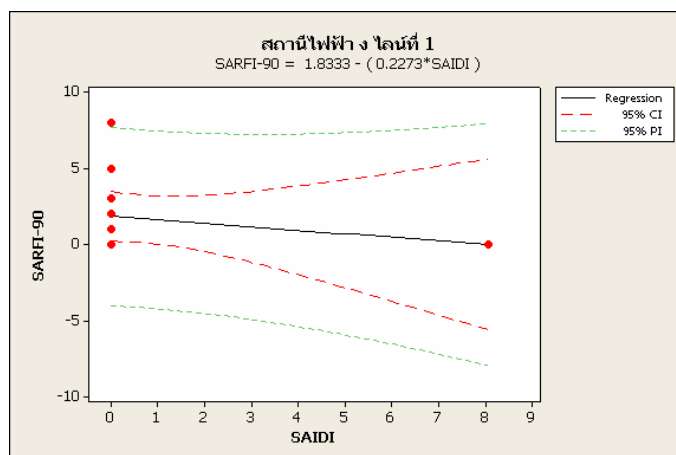
ภาพที่ 96 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 97 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 98 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ไลน์ที่ 1



ภาพที่ 99 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{90}$ กับ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

จากตารางที่ 91 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 370 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ต่อไป โดยทั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 91 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ $SARFI_x$ (เมื่อ $x = 10, 50, 70, 80$ และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 89 และ 91 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 92

ตารางที่ 92 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 89 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
SAIFI	SARFI ₅₀	0.00	8.07	6.00	65.07	65.07	12.00	36.00	4.00
SAIFI	SARFI ₇₀	0.00	8.07	9.00	65.07	65.07	21.00	81.00	4.86
SAIFI	SARFI ₈₀	0.00	8.07	12.00	65.07	65.07	36.00	144.00	5.00
SAIFI	SARFI ₉₀	0.00	8.07	22.00	65.07	65.07	112.00	484.00	5.32
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1									4.80

จากตารางที่ 92 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (8.07 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 65.07) - 65.07][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.86 + 5.00 + 5.32)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.80$$

ดังนั้นจากตารางที่ 91 และ 92 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.80 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.80 \times 30}{1} = 144.00$ วัน โดย 144.00 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ตามตารางที่ 87 และ 88 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 370 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 18 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{144.00 \times 370}{18} = 2,960.00$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,960.00 \times 1}{30} = 98.67$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{98.67 \times 1}{12} = 8.22$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 8.22 ปี โดยทั้งนี้มิจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้ค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

4.2 สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 จากการตรวจวัดการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า และความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง พบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 มีข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้นรวมทั้งหมด 23 เหตุการณ์ และมี ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับรวมทั้งหมด 3 เหตุการณ์ โดยรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 93 และ 94 ตามลำดับดังนี้คือ

ตารางที่ 93 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินและแรงดันไฟฟ้าสูงเกินช่วงระยะเวลาสั้น ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	05/04/2006@01:38:49.938 PM	98.0	89.2	98.0	0.040
02	09/04/2006@02:47:58.950 PM	87.0	94.0	94.0	0.099
03	11/04/2006@04:23:15.542 PM	99.0	98.0	89.8	0.020
04	14/04/2006@01:08:34.406 PM	98.0	97.0	84.8	0.049
05	04/05/2006@05:17:19.860 AM	88.9	101.0	100.0	0.311
06	09/05/2006@12:54:47.817 PM	78.8	97.0	96.0	0.059
07	15/05/2006@07:09:43.086 AM	45.8	96.0	93.0	0.060
08	18/05/2006@05:49:36.840 AM	98.0	96.0	77.7	0.070
09	18/05/2006@06:40:30.064 AM	84.6	83.7	97.0	0.070
10	11/06/2006@12:28:29.150 AM	98.0	97.0	88.0	0.069
11	15/06/2006@04:09:57.536 PM	86.7	98.0	98.0	0.630
12	21/06/2006@03:56:49.472 PM	96.0	93.0	55.7	0.090
13	23/06/2006@12:38:40.152 PM	98.0	96.0	74.9	0.070
14	23/06/2006@12:50:22.860 PM	86.0	96.0	84.9	0.070
15	23/06/2006@09:48:22.664 PM	88.3	87.9	87.6	0.039
16	25/06/2006@09:21:23.339 AM	50.4	96.0	95.0	0.079
17	25/06/2006@01:56:11.702 PM	95.0	67.2	96.0	0.070
18	03/07/2006@01:43:00.505 PM	109.0	105.0	25.9	0.079
19	03/09/2006@03:26:26.314 AM	49.2	91.0	42.3	0.090
20	29/09/2006@04:12:32.307 AM	98.0	97.0	86.5	0.049

ตารางที่ 93 (ต่อ)

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
21	13/10/2006@01:43:01.896 PM	92.0	89.8	26.8	0.080
22	13/10/2006@04:00:29.220 PM	47.1	93.0	91.0	0.080
23	28/10/2006@09:06:39.493 AM	38.0	95.0	93.0	0.130

ตารางที่ 94 ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

เหตุการณ์	วัน / เวลา	ขนาดแรงดัน เฟส A (%)	ขนาดแรงดัน เฟส B (%)	ขนาดแรงดัน เฟส C (%)	ช่วงเวลา (วินาที)
01	19/12/2005@03:33:04.183 AM	0	0	0	485.0
02	14/06/2006@11:02:19.149 AM	0	0	0	247.8
03	14/06/2006@11:07:14.912 AM	0	0	0	109.2

จากตารางที่ 93 และ 94 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสรุปเป็นสถิติดัชนี
คุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น
พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 95

ตารางที่ 95 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

สรุปประจำเดือน 16 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.08333	8.08333	0.9998189	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	4	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	2
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (370 วัน)	0	6	9	12	23	1	8.08333	8.08333	0.9999848	2

จากตารางที่ 95 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 96

ตารางที่ 96 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 95 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.9167 - (1.9170 * SAIFI)$	-0.208	4.326
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 95 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0928 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1237 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.9167 - (0.2371 * SAIDI)$	-0.208	4.326
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 95 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.2500 * MAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.5000 + (1.2500 * MAIFI)$	0.625	39.063
$SARFI_{80} = 0.6667 + (1.6667 * MAIFI)$	0.642	41.216
$SARFI_{90} = 1.2500 + (3.3750 * MAIFI)$	0.733	53.729

จากตารางที่ 96 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

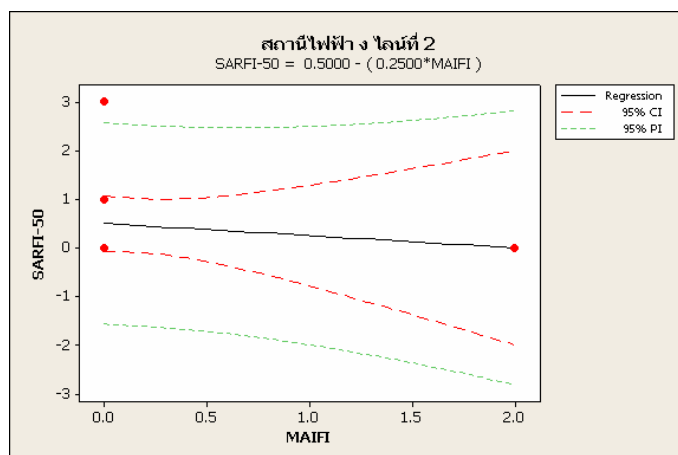
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 97

ตารางที่ 97 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

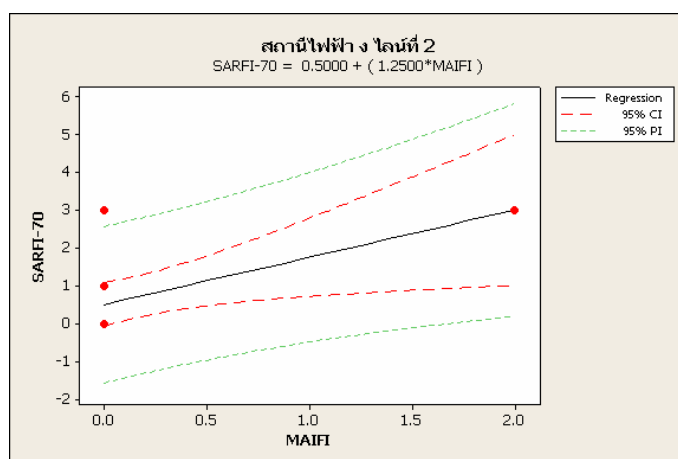
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 95 พบว่าไม่มีข้อมูลของ $SARFI_{10}$	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.2500 * MAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.5000 + (1.2500 * MAIFI)$	0.625	39.063
$SARFI_{80} = 0.6667 + (1.6667 * MAIFI)$	0.642	41.216
$SARFI_{90} = 1.2500 + (3.3750 * MAIFI)$	0.733	53.729

จากตารางที่ 97 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 100 – 103 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

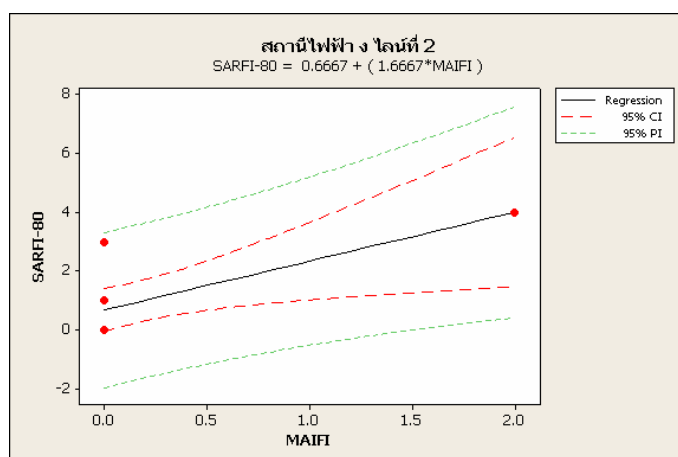
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



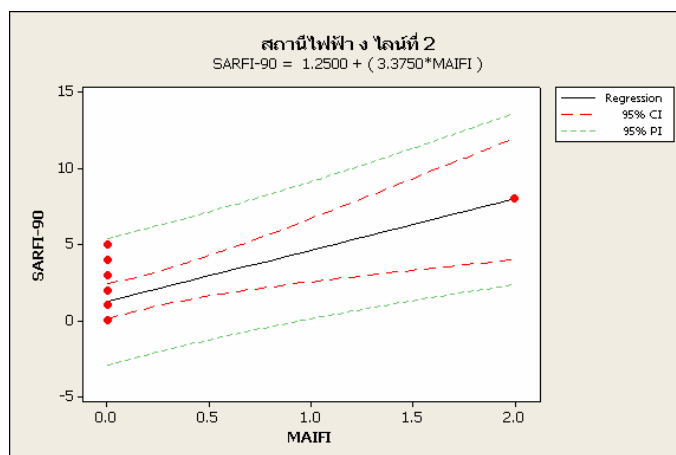
ภาพที่ 100 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{50} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 101 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{70} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 102 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI_{80} กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2



ภาพที่ 103 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

จากตารางที่ 97 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 370 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ต่อไป โดยทั้งนี้มุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 97 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 95 และ 97 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 98

ตารางที่ 98 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 95 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	2.00	6.00	4.00	4.00	12.00	36.00	4.00
MAIFI	SARFI ₇₀	6.00	2.00	9.00	4.00	4.00	21.00	81.00	4.00
MAIFI	SARFI ₈₀	8.00	2.00	12.00	4.00	4.00	36.00	144.00	4.20
MAIFI	SARFI ₉₀	16.00	2.00	23.00	4.00	4.00	119.00	529.00	5.09
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2									4.32

จากตารางที่ 98 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ MAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (2.00 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 4.00) - 4.00][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.00 + 4.20 + 5.09)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.32$$

ดังนั้นจากตารางที่ 97 และ 98 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.32 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.32 \times 30}{1} = 129.60$ วัน โดย 129.60 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ตามตารางที่ 93 และ 94 ข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 370 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงรวมทั้งหมด 20 วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{129.60 \times 370}{20} = 2,397.60$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,397.60 \times 1}{30} = 79.92$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{79.92 \times 1}{12} = 6.66$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 2 ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 6.66 ปี โดยทั้งนี้มิจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้ค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

4.3 สถานีไฟฟ้า ง จากข้อมูลสรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 – 2 ตามตารางที่ 89 และ 95 ข้างต้นนั้น เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้มาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อสรุปเป็นสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังในลักษณะภาพรวมของทั้งสถานีไฟฟ้า ง โดยแยกพิจารณาเป็นรายเดือนนั้น พบว่าสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 99

ตารางที่ 99 สรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของสถานีไฟฟ้า ง

