# บทที่ 4

# การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการตรวจวัดข้อมูลที่ประสบปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ เพื่อดูว่าขณะนี้ระบบไฟฟ้ามีแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าเป็นอย่างไรบ้าง มีความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด เทียบกับมาตรฐานสากลหรือของการไฟฟ้า แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาดูความเหมาะสมของระบบให้เข้ากันด้วย เมื่อสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้แล้ว ข้อมูลที่ได้อาจเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสาเหตุและเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนสำหรับป้องกันแก้ไขได้อีกด้วย ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลรวมถึงผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดต่อไป

## 4.1 การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า

การวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าแต่ละอย่างนั้นมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะตัวของปรากฏการณ์ ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้านั้น มีปรากฏการณ์ที่น่าสนใจหลายตัวด้วยกัน แต่ในโครงการนี้จะทำการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่างๆ เรียงตามลำดับดังต่อไปนี้

1) ฮาร์มอนิก (Harmonic)
2) ภาวะชั่วครู่ (Transient)
3) แรงดันตกชั่วครู่ (Voltage Dip)
4) แรงดันเกินชั่วครู่ (Temporary Overvoltage)
5) แรงดันตก (Overvoltage)
6) แรงดันเกิน (Undervoltage)
7) ไฟฟ้าดับ (Interruption)
8) แรงดันไม่สมดุล (Voltage Unbalance)
9) การคุมค่าแรงดัน (Voltage Regulation)
10) การเปลี่ยนแปลงทางความถี่ (Power Frequency Variation)
11) รูปคลื่นผิดพร่อง (Waveshape Fault)

## 4.2 การวิเคราะห์ฮาร์มอนิก

การวิเคราะห์ฮาร์มอนิกในโครงการนี้ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประกอบด้วยกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิก โดยนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐาน 1 ฉบับคือ G.5/3 -1976 ซึ่งปัจจุบันการไฟฟ้าทั้ง 3 คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กำลังร่างมาตรฐานฮาร์มอนิกขึ้นโดยอ้างอิงจากมาตรฐานนี้เป็นหลัก ดังนั้นการวิเคราะห์ทำได้โดยหาปริมาณของกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกที่จุดต่าง ๆ ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยการวิเคราะห์ประกอบด้วย

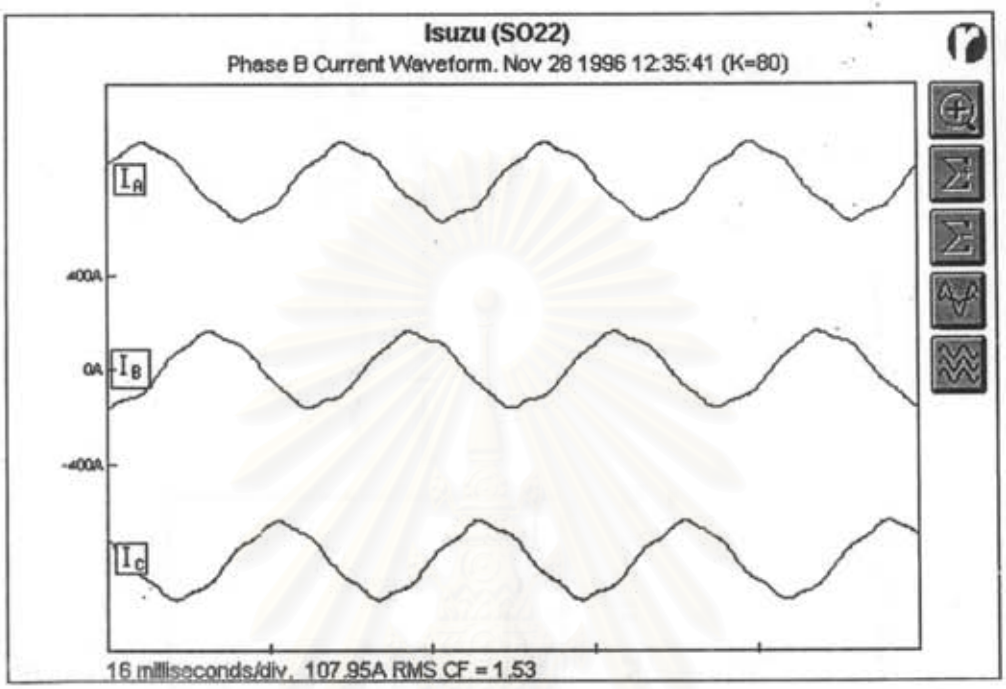
1) การวิเคราะห์ระดับ Ih (Individual Harmonic Current) แต่ละลำดับเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976