สรุปประจำเดือน 16 พ.ย. 48 – 20 พ.ย. 49	Power Quality Indices					Reliability Indices				
	SARFI ₁₀	SARFI ₅₀	SARFI ₇₀	SARFI ₈₀	SARFI ₉₀	SAIFI (ครั้ง)	SAIDI (นาที)	CAIDI (นาที/ครั้ง)	ASAI	MAIFI (ครั้ง)
พฤศจิกายน 2548	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
ธันวาคม 2548	0	0	0	0	0	1	8.07500	8.07500	0.9998191	0
มกราคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กุมภาพันธ์ 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
มีนาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
เมษายน 2549	0	0	0	0	3.50000	0	0	–	1.0000000	0
พฤษภาคม 2549	0	1	1	3	5	0	0	–	1.0000000	0
มิถุนายน 2549	0	0	3	4	8	0	0	–	1.0000000	1
กรกฎาคม 2549	0	1	1	1	1	0	0	–	1.0000000	0
สิงหาคม 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
กันยายน 2549	0	1	1	1	2	0	0	–	1.0000000	0
ตุลาคม 2549	0	3	3	3	3	0	0	–	1.0000000	0
พฤศจิกายน 2549	0	0	0	0	0	0	0	–	1.0000000	0
สรุปทั้งหมด (370 วัน)	0	6	9	12	22.50000	1	8.07500	8.07500	0.9999848	1

จากตารางที่ 99 เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรมมินิแทป พบว่าสามารถสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังได้ดังตารางที่ 100

ตารางที่ 100 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้าฯ

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 99 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * SAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.7500 * SAIFI)$	-0.187	3.497
$SARFI_{80} = 1.0000 - (1.0000 * SAIFI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.8750 - (1.8750 * SAIFI)$	-0.206	4.244
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ SAIDI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 99 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.0619 * SAIDI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.7500 - (0.0929 * SAIDI)$	-0.188	3.534
$SARFI_{80} = 1.0000 - (0.1238 * SAIDI)$	-0.192	3.686
$SARFI_{90} = 1.8750 - (0.2322 * SAIDI)$	-0.206	4.244
สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI _x กับ MAIFI	R	R ² (%)
จากตารางที่ 99 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * MAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.5000 + (2.5000 * MAIFI)$	0.625	39.063
$SARFI_{80} = 0.6667 + (3.3330 * MAIFI)$	0.642	41.216
$SARFI_{90} = 1.2083 + (6.7920 * MAIFI)$	0.747	55.801

จากตารางที่ 100 จะเห็นได้ว่าตัวแปรดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) จะขึ้นอยู่กับตัวแปรดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง 3 ตัวแปร คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

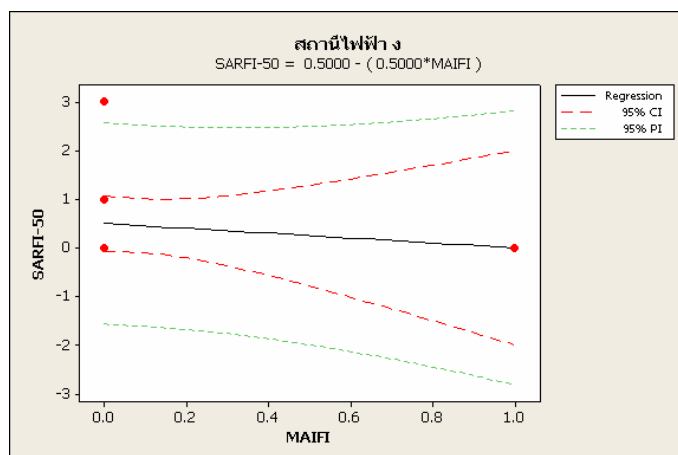
Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ของแต่ละสมการข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าสมการแต่ละสมการจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการสรุปหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง นั้น ในการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะสมการในแต่ละคู่อันดับของความสัมพันธ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) สูงสุดเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 101

ตารางที่ 101 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง

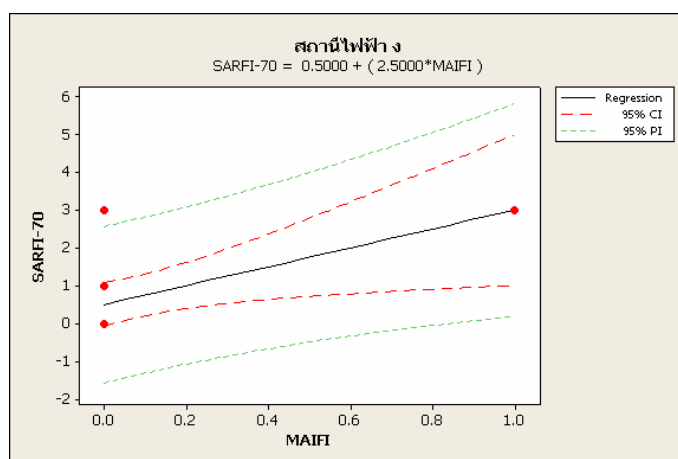
สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง	R	R^2 (%)
จากตารางที่ 99 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀	—	—
$SARFI_{50} = 0.5000 - (0.5000 * MAIFI)$	-0.158	2.496
$SARFI_{70} = 0.5000 + (2.5000 * MAIFI)$	0.625	39.063
$SARFI_{80} = 0.6667 + (3.3330 * MAIFI)$	0.642	41.216
$SARFI_{90} = 1.2083 + (6.7920 * MAIFI)$	0.747	55.801

จากตารางที่ 101 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูล รวมถึงเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 104 – 107 โดยทั้งนี้สัญลักษณ์และความหมายต่างๆ ภายในภาพสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

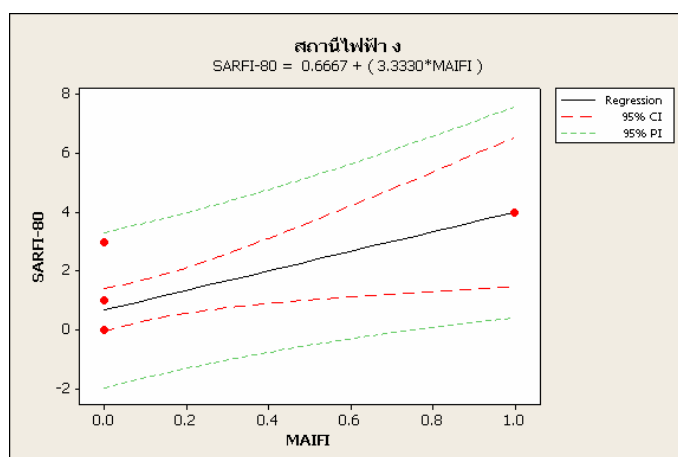
- หมายถึง Regression หรือเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง
- - - - - หมายถึง 95% Confidential Interval หรือช่วงระดับของความเชื่อมั่นที่ 95%
- หมายถึง 95% Prediction Interval หรือช่วงระดับของการพยากรณ์ที่ 95%



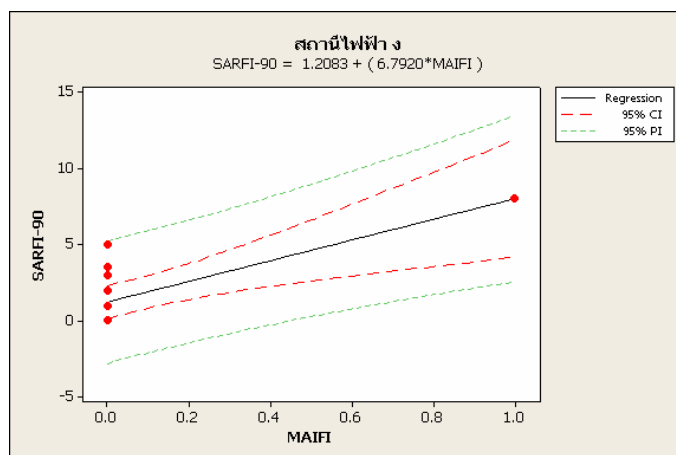
ภาพที่ 104 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{50}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง



ภาพที่ 105 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{70}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง



ภาพที่ 106 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{80}$ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง



ภาพที่ 107 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₉₀ กับ MAIFI ของสถานีไฟฟ้า ง

จากตารางที่ 101 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่ได้จะมีค่าค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การนำสมการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลเพียง 370 วัน เท่านั้น ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ต้องมีการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง ต่อไป โดยทั้งนี้ก็มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นนั่นเอง

ดังนั้นจากตารางที่ 101 และสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง นั้น พบว่าในส่วนของการวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่า $r = 1.00$ และให้ชุดข้อมูล x คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ส่วนชุดข้อมูล y คือ SARFI_x (เมื่อ x = 10, 50, 70, 80 และ 90 เปอร์เซนต์) โดยทั้งนี้ชุดข้อมูล x และ y จะอ้างอิงตามตารางที่ 99 และ 101 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 102

ตารางที่ 102 ตัวแปรและผลการคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของ
สถานีไฟฟ้า ง

Indices		Σxy	Σx	Σy	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	Σy^2	$(\Sigma y)^2$	N
x	y								
จากตารางที่ 99 พบว่าไม่มีข้อมูลของ SARFI ₁₀									
MAIFI	SARFI ₅₀	0.00	1.00	6.00	1.00	1.00	12.00	36.00	4.00
MAIFI	SARFI ₇₀	3.00	1.00	9.00	1.00	1.00	21.00	81.00	4.00
MAIFI	SARFI ₈₀	4.00	1.00	12.00	1.00	1.00	36.00	144.00	4.20
MAIFI	SARFI ₉₀	8.00	1.00	22.50	1.00	1.00	115.25	506.25	5.10
ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ง									4.33

จากตารางที่ 102 เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคำนวณหาค่า N ที่ได้ในแต่ละคู่อันดับ
ความสัมพันธ์ และค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง นั้น พบว่าเมื่อพิจารณาสมการที่ 18 (หน้าที่ 38)
ข้างต้นนั้น จะสามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่า N ของคู่อันดับความสัมพันธ์ระหว่าง
SARFI₅₀ กับ MAIFI ได้ดังนี้คือ

$$r = \frac{N \Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[(N \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2][(N \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2]}}$$

$$1 = \frac{(N \times 0.00) - (1.00 \times 6.00)}{\sqrt{[(N \times 1.00) - 1.00][(N \times 12.00) - 36.00]}}$$

$$N = 4.00$$

และสามารถคำนวณหาค่า N เฉลี่ยของสถานีไฟฟ้า ง ได้ดังนี้คือ

$$N_{Average} = \frac{(4.00 + 4.00 + 4.20 + 5.10)}{4}$$

$$N_{Average} = 4.33$$

ดังนั้นจากตารางที่ 101 และ 102 ข้างต้นนั้น เพื่อเป็นการทำให้สมการดังกล่าวมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มมากขึ้นนั้น พบว่าสำหรับในการวิจัยนี้สถานีไฟฟ้า ง ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 4.33 เดือน หรือคิดเป็น $\frac{4.33 \times 30}{1} = 129.90$ วัน โดย 129.90 วันนี้ คือจำนวนวันทั้งหมดที่ต้องมีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงจากจำนวนวันทั้งหมดที่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเดิมของสถานีไฟฟ้า ง ไลน์ที่ 1 – 2 ตามรายละเอียดข้างต้นนั้น พบว่าตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมด 370 วันนั้น สถานีไฟฟ้า ง จะมีจำนวนวันที่มีการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังขึ้นจริงเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ $\frac{(18+20)}{2} = 19$ วัน ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมสำหรับสถานีไฟฟ้า ง นั้น ในการวิจัยนี้จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเท่ากับ $\frac{129.90 \times 370}{19} = 2,529.63$ วัน หรือคิดเป็น $\frac{2,529.63 \times 1}{30} = 84.32$ เดือน หรือคิดเป็น $\frac{84.32 \times 1}{12} = 7.03$ ปี

และจากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น จึงพบว่าสถานีไฟฟ้า ง ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังอย่างน้อย 7.03 ปี โดยทั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีค่าสูงขึ้นต่อไปนั่นเอง

5. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y (กรณีมีตัวแปร $x = 2$ ตัวแปร)

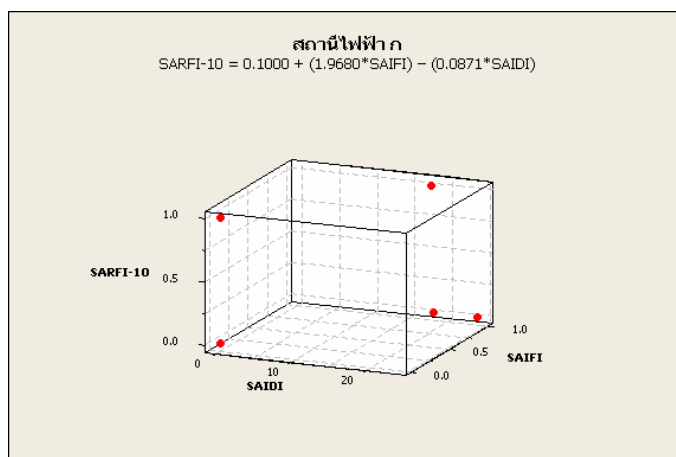
จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้า ก – ง ตามรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น พบว่าตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์ทั้งหมดเป็นดังนี้คือ ตัวแปร y เป็นตัวแปรที่ได้จากดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า เช่น $SARFI_{10}$, $SARFI_{50}$, $SARFI_{70}$, $SARFI_{80}$ และ $SARFI_{90}$ ตามลำดับ ส่วนตัวแปร x เป็นตัวแปรที่ได้จากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เช่น SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากผลที่ได้ตามรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น พบว่าสมการที่ใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก – ง นั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) อยู่ในระดับต่ำ และส่งผลทำให้การนำสมการที่ได้ดังกล่าวนี้ไปใช้ในการพยากรณ์หาดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากสมการที่ได้ตามรายละเอียดข้างต้นนั้นเป็นสมการที่ขึ้นกับตัวแปร x เพียงตัวแปรเดียวเท่านั้นนั่นเอง

ดังนั้นในส่วนนี้จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในกรณีที่มีตัวแปร x มากกว่า 1 ตัวแปร นั่นคือทำการปรับเปลี่ยนสมการเส้นตรงเดิมให้มีรูปแบบเป็น $y = m_1x_1 + m_2x_2 + c$ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพิจารณาหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้มีความเหมาะสมเพิ่มมากขึ้นและมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์เพิ่มสูงขึ้นนั่นเอง ซึ่งรายละเอียดในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y (กรณีมีตัวแปร $x = 2$ ตัวแปร) นั้นในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะกรณีของสถานีไฟฟ้า ก เท่านั้น โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 21 (หน้าที่ 87) เป็นข้อมูลในการศึกษา และในการพิจารณาถึงความน่าเชื่อถือในการนำสมการที่ได้ใหม่นี้ไปใช้ในการพยากรณ์นั้น ในส่วนนี้ยังคงพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) เป็นหลักด้วยเช่นเดิม โดยรายละเอียดทั้งหมดของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก (กรณีมีตัวแปร $x = 2$ ตัวแปร) นั้นสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 103

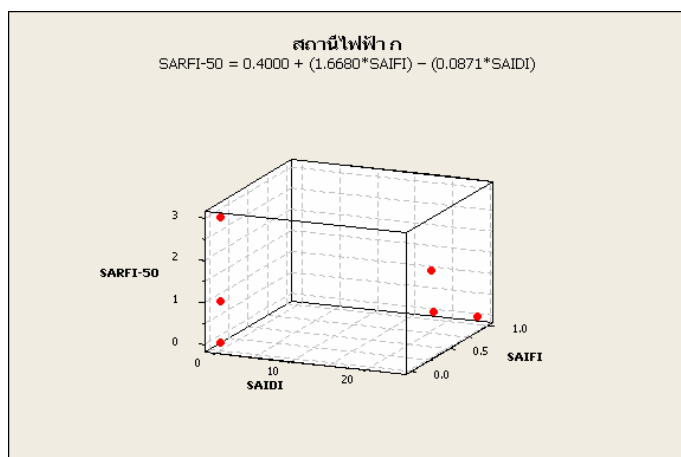
ตารางที่ 103 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก (กรณีมีตัวแปร $x = 2$ ตัวแปร)

สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก	R	R ² (%)
$SARFI_{10} = 0.1000 + (1.9680 \cdot SAIFI) - (0.0871 \cdot SAIDI)$	0.4277	18.2927
$SARFI_{50} = 0.4000 + (1.6680 \cdot SAIFI) - (0.0871 \cdot SAIDI)$	0.1449	2.0996
$SARFI_{70} = 0.6000 + (4.0530 \cdot SAIFI) - (0.1946 \cdot SAIDI)$	0.3240	10.4976
$SARFI_{80} = 1.2000 - (1.3010 \cdot SAIFI) + (0.1279 \cdot SAIDI)$	0.3507	12.2990
$SARFI_{90} = 7.5000 + (34.750 \cdot SAIFI) - (1.5190 \cdot SAIDI)$	0.3316	10.9958

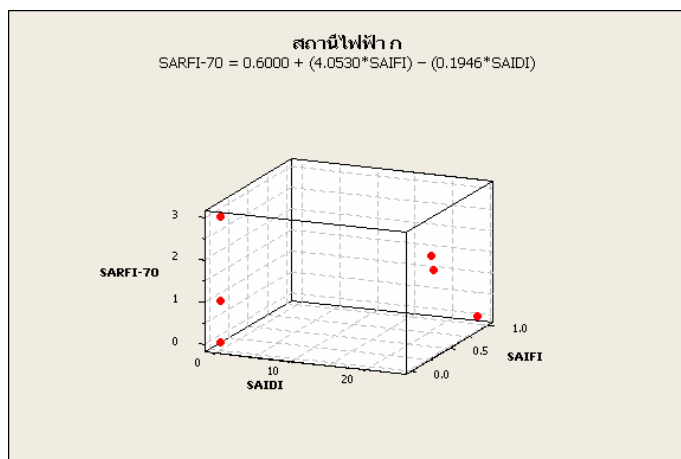
จากตารางที่ 103 เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปแบบการกระจายและความหนาแน่นของกลุ่มข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของสถานีไฟฟ้า ก (กรณีมีตัวแปร $x = 2$ ตัวแปร) นั้น พบว่าสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 108 – 112 ตามลำดับดังนี้คือ



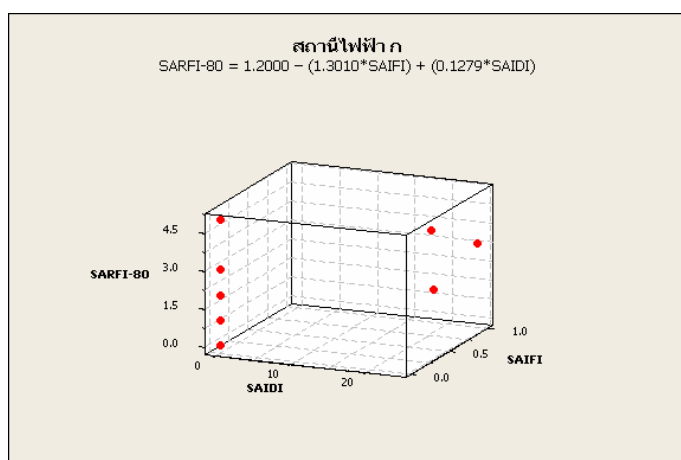
ภาพที่ 108 ความสัมพันธ์ระหว่าง $SARFI_{10}$ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก



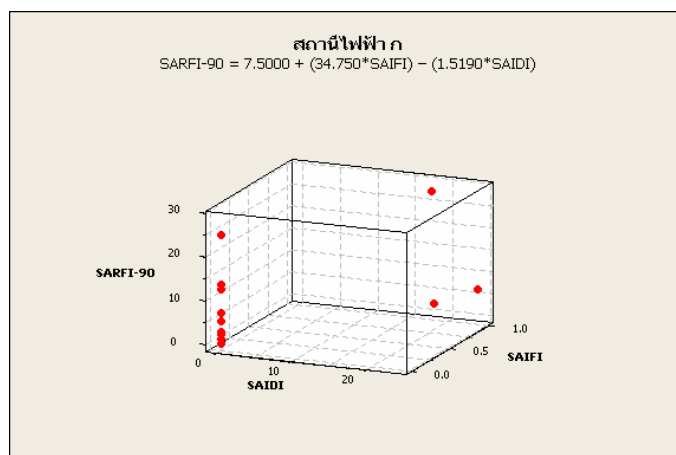
ภาพที่ 109 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₅₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 110 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₇₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 111 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₈₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก



ภาพที่ 112 ความสัมพันธ์ระหว่าง SARFI₉₀ กับ SAIFI และ SAIDI ของสถานีไฟฟ้า ก

จากตารางที่ 103 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่ได้จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) เดิมที่ได้จากตารางที่ 23 (หน้าที่ 89) ดังนั้นในกรณีดังกล่าวนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มตัวแปร x ให้มากกว่า 1 ตัวแปร (กรณีมีตัวแปร x = 2 ตัวแปร) นั้นอาจส่งผลทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R²) ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิมได้

แต่ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y (กรณีมีตัวแปร x = 2 ตัวแปร) ดังกล่าวนี้นั้นเป็นเพียงการศึกษาและยกตัวอย่างของสถานีไฟฟ้า ก เพียงสถานีไฟฟ้าเดียวเท่านั้น ดังนั้นหากต้องการพิจารณาถึงสถานีไฟฟ้าอื่นๆ เพิ่มเติมจึงอาจต้องทำการพิจารณาในส่วน of ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง (ตัวแปร x) เพิ่มเติมด้วย ทั้งนี้เนื่องจากบางสถานีไฟฟ้าอาจไม่มีการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบต่อเนื่องเกิดขึ้น มีแต่เพียงการเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับแบบชั่วคราวเกิดขึ้นเท่านั้น ดังนั้นในส่วนนี้จึงถือเป็นข้อจำกัดและข้อสำคัญในการศึกษาและพิจารณาเพื่อเลือกใช้ตัวแปร x (ในกรณีที่เลือกใช้ตัวแปร x มากกว่า 1 ตัวแปร)

วิจารณ์

จากผลการวิจัยทั้งหมดตามรายละเอียดที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังจะมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจาก

1. ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย โดยในการวิจัยนี้จะมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพียง 1 ปี เท่านั้น จึงทำให้ไม่สามารถเห็นรูปแบบหรือแนวทางการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของสถานีไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงส่งผลทำให้ได้สมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำนั่นเอง ดังนั้นในส่วนนี้หากทำการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพิ่มขึ้นตามสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) ก็อาจส่งผลทำให้ได้สมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์เพิ่มสูงขึ้นได้

2. ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันภายในสถานีไฟฟ้านั้นๆ ซึ่งด้วยเหตุนี้เองจึงส่งผลทำให้การเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ดังตัวอย่างเช่น การทำงานของ Recloser ภายในสถานีไฟฟ้านั้นๆ ซึ่งโดยปกติแล้ว Recloser จัดเป็นอุปกรณ์เปิดหรือปิดกระแสไฟฟ้าแรงสูงประเภทหนึ่งที่มีการทำงานอัตโนมัติเช่นเดียวกับ Circuit Breaker โดยหน้าที่หลักของ Recloser จะทำหน้าที่ตัดตอนกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดความผิดปกติ (Fault) ขึ้นในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ทั้งนี้ Recloser จะทำงานแตกต่างจาก Circuit Breaker กล่าวคือ เมื่อมีการตัดตอนกระแสไฟฟ้าไปแล้ว Recloser จะทำการตรวจสอบสายป้อนอีกครั้งหนึ่งโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบหาความผิดปกติ (Fault) ของระบบไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุของการตัดวงจรนั้นว่าได้รับการแก้ไขแล้วหรือยัง ซึ่งหากเป็นการลัดวงจรแบบชั่วคราว (Temporary Fault) นั้น Recloser จะทำ

การ Reset ตัวเองโดยอัตโนมัติและจ่ายกระแสไฟฟ้ากลับคืนให้กับระบบไฟฟ้าตามเดิม ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าเมื่อมีการทำงานของ Recloser เกิดขึ้นแล้ว และ Recloser มีการทำงานหลายจังหวะเพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติ (Fault) ของระบบไฟฟ้านั้น พบว่าเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าจะทำการตรวจพบเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยเฉพาะค่าที่เกี่ยวข้องกับดัชนี SARFI_x และดัชนี MAIFI ดังนั้นในส่วนนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าค่าดัชนี SARFI_x และดัชนี MAIFI จะเกิดขึ้นเท่ากับจำนวนครั้งของการทำงานของ Recloser ซึ่งในกรณีดังกล่าวข้างต้นนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าค่าดัชนี SARFI_x และดัชนี MAIFI ที่ได้จะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของ Recloser นั้นเอง ดังนั้นในส่วนนี้จึงอาจทำให้แนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ค่านั้นเอง

3. การเลือกใช้ตัวแปรในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ตัวแปรที่ใช้ในการพยากรณ์ทั้งหมดเป็นดังนี้คือ ตัวแปร y เป็นตัวแปรที่ได้จากดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า เช่น SARFI₁₀, SARFI₅₀, SARFI₇₀, SARFI₈₀ และ SARFI₉₀ ตามลำดับ ส่วนตัวแปร x เป็นตัวแปรที่ได้จากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เช่น SAIFI, SAIDI และ MAIFI ตามลำดับ ซึ่งจากปัจจัยต่างๆ ตามที่ได้กล่าวถึงในข้อ 1 และ 2 ข้างต้นนั้น จึงส่งผลทำให้ได้สมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์อยู่ในระดับค่านั้นเอง ดังนั้นในส่วนนี้หากทำการเปลี่ยนตัวแปร x เดิมให้เป็นตัวแปร x ใหม่ชนิดอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เช่นเดียวกันมาแทนตัวแปร x เดิมที่ใช้ในการวิจัยนี้แล้วนั้น ก็อาจส่งผลทำให้ได้สมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์เพิ่มสูงขึ้นได้