2) การวิเคราะห์ระดับ THDv (Total Harmonic Voltage Distortion) เปรียบเทียบกับค่า THDv ที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976

3) การวิเคราะห์ระดับ Vh (Individual Harmonic Voltage) แต่ละลำดับเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดโดยมาตรฐาน G. 5/3-1976

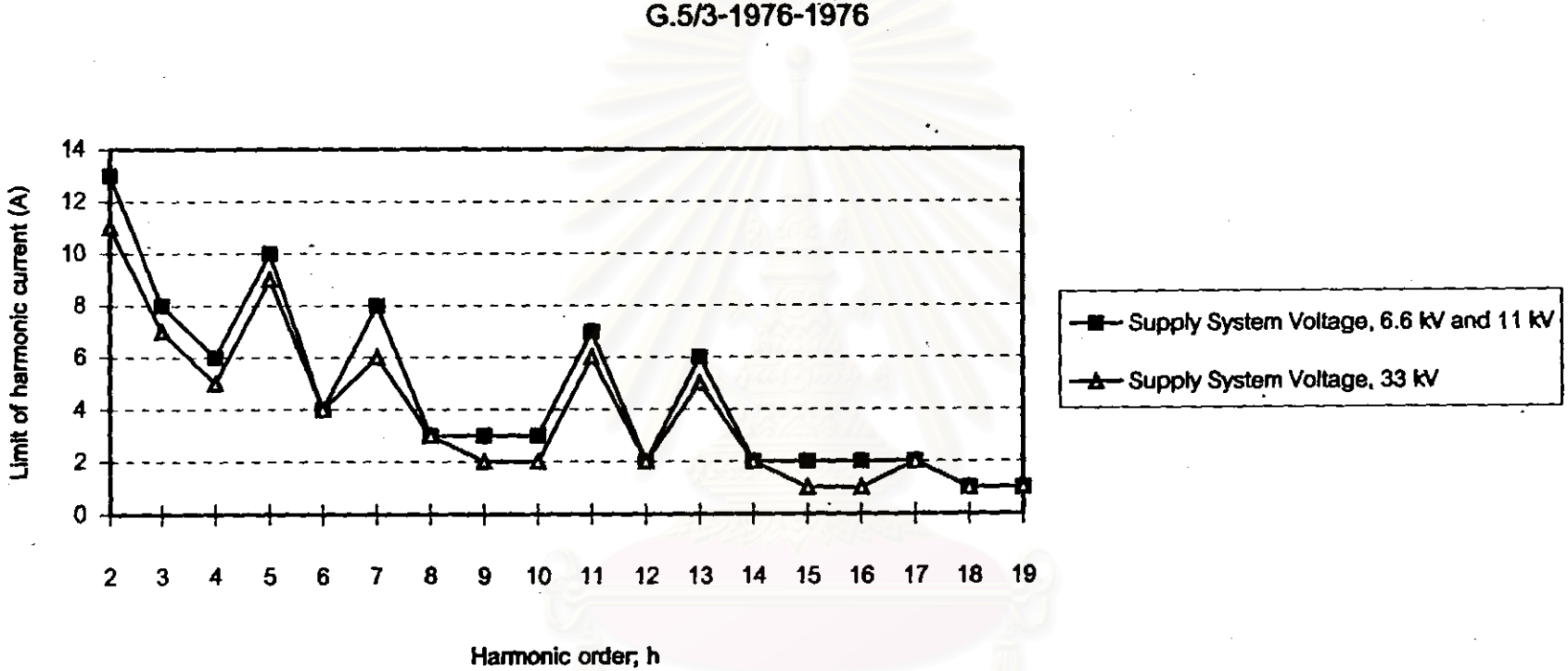
### 4.2.1 การวิเคราะห์ระดับ Ih

การวิเคราะห์ระดับ Ih แต่ละลำดับ ทำได้โดยนำข้อมูลจากเครื่องวัดที่บันทึกค่าเริ่มแรกไว้เท่านั้น (Snap short) ซึ่งมีรูปคลื่นจำนวน 4 ไซเคิล ตัวอย่างผลการวัดแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 หลังจากนั้นจะใช้ FFT(Fast Fourier Transform) แยกสัญญาณที่ความถี่ต่างๆ ออกมา ดังนั้นการวิเคราะห์ Ih แต่ละลำดับจะคิดขนาดเป็นค่ากระแสประสิทธิผล(RMS) แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976 ซึ่งใช้ค่าจำกัดที่ระดับ 11 kV สำหรับระบบ 12 kV และใช้ค่าจำกัดที่ระดับ 33 kV สำหรับระบบ 24 kV ดังแสดงในรูปที่ 4.2 เป็นค่าจำกัดของมาตรฐานที่ 11 kV และ 33 kV ส่วนรูปที่ 4.3 เป็นตัวอย่างของจุดวัดหนึ่งที่มีค่าเกินมาตรฐานของกระแสฮาร์มอนิกที่ 3 (29.39 Arms) และฮาร์มอนิกที่ 5 (23.71 Arms)