4. การเลือกใช้รูปแบบของสมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากการวิจัยนี้ได้กำหนดให้รูปแบบของสมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นแบบสมการเส้นตรง นั่นคือ $y = mx + c$ ซึ่งจากผลที่ได้ในการวิจัยนี้พบว่าระดับความน่าเชื่อถือในการนำสมการไปใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังจะมีความน่าเชื่อถืออยู่

ในระดับต่ำ ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ตามที่ได้กล่าวถึงในข้อ 1 – 3 ข้างต้นนั้น ดังนั้นในส่วนนี้หากทำการเพิ่มตัวแปร x ให้มากขึ้น นั่นคือทำการปรับเปลี่ยนสมการเส้นตรงให้มีรูปแบบเป็น $y = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n + c$ ก็อาจส่งผลทำให้ได้สมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่มีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์เพิ่มสูงขึ้นได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

สำหรับในการวิจัยนี้ได้นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเพื่อจัดทำสถิติดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าและดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง รวมถึงการจัดทำสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสม โดยในการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นด้วยโปรแกรมมินิแทป ในการหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง และจากการหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขตพื้นที่ภาคกลางนั้น พบว่าสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของแต่ละสถานีไฟฟ้านั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรที่แตกต่างกัน ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่คำนวณได้ในแต่ละคู่อันดับสมการนั้นมีค่ามากหรือน้อยไม่เท่ากันนั่นเอง ดังนั้นเพื่อเป็นการเลือกใช้สมการในการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้าจากดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของแต่ละสถานีไฟฟ้านั้น ในส่วนของการวิจัยนี้จึงได้ทำการเลือกพิจารณาเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่มีค่าสูงสุดในแต่ละคู่อันดับสมการนั้นๆ เป็นหลักเท่านั้น

ซึ่งจากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ที่มีค่าสูงสุดในแต่ละคู่อันดับสมการนั้นๆ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังจะมีระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์อยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลค่อนข้างน้อย หรือเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันภายในสถานีไฟฟ้านั้นๆ

หรือการเลือกใช้ตัวแปรในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง หรือการเลือกใช้รูปแบบของสมการที่ใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น ดังนั้นจากรายละเอียดตามที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ เพื่อเป็นการทำให้ระดับความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์มีค่าเพิ่มมากขึ้นนั้น ในส่วนของการวิจัยนี้จึงได้ทำการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมของแต่ละสถานีไฟฟ้า โดยการกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) มีค่าเท่ากับ 100% ซึ่งผลที่ได้จะพบว่าช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมของแต่ละสถานีไฟฟ้านั้น จะมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลที่เหมาะสมแตกต่างกันดังนี้คือ

1. สถานีไฟฟ้า ก ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1,071.54 วัน หรือคิดเป็น 35.72 เดือน หรือคิดเป็น 2.98 ปี

2. สถานีไฟฟ้า ข ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2,367.89 วัน หรือคิดเป็น 78.93 เดือน หรือคิดเป็น 6.58 ปี

3. สถานีไฟฟ้า ค ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 3,109.85 วัน หรือคิดเป็น 103.66 เดือน หรือคิดเป็น 8.64 ปี

4. สถานีไฟฟ้า ง ควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2,529.63 วัน หรือคิดเป็น 84.32 เดือน หรือคิดเป็น 7.03 ปี

และจากรายละเอียดตามที่กล่าวถึงทั้งหมดข้างต้นนี้ พบว่าถึงแม้จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังครบตามที่ได้นำมาคำนวณไว้แล้วก็ตาม แต่นั่นก็ไม่ได้หมายความว่าเราได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation

Coefficient: R) มีค่าเท่ากับ 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) มีค่าเท่ากับ 100% เสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) เช่น รูปแบบของข้อมูลจะต้องมีลักษณะที่คล้ายกับตารางสรุปสถิติการเกิดเหตุการณ์ดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเป็นรายเดือนของแต่ละสถานีไฟฟ้านั้นๆ ซึ่งหากรูปแบบของข้อมูลแตกต่างไปจากตารางดังกล่าวนี้แล้วนั้น ก็อาจส่งผลทำให้ช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังของแต่ละสถานีไฟฟ้านั้นๆ ใช้ระยะเวลาน้อยลงหรือเพิ่มมากขึ้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรอบเดือน หรือรอบปีนั้นๆ นั้นเอง และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าการใช้ตัวแปร x ในการพยากรณ์มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ตัวแปรขึ้นไป หรือใช้ตัวแปร x เป็นตัวแปรชนิดอื่นนั้น ก็อาจส่งผลทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นได้ด้วยเช่นกันนั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

สำหรับในส่วนของการวิจัยนี้ ผู้จัดทำพบว่ามีส่วนที่ควรดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงให้ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง ซึ่งผู้จัดทำได้สรุปสิ่งที่ควรดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงให้ดีขึ้นเป็นข้อๆ ดังนี้คือ

1. ในส่วนของช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังนั้น ผู้จัดทำเสนอให้มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังให้นานมากกว่า 1 ปี ทั้งนี้เนื่องจากในการวิจัยนี้มีช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเพียง 1 ปี เท่านั้น จึงส่งผลทำให้รูปแบบของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังมีความสัมพันธ์ระหว่างกันต่ำ ดังนั้นเพื่อเป็นการหาช่วงระยะเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เหมาะสมนั้น ในส่วนนี้ผู้จัดทำจึงเสนอให้นำสมการที่ 18 (หน้าที่ 38) มาใช้ในการพิจารณาหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมนั่นเอง

2. ในส่วนของตัวแปรที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้ากับดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับการวิจัยนี้นั้น ผู้จัดทำได้กำหนดให้ในส่วนของดัชนีคุณภาพกำลังไฟฟ้า (ตัวแปร y) คือ $SARFI_{10}$, $SARFI_{50}$, $SARFI_{70}$, $SARFI_{80}$, และ $SARFI_{90}$ เท่านั้น และในส่วนของดัชนีความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง (ตัวแปร x) คือ SAIFI, SAIDI และ MAIFI เท่านั้น โดยในการหาความสัมพันธ์สำหรับในการวิจัยนี้จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y เท่านั้น ซึ่งผลที่ได้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) จะมีค่าอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นในส่วนนี้ผู้จัดทำจึงเสนอให้มีการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับตัวแปร y โดยใช้ตัวแปร x มากกว่า 1 ตัวแปรขึ้นไป (ตัวแปร x_1 และ x_2 กับตัวแปร y) หรืออาจเป็นตัวแปร x ชนิดอื่นนอกเหนือจากตัวแปร x ที่ระบุไว้ในการศึกษาวิจัยนี้มาใช้ในการพิจารณาร่วมด้วยก็ได้นั่นเอง

3. ในส่วนของการเดินทางเพื่อไปเก็บข้อมูลทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังนั้น ผู้จัดทำเสนอให้มีการเชื่อมต่อระบบสื่อสารให้มีลักษณะเป็นเครือข่าย โดยผ่านระบบโทรศัพท์ หรือระบบ LAN หรือระบบ WAN จากสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มายังส่วนกลางที่ดูแลรับผิดชอบในเรื่องของการเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลัง ทั้งนี้เนื่องจากการเดินทางเพื่อไปเก็บบันทึกข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าและความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ ของการไฟฟ้าส่วนภูมิกานั้นจะมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางค่อนข้างสูง ดังนั้นในส่วนนี้เพื่อให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางนั้น ผู้จัดทำจึงเสนอให้มีการปรับปรุงการเชื่อมต่อระบบสื่อสารให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไปนั่นเอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ตฤณ แสงสุวรรณ. 2546. การหาค่าความเชื่อถือได้ในระบบไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยุทธ ไกยวรรณ. 2548. สถิติวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. 2549. ไฟฟ้าอุตสาหกรรม เรื่องน่ารู้สำหรับวิศวกร. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550. โครงการสำรวจระดับคุณภาพไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า ระยะที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Dugan, R.C., Mark F. McGranaghan and H. Wayne Beaty. 1996. **Electrical Power Systems Quality**. McGraw – Hill, United States of America.
- Schainker, R. 2005. **Correlation Power Quality Indices with System Reliability Indices**. Electrical Power Research Institute, United States of America.
- Heydt, G.T. 2000. **Problematic Power Quality Indices**. Power Engineering Society Winter Meeting, 2000. IEEE Volume 4, 23 – 27 Jan. 2000 Page(s): 2838 – 2842 vol. 4
- Arnold, R. 2001. **Solutions to the Power Quality Problem**. Power Engineering Journal, Volume 15, Issue 2, April 2001 Page(s): 65 – 73
- Geun – Joon Lee, M.M. Albu and G.T. Heydt. **A Power Quality Index Based on Equipment Sensitivity, Cost, and Network Vulnerability**. Power Delivery, IEEE Transactions on Volume 19, Issue 3, July 2004 Page(s): 1504 – 1510

- Nimrihter, M.D., D.I. Banjai and R.M. Ciric. **Power Quality Indices of Distribution Networks, Definitions and Evaluation.** Electric Power Engineering, 1999. Power Tech Budapest 99. International Conference on 29 Aug. – 2 Sept. 1999 Page(s): 288
- Gamm, A.Z., I.I. Golub and A.A. Tkachyev. **Localization of Test Points for Measurement of Power Quality Indices.** Power Tech Proceedings, 2001 IEEE Porto Volume 1, 10 – 13 Sept. 2001 Page(s): 4 pp. vol.1
- McDermott, T.E. and R.C. Dugan. **Distributed Generation Impact on Reliability and Power Quality Indices.** Rural Electric Power Conference, 2002. 2002 IEEE 5 – 7 May 2002 Page(s): D3 – D3_7
- Jaramillo, S.H., G.T. Heydt and E. O'Neill-Carrillo. **Power Quality Indices for Aperiodic Voltages and Currents.** Power Delivery, IEEE Transactions on Volume 15, Issue 2, April 2000 Page(s): 784 – 790
- Kandil, M.S., S.A. Farghal and A. Elmitwally. **Refined Power Quality Indices.** Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings – Volume 148, Issue 6, Nov. 2001 Page(s): 590 – 596
- Heydt, G.T. **Problematic Power Quality Indices.** Power Engineering Society Winter Meeting, 2000. IEEE Volume 4, 23 – 27 Jan. 2000 Page(s): 2838 – 2842 vol.4
- Eren, L. and M.J. Devaney. **Power Quality Index Meter.** Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2002. IMTC / 2002. Proceedings of the 19th IEEE Volume 2, 21 – 23 May. 2002 Page(s): 1039 – 1042 vol.2

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การใช้งานโปรแกรมมินิแทป

การใช้งานโปรแกรมมินิแทป

1. กล่าวนำ

โปรแกรมมินิแทป ถือเป็น โปรแกรมการคำนวณทางสถิติชนิดหนึ่งที่มีการใช้งานง่ายและมีความคล่องตัวสูงในการสร้าง Histogram, PDF, CDF, สมการที่ใช้ในการพยากรณ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

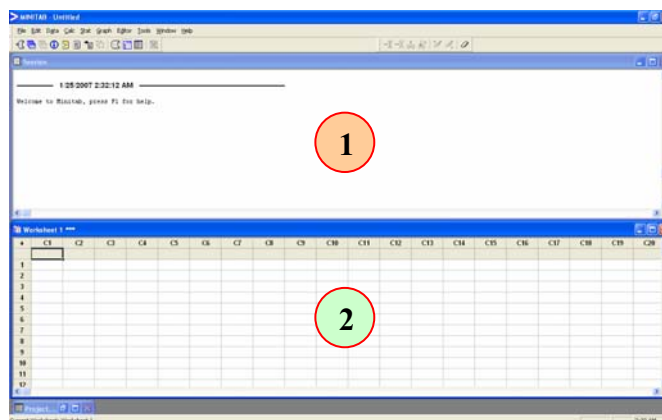
2. เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมมินิแทป

2.1 Double Click ที่ Icon ของโปรแกรมมินิแทป (MINITAB 14) ดังภาพผนวกที่ ก1



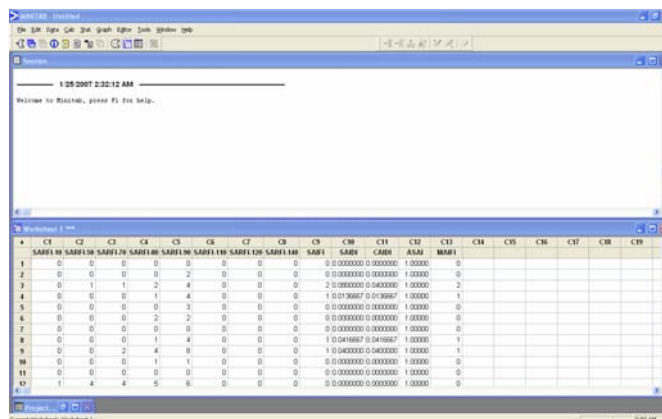
ภาพผนวกที่ ก1 Icon สำหรับการเข้าใช้งาน โปรแกรมมินิแทป

2.2 โปรแกรมมินิแทปจะแสดงหน้าต่างพร้อมใช้งาน ซึ่งภายในหน้าต่างนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการแสดงผล (Section) อยู่ส่วนบน (หมายเลข 1) และส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการใส่ชุดข้อมูล (Worksheet) อยู่ส่วนล่าง (หมายเลข 2) ดังภาพผนวกที่ ก2



ภาพผนวกที่ ก2 หน้าต่างแสดงความพร้อมการใช้งานโปรแกรมมินิแทป

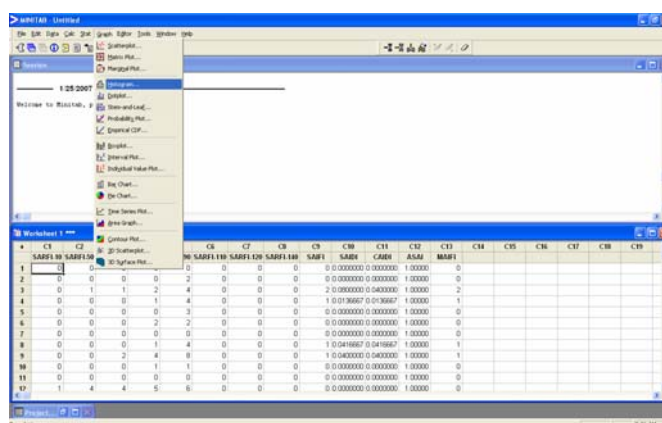
2.3 นำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet โดยลักษณะของการใส่ชุดข้อมูลในโปรแกรมมินิแทปจะมีลักษณะเหมือนกับการใส่ชุดข้อมูลในโปรแกรม Excel ดังภาพผนวกที่ ก3



ภาพผนวกที่ ก3 ตัวอย่างการใส่ชุดข้อมูลในโปรแกรมมินิแทป

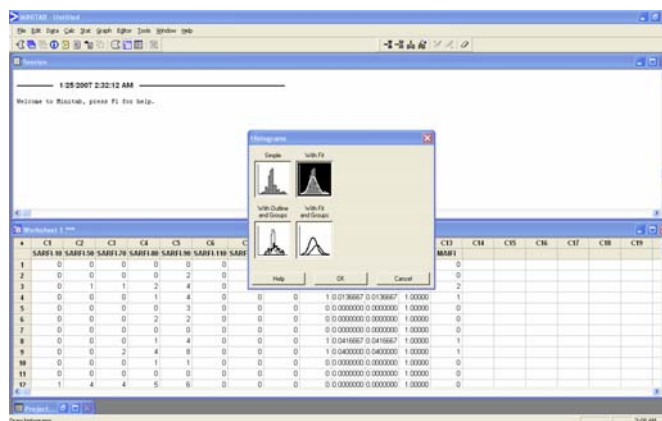
3. การสร้าง Histogram

3.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Graph แล้วเลือก Histogram ดังภาพผนวกที่ ก4



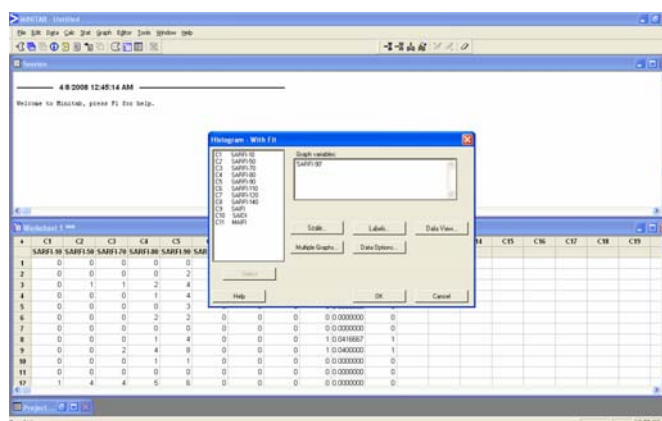
ภาพผนวกที่ ก4 เริ่มต้นการสร้าง Histogram

3.2 เลือกรูปแบบการสร้าง Histogram ซึ่งในส่วนนี้จะเลือกรูปแบบการสร้าง Histogram แบบ With Fit จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก5



ภาพผนวกที่ ก5 การเลือกรูปแบบการสร้าง Histogram

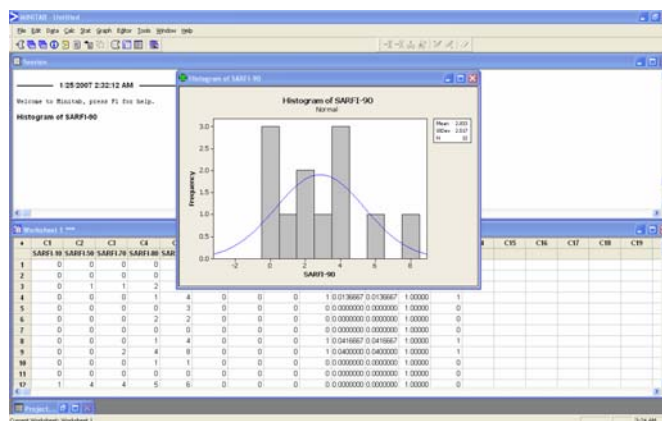
3.3 เลือกชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลในส่วนของ Histogram โดยการ Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผล จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก6



ภาพผนวกที่ ก6 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง Histogram

3.4 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้าง Histogram สามารถแสดงได้ดังภาพผนวกที่

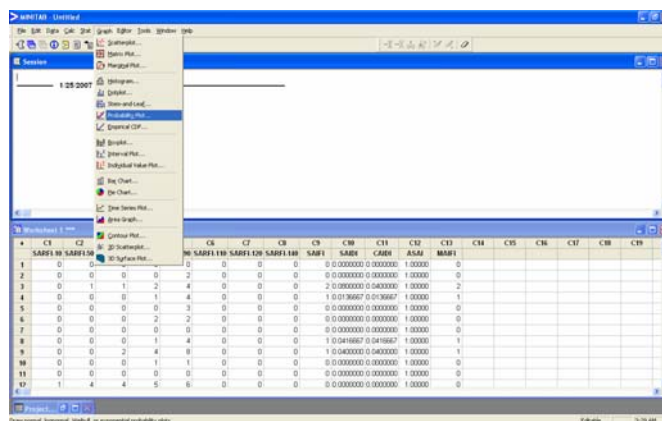
ก7



ภาพผนวกที่ ก7 การแสดงผลในรูปแบบของ Histogram

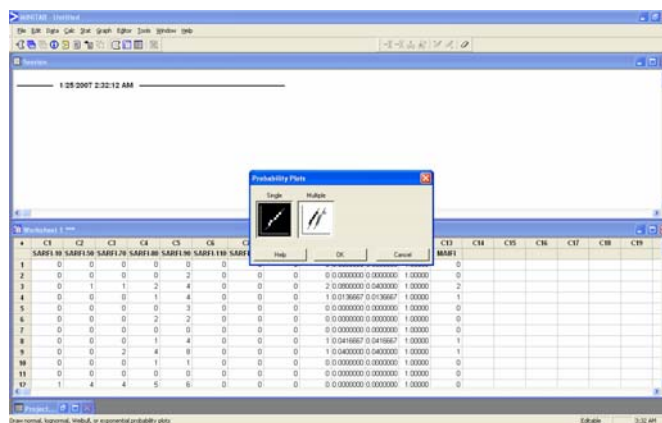
4. การสร้าง Probability Density Function (PDF)

4.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Graph แล้วเลือก Probability Plot ดังภาพผนวกที่ ก8



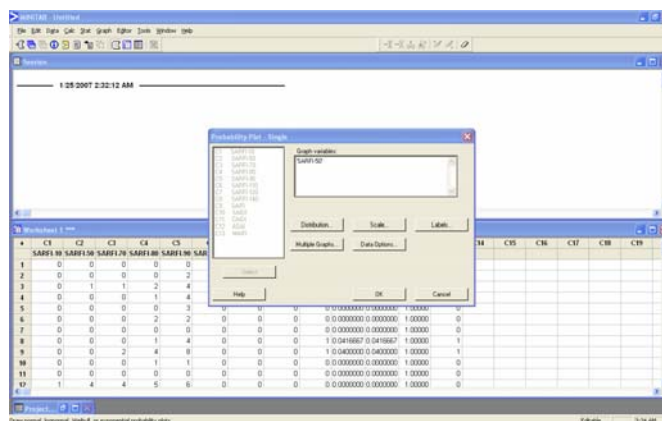
ภาพผนวกที่ ก8 เริ่มต้นการสร้าง PDF

4.2 เลือกรูปแบบการสร้าง PDF ซึ่งในส่วนนี้จะเลือกรูปแบบการสร้าง PDF แบบ Single จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก9



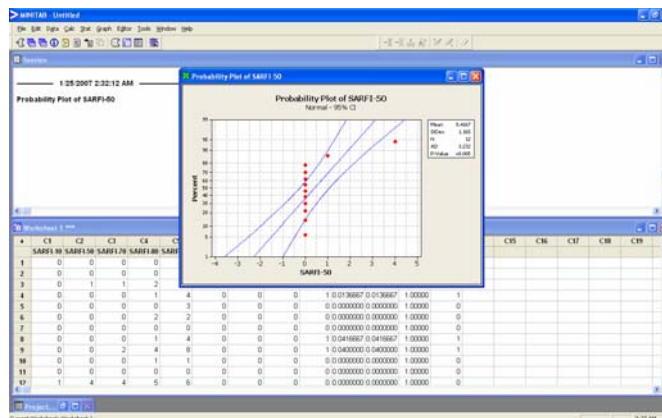
ภาพผนวกที่ ก9 การเลือกรูปแบบการสร้าง PDF

4.3 เลือกชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลในส่วนของ PDF โดยการ Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผล จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก10



ภาพผนวกที่ ก10 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง PDF

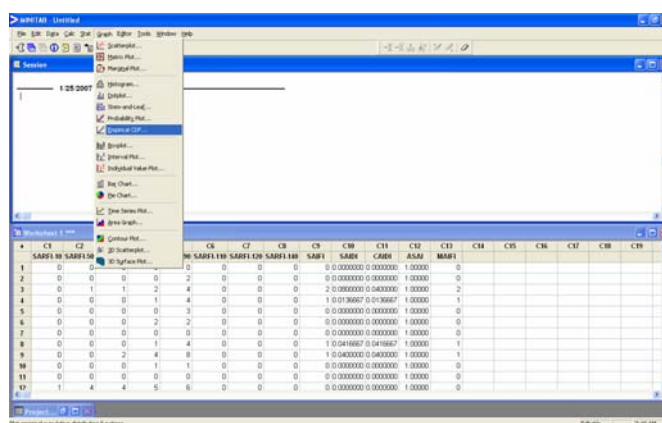
4.4 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้าง PDF สามารถแสดงได้ดังภาพผนวกที่ ก11



ภาพผนวกที่ ก11 การแสดงผลในรูปแบบของ PDF

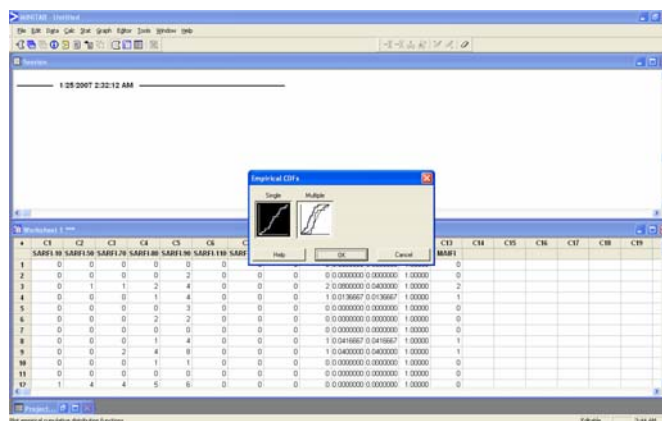
5. การสร้าง Cumulative Distribution Function (CDF)

5.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Graph แล้วเลือก Empirical CDF ดังภาพผนวกที่ ก12



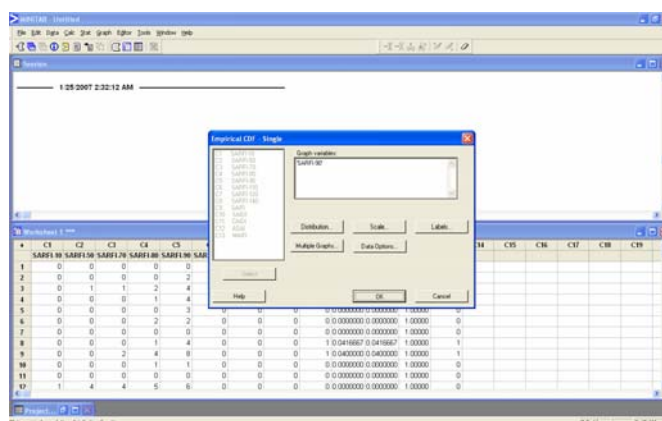
ภาพผนวกที่ ก12 เริ่มต้นการสร้าง CDF

5.2 เลือกรูปแบบการสร้าง CDF ซึ่งในส่วนนี้จะเลือกรูปแบบการสร้าง CDF แบบ Single จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก13