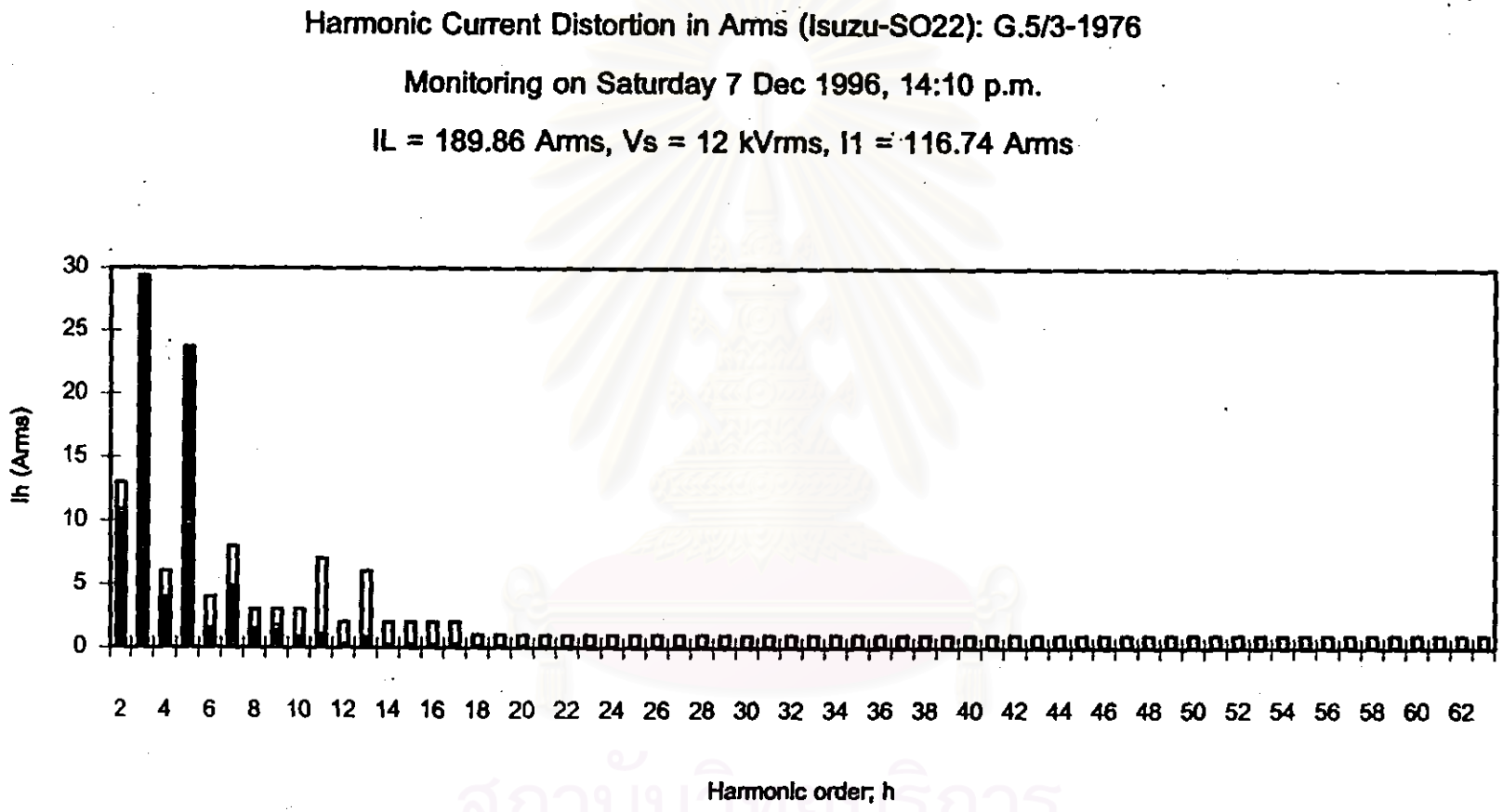

*รูปที่ 4.1 ตัวอย่างรูปคลื่นกระแสที่ทำการ Snap short*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.2 Ih แต่ละอันดับของค่าจำกัดที่ระดับแรงดัน 11 kV และ 33kV ของ G.5/3-1976*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.3 Ih แต่ละอันดับเปรียบเทียบกับค่าจำกัดมาตรฐาน G.5/3-1976*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ในตารางที่ 4.1 ส่วนค่า Average Demand(kW) และ $I_L$ (Load current) หาได้ดังนี้

Average Demand ของผู้ใช้ไฟฟ้า นำข้อมูลมาจากการไฟฟ้า ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง 12 เดือน

$I_L$ ของสถานีไฟฟ้าย่อย ใช้ค่าพิกัดของสายป้อนคือ 400 Arms ส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้าหามาจากสถิติการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง 12 เดือน

จากตารางที่ 4.1 พบว่ามีจำนวนจุดวัดที่มีค่ากระแสฮาร์มอนิกเกินค่าจำกัดที่กำหนดโดย G.5/3 ดังนี้

| จุดวัด | ระดับ Ih (principle Harmonic) |
|---|---|