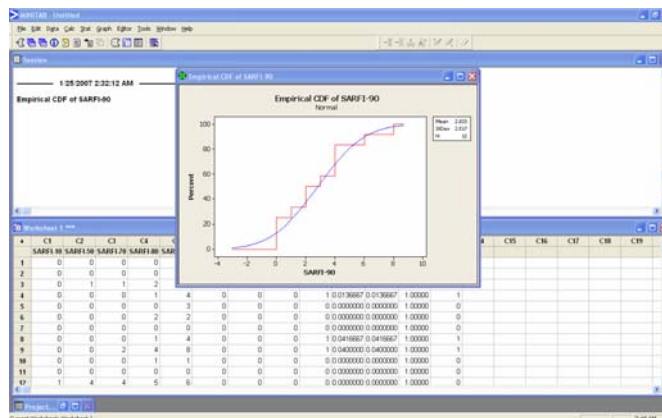
ภาพผนวกที่ ก13 การเลือกรูปแบบการสร้าง CDF

5.3 เลือกชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลในส่วนของ CDF โดยการ Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผล จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก14



ภาพผนวกที่ ก14 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง CDF

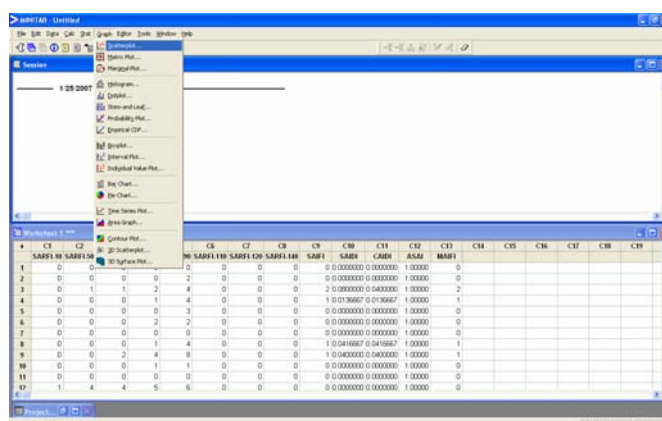
5.4 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้าง CDF สามารถแสดงได้ดังภาพผนวกที่ ก15



ภาพผนวกที่ ก15 การแสดงผลในรูปแบบของ CDF

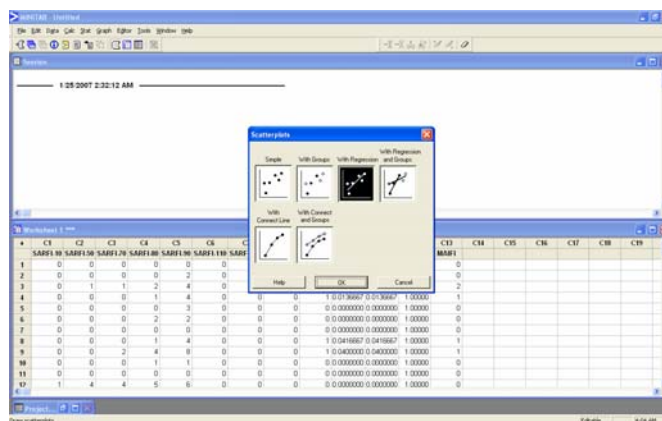
6. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล 2 ชุด (Scatter)

6.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Graph แล้วเลือก Scatter Plot ดังภาพผนวกที่ ก16



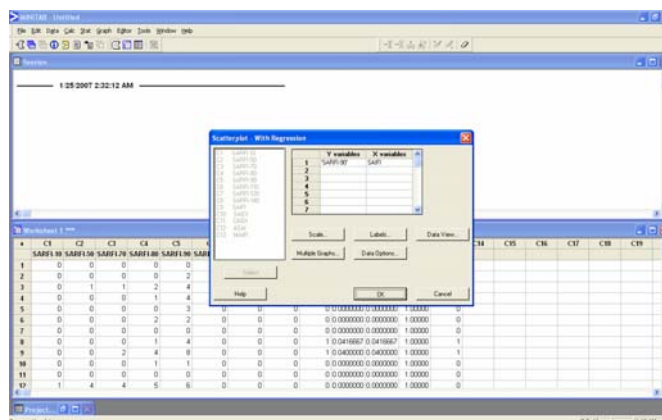
ภาพผนวกที่ ก16 เริ่มต้นการสร้าง Scatter Plot

6.2 เลือกรูปแบบการสร้าง Scatter Plot ซึ่งในส่วนนี้จะเลือกรูปแบบการสร้าง Scatter Plot แบบ With Regression จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก17



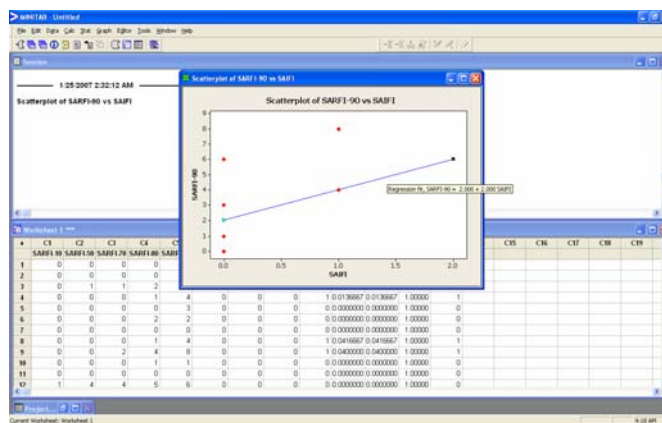
ภาพผนวกที่ ก17 การเลือกรูปแบบการสร้าง Scatter Plot

6.3 เลือกชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลในส่วนของ Scatter Plot โดยการ Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลที่ต้องการให้แสดงผลทั้ง 2 ชุด ดังกล่าวนั้น ซึ่งในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 Column คือ Column Y-Variable และ Column X-Variable และเมื่อกำหนดชื่อชุดข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก18



ภาพผนวกที่ ก18 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อสร้าง Scatter Plot

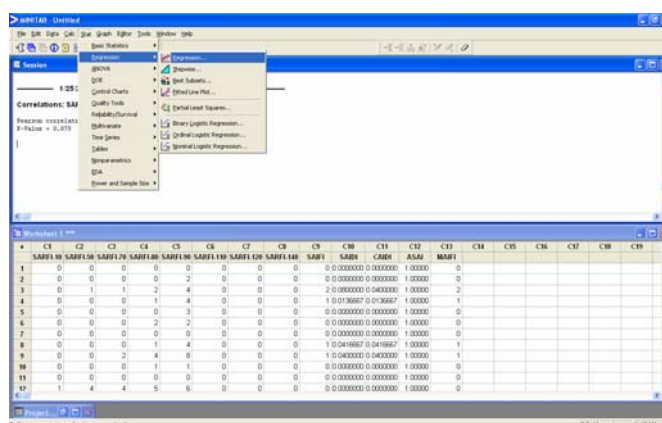
6.4 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้าง Scatter Plot สามารถแสดงได้ดังภาพผนวกที่ ก19



ภาพผนวกที่ ก19 การแสดงผลในรูปแบบของ Scatter Plot

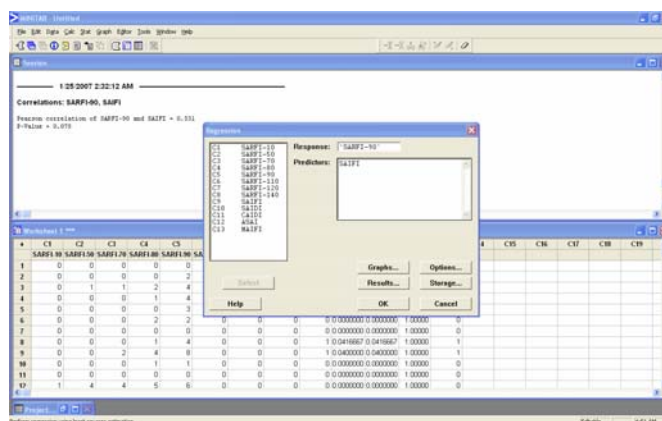
7. การหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์

7.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Stat แล้วเลือก Regression แล้วเลือก Regression ดังภาพผนวกที่ ก20



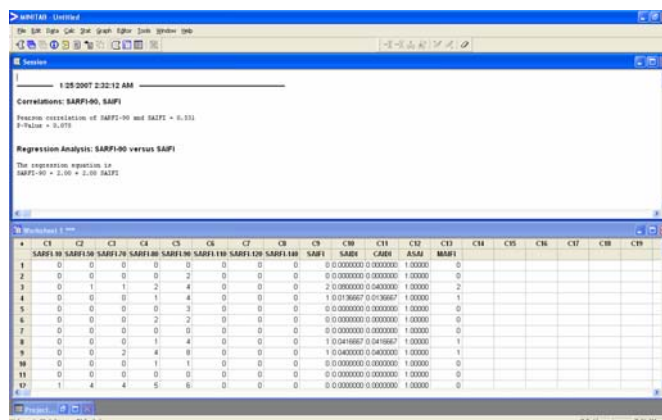
ภาพผนวกที่ ก20 เริ่มต้นการหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์

7.2 Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด เพื่อให้แสดงสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ระหว่างชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด ดังกล่าวนั้น โดยในช่องของ Response คือค่าของชุดข้อมูลที่ต้องการให้พยากรณ์ (เป็นค่าของตัวแปรที่ต้องการทราบ) ส่วนในช่องของ Predictors คือค่าของชุดข้อมูลที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ (เป็นค่าของตัวแปรที่ทราบอยู่แล้ว) จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก21



ภาพผนวกที่ ก21 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์

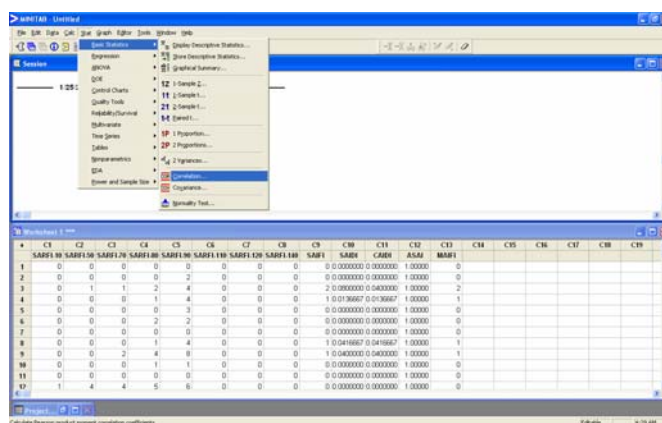
7.3 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ จะแสดงเป็นข้อความอยู่ในส่วนของ Section ดังภาพผนวกที่ ก22



ภาพผนวกที่ ก22 การแสดงผลการหาสมการที่ใช้ในการพยากรณ์

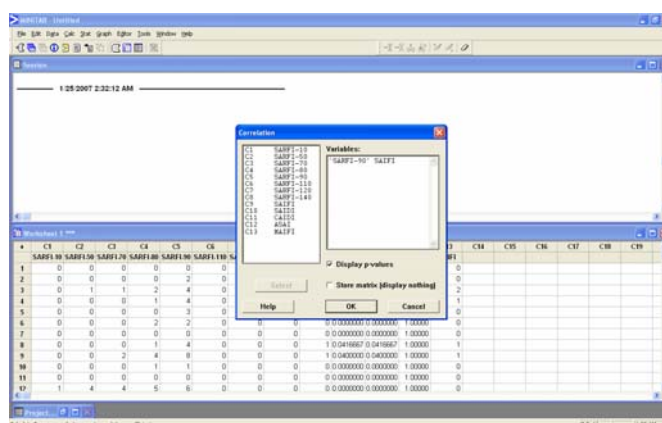
8. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

8.1 เมื่อนำชุดข้อมูลที่จะใช้ในการวิจัยทั้งหมดใส่ลงในส่วนของ Worksheet เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้เลือกไปที่ Stat แล้วเลือก Basic Statistics แล้วเลือก Correlation ดังภาพผนวกที่ ก23



ภาพผนวกที่ ก23 เริ่มต้นการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

8.2 Double Click ที่ชื่อชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด ที่ต้องการให้แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลทั้ง 2 ชุด ดังกล่าวนั้น จากนั้นกดปุ่ม OK ดังภาพผนวกที่ ก24



ภาพผนวกที่ ก24 การเลือกชุดข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

8.3 ผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น จะแสดงเป็นข้อความอยู่ในส่วนของ Section ดังภาพผนวกที่ ก25

Correlations: SARF1-00, SARF1

Pearson correlation of SARF1-00 and SARF1 = 0.333
P-Value = 0.073

Regression Analysis: SARF1-00 versus SARF1

The regression equation is:
SARF1-00 = 0.00 + 0.00 SARF1

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000000	0.000000	0.00000	0						
3	0	1	1	2	4	0	0	0	0	0.000000	0.040000	1.00000	2						
4	0	0	0	0	1	4	0	0	0	1.013667	0.013667	1.00000	1						
5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
6	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
8	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1.041667	0.041667	1.00000	1						
9	0	0	0	2	4	8	0	0	0	1.040000	0.040000	1.00000	1						
10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						
12	1	4	4	5	6	0	0	0	0	0.000000	0.000000	1.00000	0						

ภาพผนวกที่ ก25 การแสดงผลลัพธ์การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ภาคผนวก ข
เครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

เครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

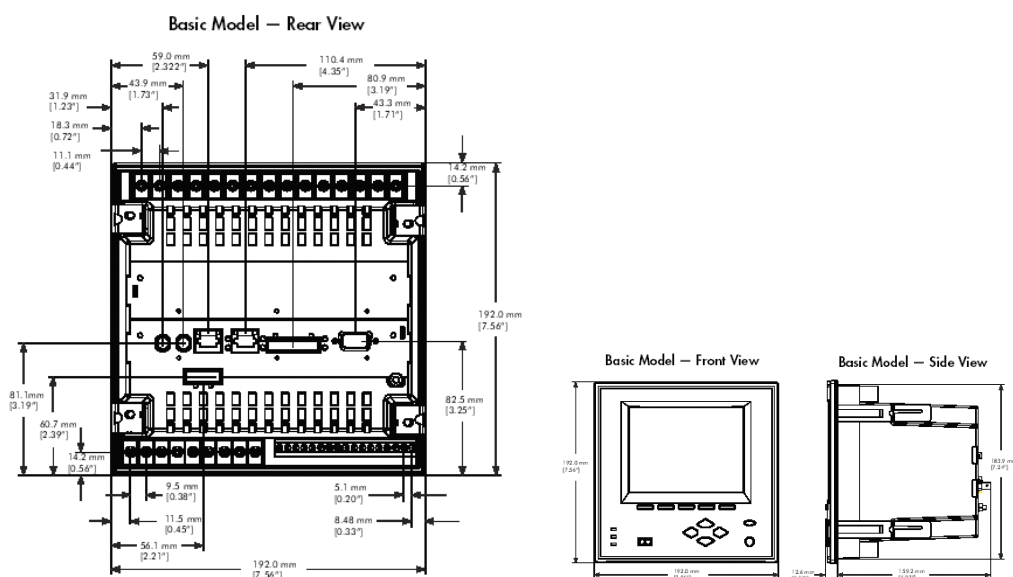
1. ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

1.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข1



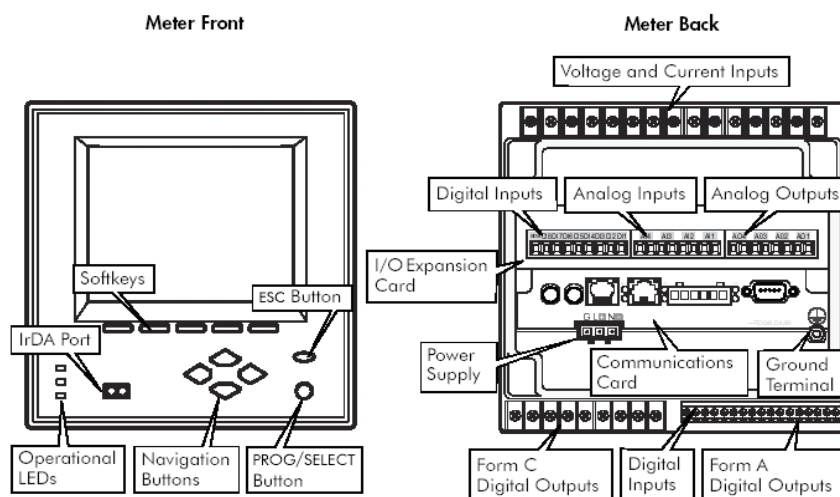
ภาพผนวกที่ ข1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650

1.2 ขนาดของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข2



ภาพผนวกที่ ข2 ขนาดของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650

1.3 ลักษณะของปุ่มกด รูปแบบการใช้งานและอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข3



ภาพผนวกที่ ข3 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650

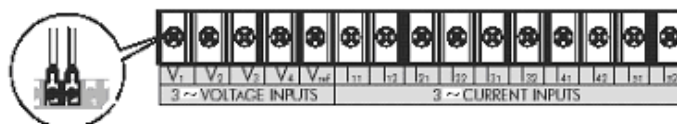
จากภาพผนวกที่ ข3 พบว่ารายละเอียดปุ่มกดฟังก์ชันต่างๆ ของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 สามารถแสดงได้ดังตารางผนวกที่ ข1

ตารางผนวกที่ ข1 รายละเอียดปุ่มกดฟังก์ชันต่างๆ ของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

	PROG/SELECT : กดเพื่อเข้าสู่โหมด Setup ถ้าอยู่ในโหมด Setup กดเพื่อเปลี่ยนกลับ
	ESC: กดเพื่อกลับสู่เมนูหลักหรือยกเลิกการเปลี่ยนแปลง
	NAVIGATION: กดเพื่อเลื่อนขึ้น-ลง หรือเพิ่ม-ลดจำนวนตัวเลข
	SOFTKEY: กดเพื่อเลือกเมนูที่ต้องการ

2. ลักษณะการเชื่อมต่อสายของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

2.1 Terminal สำหรับการต่อสายของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข4



ภาพผนวกที่ ข4 Terminal สำหรับการต่อสายของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650

จากภาพผนวกที่ ข4 พบว่าวิธีการต่อสายของเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้านั้นจะมีวิธีการต่ออยู่หลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งาน และในการต่อสายเพื่อใช้งานนั้นสายที่จะนำมาใช้งานจำเป็นที่จะต้องเลือกสายให้เหมาะสมกับงานนั้นๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อตัวอุปกรณ์ดังกล่าว ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้คือ

2.1.1 สายแรงดันไฟฟ้าอินพุต สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางผนวกที่ ข2

ตารางผนวกที่ ข2 คุณสมบัติของสายที่ใช้กับเครื่องตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า

ชนิดการต่อสายวัด (Connector Type)	Ring or split ring
ขนาดตัวนำสายวัด (Wire Gauge)	3.3 to 2.1 mm ² (12 ถึง 14 AWG)
แรงดันพิกัดอินพุต (Input Rating)	347 VL–N RMS /600 VL–L RMS
แรงดันฟอลต์สูงสุดที่ทนได้ (Fault Capture)	1,400 VL–N peak
แรงดันเกินพิกัด (Overload)	1,500 VAC RMS ต่อเนื่อง
Dielectric Withstand	3,250 VAC RMS ที่ 60 Hz ในเวลา 60 วินาที
อิมพีแดนซ์ (Impedance)	5 เมกะ โอห์มต่อเฟส

2.1.2 สายกระแสไฟฟ้าอินพุต: กรณีเลือกกระแสไฟฟ้าอินพุต 5 แอมป์ (5A Option) สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางผนวกที่ ข3

ตารางผนวกที่ ข3 คุณสมบัติของสายที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าอินพุต 5 แอมป์

ชนิดการต่อสายวัด (Connector Type)	Ring or split ring connector
ขนาดตัวนำสายวัด (Wire Gauge)	5.3 to 3.3 mm ² . (10 ถึง 12 AWG): ใช้ 8.4 mm ² . (8 AWG) สำหรับการใช้งาน 10 – 20 A
กระแสฟัดอินพุต (Input Rating)	5 A, 10 A และ/หรือ 20 A RMS
ค่ากระแสเริ่มต้น (Starting Current)	0.005 A RMS
กระแสฟอลต์สูงสุดที่ทนได้ (Fault Capture)	70 A peak
แรงดันสูงสุด (Max.Voltage)	600 V RMS (CAT III IEC61010–1)
กระแสเกินฟัด (Overload)	500 A RMS ที่เวลา 1 วินาที, non-recurring
Dielectric Withstand	3250 VAC RMS, 60 Hz ที่เวลา 60 วินาที
เบอร์ดน (Burden)	0.05 โวลต์แอมป์ต่อเฟส (ที่ 5 แอมป์)
อิมพีแดนซ์ (Impedance)	0.002 โอห์มต่อเฟส

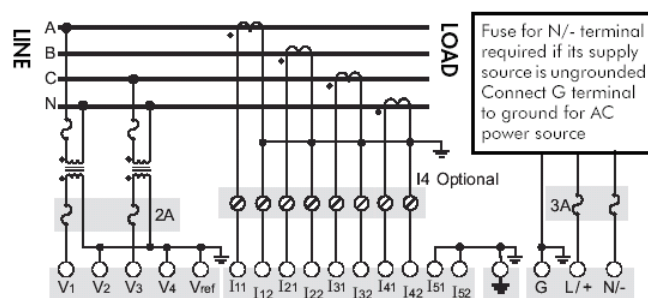
2.1.3 สายกระแสไฟฟ้าอินพุต: กรณีเลือกกระแสอินพุต 1 แอมป์ (1A Option)

สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางผนวกที่ ข4

ตารางผนวกที่ ข4 คุณสมบัติของสายที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าอินพุต 1 แอมป์

ชนิดการต่อสายวัด (Connector Type)	Ring หรือ split ring
ขนาดตัวนำสายวัด (Wire Gauge)	5.3 ถึง 3.3 mm ² . (10 ถึง 12 AWG)
กระแสฟัดอินพุต (Input Rating)	1 A, 2 A, 5 A และ/หรือ 10 A RMS
ค่ากระแสเริ่มต้น (Starting Current)	0.001 A RMS
กระแสฟอลต์สูงสุดที่ทนได้ (Fault Capture)	17.5 A สูงสุด
แรงดันสูงสุด (Max.Voltage)	600 โวลต์ RMS (CAT III IEC61010–1)
กระแสเกินฟัด (Overload)	50 A RMS ที่เวลา 1 วินาที, non-recurring
Dielectric Withstand	3,250 VAC RMS, 60 Hz ที่เวลา 60 วินาที
เบอร์ดน (Burden)	0.015 โวลต์แอมป์ต่อเฟส (ที่ 1 A)
อิมพีแดนซ์ (Impedance)	0.015 โอห์มต่อเฟส

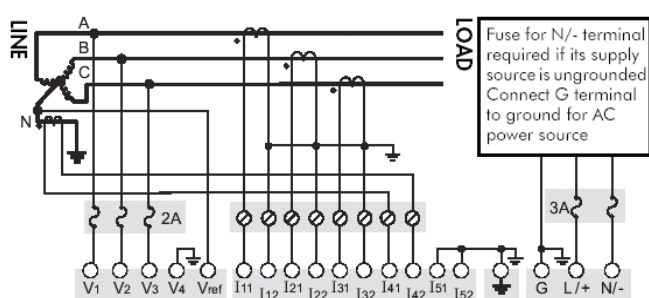
2.1.6 การต่อแบบ 3 เฟส 4 สาย แบบวาย 2(1/2) อีลีเมนต์ เป็นการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข7



Phase B voltage (V2) displayed by meter is derived from phase A and phase C, not measured. V2 will display a value even if no voltage is present on Phase B. V2 values are only accurate for balanced loads.
VOLTS MODE = 3W-Wye

ภาพผนวกที่ ข7 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 4 สาย แบบวาย 2(1/2) อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด

2.1.7 การต่อแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบวายต่อกราวด์ลงดินโดยตรง 3 อีลีเมนต์ เป็นการต่อเครื่องวัดโดยตรง ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข8

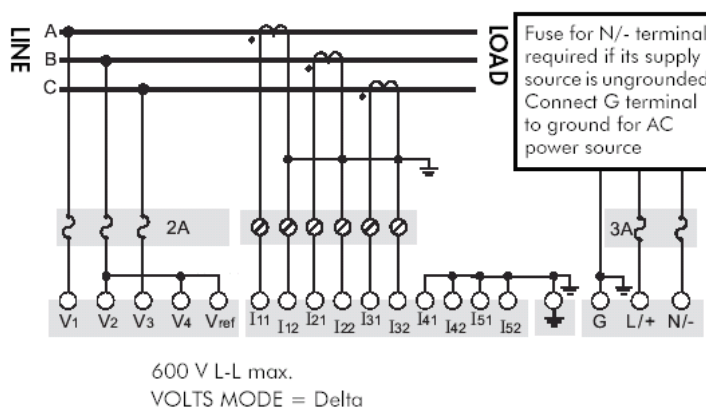


When the common or star point of a 3-wire Wye system is grounded, the meter may be connected directly without using PTs, provided that the phase voltages are within the meter's range.
VOLTS MODE = 4W-Wye

ภาพผนวกที่ ข8 การต่อการวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบวายต่อกราวด์ลงดินโดยตรง 3 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดโดยตรง

2.1.8 การต่อแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเคลตต้า, (1/2) อิลีเมนต์ เป็นการต่อเครื่องวัด