| 1) สายป้อนลำดับที่ 4 วัดที่สถานีย่อย | I5(10.80 Arms) สูงกว่ามาตรฐาน 1.08 เท่า เพราะ มาตรฐานกำหนดที่ I5 = 10 Arms |
| 2) บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | I3 และ I5 สูงกว่ามาตรฐาน |
| 3) สายป้อนลำดับที่ 24 วัดที่สถานีย่อย | I11, I13 และ I2 สูงกว่ามาตรฐาน |
| 4) สายป้อนลำดับที่ 25 วัดที่สถานีย่อย | I23, I25, I4, I11, I13 และ I5 สูงกว่ามาตรฐาน (เรียงตามลำดับจำนวนเท่าที่สูงกว่ามาตรฐาน ) |
| 5) สายป้อนลำดับที่ 26 วัดที่สถานีย่อย | I23, I25, I47, I49, I11 และ I13 สูงกว่ามาตรฐาน |
| 6) สายป้อนลำดับที่ 37 วัดที่สถานีย่อย | I5 สูงกว่ามาตรฐาน |

จากผลที่ได้จากการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน G.5/3-1976 พบว่ามีจำนวน 6 จุดวัดเท่านั้นที่มีค่ากระแสฮาร์มอนิกเกินค่ามาตรฐาน สาเหตุที่มีค่ากระแสฮาร์มอนิกเกินค่ามาตรฐานอยู่น้อยนั้นอาจเป็นผลมาจากจังหวะการเก็บข้อมูลอาจไม่ตรงกับช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงๆ ซึ่งมีกระแสฮาร์มอนิกสูง จึงทำให้ Ih ส่วนใหญ่มีระดับต่ำกว่าค่าจำกัดที่กำหนดในมาตรฐาน