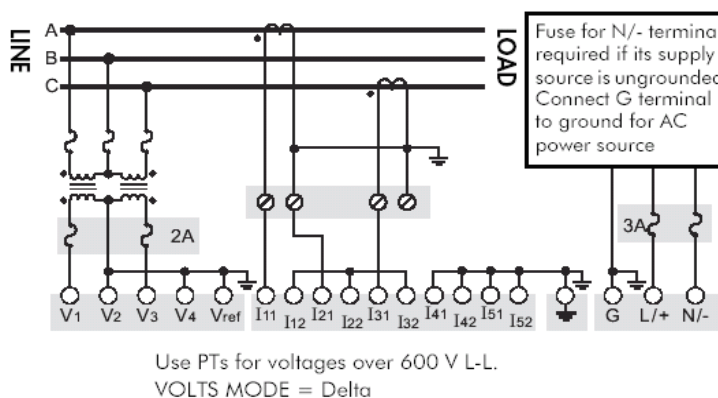
โดยตรง ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข9



ภาพผนวกที่ ข9 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเคลต้า (1/2) อีทีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดโดยตรง

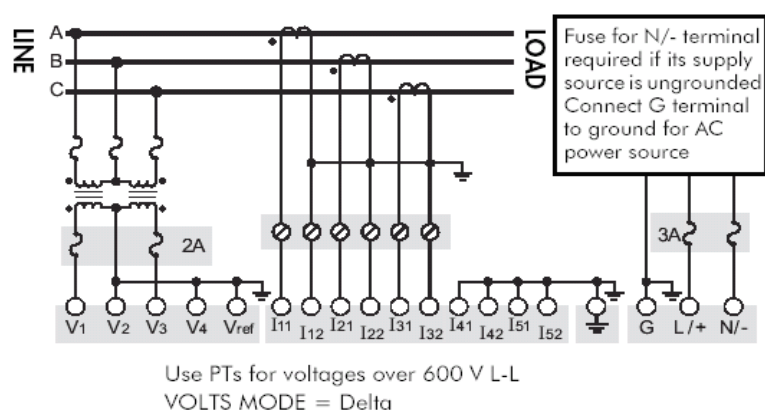
2.1.9 การต่อแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2 อีลีเมนต์ เป็นการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อ

แปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 2 ชุด ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียด
ได้ดังภาพผนวกที่ ข10



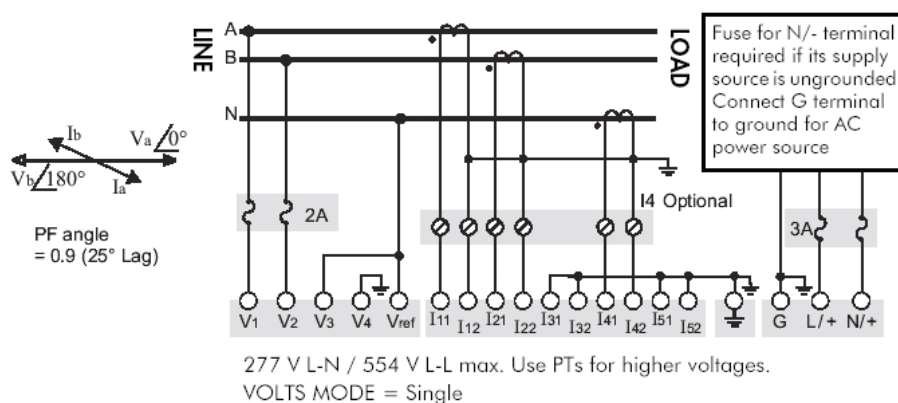
ภาพผนวกที่ ข10 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2 อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่าน หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 2 ชุด

2.1.10 การต่อแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2(1/2) อีลีเมนต์ เป็นการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 3 ชุด ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข11



ภาพผนวกที่ ข11 การต่อวัดแบบ 3 เฟส 3 สาย แบบเดลต้า 2(1/2) อีลีเมนต์ โดยการต่อเครื่องวัดผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด และต่อผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 3 ชุด

2.1.11 การต่อแบบ 1 เฟส เป็นการต่อเครื่องวัดแบบ 1 เฟส ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพผนวกที่ ข12



ภาพผนวกที่ ข12 การต่อเครื่องวัดแบบ 1 เฟส

2.2 การใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าในการวัดเพื่อช่วยให้สะดวกต่อการใช้งานในกรณีที่เครื่องวัดไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องวัดมีข้อจำกัดในการวัดแรงดันไฟฟ้าและการวัดกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ของเครื่องวัด ส่วนในกรณีที่ต้องการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่าพิสัยของเครื่องวัดก็จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแปลงขนาดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับเครื่องวัด โดยรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังตารางผนวกที่ ข5

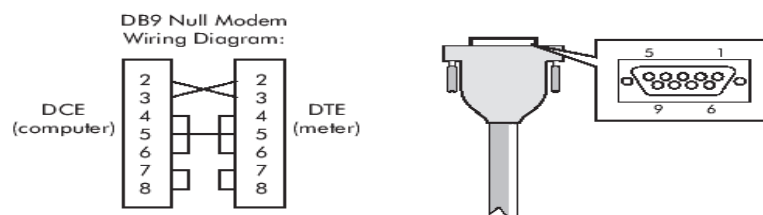
ตารางผนวกที่ ข5 คุณสมบัติการต่อที่ใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

ระบบ	ช่วงของแรงดัน	การใช้หม้อแปลงแรงดัน
แบบวาย	120 VL-N หรือ 208 VL-L	ไม่ใช้
	277 VL-N หรือ 480 VL-L	ไม่ใช้
	347 VL-N หรือ 600 VL-L	ไม่ใช้
	มากกว่า 347 VL-N หรือ 600 VL-L	ใช้
แบบ 1 เฟส	120 VL-N หรือ 240 VL-L	ไม่ใช้
	277 VL-N หรือ 554 VL-L	ไม่ใช้
	over 277 VL-N หรือ 554 VL-L	ใช้
แบบเดลต้า	up to 600 VL-L	ไม่ใช้
	มากกว่า 600 VL-L ขึ้นไป	ใช้

3. ลักษณะของสายที่ใช้ในการส่งข้อมูล

3.1 สายที่ใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้ายี่ห้อ ION รุ่น 7650 กับเครื่อง Computer นั้นจะมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงต่อไปนี้คือ

3.1.1 RS-232 (COM 1)



ภาพผนวกที่ ข13 การเชื่อมต่อโดยผ่านสาย RS-232 (COM 1)

จากภาพผนวกที่ ข13 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของ Pin ที่ใช้งานนั้น สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้คือ

Null modem cable pin-out

Pin 3 – Transmit Data – Pin 2

Pin 2 – Receive Data – Pin 3

Pin 7 – Request to Send– Pin 8

Pin 8 – Clear to Send– Pin 7

Pin 5 – Signal Ground– Pin 5

Pin 6 – Data Set Ready– Pin 4

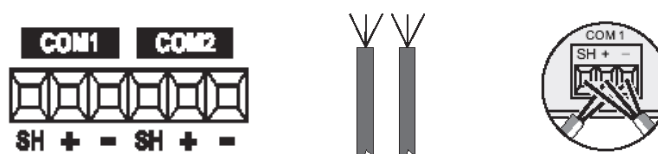
Pin 4 – Data Terminal Ready– Pin 6

และจากรายละเอียดเกี่ยวกับความหมายของ Pin ที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น พบว่าลักษณะของสาย RS-232 (COM 1) จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข6

ตารางผนวกที่ ข6 ลักษณะของสาย RS-232 (COM 1)

ชนิดของการต่อ	DB9 female end for mating with male connector on the meter
สายต่อ	Null modem cable
ความยาวสายเคเบิลสูงสุด	15.2 เมตร (50 ฟุต)
อัตราส่งข้อมูล	300 – 115,200 บิตต่อวินาที
Isolation	Optical
Duplex	Full
Compliance	ANSI/IEEE C37.90–1989 surge withstand and fast transient tests

3.1.2 RS-485 (COM1 และ COM2)



ภาพผนวกที่ ข14 การเชื่อมต่อโดยผ่านสาย RS-485 (COM1 และ COM2)

จากภาพผนวกที่ ข14 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของจุดต่อและลักษณะของสาย RS-485 จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข7 – ข8

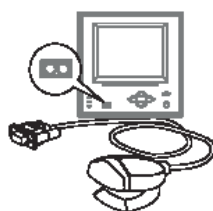
ตารางผนวกที่ ข7 รายละเอียดของจุดต่อ RS-485

SH	RS-485 Shield (electrically connected to chassis ground)
+	RS-485 Data Plus
–	RS-485 Data Minus

ตารางผนวกที่ ข8 ลักษณะของสาย RS-485

ชนิดของการต่อ	Captured wire
สายต่อ	Shielded twisted pair RS-485 cable, 22 AWG (0.33 mm ²) or larger
ความยาวสายเคเบิลสูงสุด	1,219 เมตร (4,000 ฟุต) ทั้งหมดที่ต่อกับบัส
อัตราส่งข้อมูล	300 – 57,600 บิตต่อวินาที
จำนวนอุปกรณ์ (ต่อบัส)	32
Isolation	Optical
Duplex	Half
Compliance	ANSI/IEEE C37.90–1989 surge withstand and fast transient tests

3.1.3 Infrared Connections (COM3)



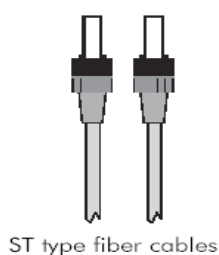
ภาพผนวกที่ ข15 การเชื่อมต่อ โดย Infrared Connections

จากภาพผนวกที่ ข15 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของของ Infrared Connections จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข9

ตารางผนวกที่ ข9 ลักษณะของ Infrared Connections

ระยะปฏิบัติการ	0 – 1เมตร (0 – 3.3 ฟุต)
ช่วง Optical	$\pm 15^{\circ}$ (minimum) $\pm 30^{\circ}$ (maximum)
อัตราส่งข้อมูล	300 – 115,200 bps
Duplex	Half

3.1.4 สายใยแก้วนำแสง



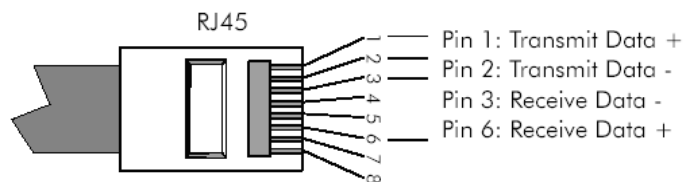
ภาพผนวกที่ ข16 การเชื่อมต่อโดยสายใยแก้วนำแสง

จากภาพผนวกที่ ข16 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของสายใยแก้วนำแสง จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข10

ตารางผนวกที่ ข10 ลักษณะของสายใยแก้วนำแสง

ชนิดของการต่อสาย	62.5/125 ไมโครเมตร multimode fiber optic cable
ชนิดการต่อ	ST
ความยาวสูงสุด	2,000 เมตร (6,562 ฟุต)
อัตราส่งข้อมูล	10 เมกะบิตต่อวินาที
Isolation	Optical

3.1.5 การต่อแบบ Ethernet



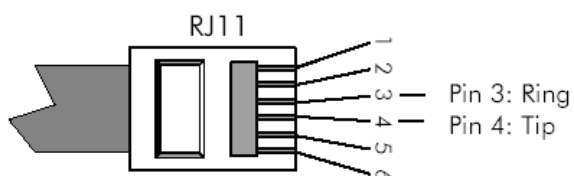
ภาพผนวกที่ ข17 การเชื่อมต่อโดย Ethernet Connections

จากภาพผนวกที่ ข17 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของสาย Ethernet จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข11

ตารางผนวกที่ ข11 ลักษณะของสาย Ethernet

ชนิดการต่อสาย	High quality Category 3 or 5 unshielded twisted pair cable
ชนิดการต่อ	RJ45 modular
ความยาวสูงสุด	100 เมตร (328 ฟุต)
ชนิด	IEEE 802.3 10Base-T for 10 Mbps base band CSMA/CD LANs
อัตราส่งข้อมูล	10 เมกะบิตต่อวินาที
Isolation	Transformer isolated to 1500 VAC/2250 VDC RMS

3.1.6 การต่อผ่านโมเด็มภายใน



ภาพผนวกที่ ข18 การเชื่อมต่อโดย Internal Modem Connection

จากภาพผนวกที่ ข18 พบว่ารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของสายที่ใช้ต่อผ่าน
โมเด็มภายใน จะมีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข12

ตารางผนวกที่ ข12 ลักษณะของสายที่ใช้ต่อผ่าน โมเด็มภายใน

ชนิดการต่อ	RJ11
ชนิดของสาย	FCC Part 68 compliant telephone cord (two male RJ11 ends)
อัตราส่งข้อมูล	300 บิตต่อวินาที – 33.6 กิโลบิตต่อวินาที
Error Correction	V.42 LAPM, MNP 2–4, MNP 10
Data Compression	V.42 bit/MNP 5

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายศักดิ์นรินทร์ รักปาน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	21 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรระบบ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท วิทย์การบินแห่งประเทศไทย จำกัด
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	–
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	–