Principle Harmonic ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ คือ กระแสฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 ถัดมาคือ ลำดับที่ 7 และ 11

*ตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 1 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I11(0.92) | - |
| 2.บ.เฟริสท์สตีลอินดัสทรี จก. | 2567.50 | 164.88 | 12 | I3(0.48), I5(0.43) | - |
| 3.บ.ไทยโซลเวนต์และเคมีภัณฑ์ จก. | 270.00 | 13.08 | 12 | I7(1.01), I5(0.83) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 2 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(3.76) | - |
| 2.เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ. | 2539.17 | 153.62 | 12 | I5(3.23), I7(3.23) | - |
| 3.บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 1143.33 | 76.14 | 12 | I5(1.50) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 3 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(6.28) | - |
| 2.บ.เอเชียสตีลเวิคส์ จก. | 1691.67 | 106.36 | 12 | I5(1.55) | - |
| 3.บ.ชนะโลหะการ จก. | 783.08 | 42.87 | 12 | I7(0.98) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 4 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(10.80) | I5(1.08) |
| 2.DAS 108 | - | - | 12 | - | - |
| 3.บ.วิเชียรเท็กซ์ไทล์อินดัสตรี้ จก. | 2095.00 | 110.23 | 12 | I5(2.19), I7(2.04) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 5 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(5.16) | - |
| 2.บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก. | 210.00 | 16.00 | 12 | I5(0.13) | - |
| 3.DAS 124 | - | - | 12 | - | - |
| 4.หจก. ผ้าขนหนูชินเฮง | 938.33 | 52.88 | 12 | I7(0.94) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 6 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(2.52), I11(1.6) | - |
| 2.เฮิกซ์ฟามาร์ซูติกัลอินดัสตรีย์ บมจ. | 998.33 | 60.54 | 12 | I5(1.06) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 7 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(3.44) | - |
| 2.บ. ป.เจริญภัณฑ์ จก. | NA | NA | 12 | NA | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 8 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 4743.58 | 241.60 | 12 | I5(5.22) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 9 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 4743.58 | 241.60 | 12 | I5(3.17), I7(3.24) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 3691.67 | 189.86 | 12 | I3(29.39), I5(23.71) | I3(3.67), I5(2.37) |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 23 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(3.12) | - |
| 2.บ.ไทยยูเนียนสตีล จก. | 2786.67 | 176.81 | 12 | I5(1.29) | - |
| 3.บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | 805.58 | 40.11 | 12 | I6(1.38), I7(1.19) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 24 จ่ายตรงให้บ.สยามอ๊อกซิเดนทอล อิเลคโตรเคมิคอล จก. | 8990.42 | 257.67 | 24 | I2(12.29), I11(8.32), I13(6.60) | I11(1.39),I13(1.32),I2(1.12) |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 25 จ่ายตรงให้บ.สยามอ๊อกซิเดนทอล อิเลคโตรเคมิคอล จก. | 11431.67 | 282.37 | 24 | I4( 12.95), I11(12.91), I13( 10.45), I5( 9.14), I23(4.05), I25(3.00) | I23(4.05), I25(3.00), I4(2.59), I11(2.15), I13(2.09), I5(1.02) |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 26 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I11(6.83), I13(5.13), I23(3.91), I25(2.86), I47(2.12), I49(1.36) | I23(3.91),I25(2.86), I47(2.12),I49(1.36), I11(1.14),I13(1.03) |
| 2.ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | 2078.67 | 65.07 | 24 | I5(2.49), I2(1.59) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 2. Das107 | - | - | 12 | - | - |
| 3.บ.สยามสตีลไพพ์อิมปอร์ต-เอ็กซ์ปอร์ต จก. | 1375.00 | 82.37 | 12 | I5(1.63) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 11 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(5.88), I7(5.20) | - |
| 2.การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย | 2247.25 | 144.00 | 12 | I5(4.67), I7(2.88) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 12 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I7(2.2) | - |
| 2.ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ. | 8067.00 | 388.12 | 12 | I5(0.80), I3(0.70) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 13 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(7.76) | - |
| 2.บ.ข่าวสด จก. | 196.42 | 9.62 | 12 | I7(0.38), I5(0.26) | - |
| 3.มติชน บมจ. | 1253.33 | 74.82 | 12 | I7(1.09) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 14 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(4.12) | - |
| 2.ธ.ทหารไทย บมจ. | 3683.33 | 202.83 | 12 | I5(0.48), I11(0.44) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 15 บ.วัชรพล จก. | 4593.25 | 258.63 | 12 | I5(1.82) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 16 บ.วัชรพล จก. | 4593.25 | 258.63 | 12 | I5(2.59) | - |

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$(A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Princip'le Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 17 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(4.32) | - |
| 2.บ.เค แอล เอ็ม รอยัลดัช แอร์ไลน์ จก. | 389.17 | 23.81 | 12 | I3(0.15), I7(0.13) | - |
| 3.บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling) | 391.67 | 25.05 | 12 | I5(0.36), I7(0.30) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 18 บ. เอ เอ็ม ดี (ไทยแลนด์) จก. | 3660.83 | 190.86 | 12 | I5(2.92) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 19 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(1.76) | - |
| 2.บ.แมนดารินโคสชิ่ง จก. (Thai Garment) | 531.17 | 15.38 | 24 | I5(0.10) | - |
| 3.ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | 201.00 | 6.53 | 24 | I5(0.47) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 20 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(3.12) | - |
| 2.บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | 859.17 | 28.80 | 24 | I7(0.19) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 21 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(3.48), I7(2.92) | - |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 2547.00 | 131.54 | 12 | I5(4.17), I3(3.13) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 22 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(7.88) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 3.บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | 1332.67 | 39.62 | 24 | I11(1.60), I13(1.17) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 27 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(3.68), I7(2.88) | - |
| 2.บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 2866.67 | 76.01 | 24 | I5(0.75) | - |
| 3.บ.ไทยแอโรว์ จก. | 2093.08 | 51.64 | 24 | I7(1.54), I5(1.05) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 28 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(1.68), I7(1.26) | - |
| 2.บ.นิตโตเซโก (ประเทศไทย) จก. | 528.25 | 15.67 | 24 | I5(0.58), I11(0.37) | - |
| 3.จีเอฟพีที บมจ. | 3502.50 | 97.89 | 24 | I7(0.87) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 29 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(4.96), I7(2.68) | - |
| 2.บ.เพียวเคมี จก. | 1917.42 | 52.76 | 24 | I5(1.94) | - |
| 3.บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | 5793.33 | 148.57 | 24 | I5(7.53) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 30 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(1.92), I7(1.64) | - |
| 2.อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | 8650.00 | 244.12 | 24 | I5(3.34), I7(1.83) | - |
| 3.บ.ซัมมิท อีเล็คโทรนิคคอมโพเน้นท์ จก. | 1570.00 | 45.20 | 24 | I5(1.04) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 31 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(3.00), I7(2.12) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 32 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(7.24), I7(4.92) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 33 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I7(1.2) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 34 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I3(3.32), I5(2.68), I7(2.12) | - |
| 2.บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | 1003.33 | 28.39 | 24 | I5(0.28) | - |
| 3.บ.สยามกลการและนิสสัน จก. | 636.67 | 17.21 | 24 | NA | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 35 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 24 | I5(6.32) | - |
| 2.บ.พรีเมียรโฟรเซ่นโปรดักส์ จก. | 1406.67 | 37.62 | 24 | I11(0.34) | - |
| 3.บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 601.67 | 15.52 | 24 | I7(0.35), I5(0.26) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 36 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(7.88), I7(2.97) | - |
| 2.บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก. | 2594.17 | 133.80 | 12 | I5(8.44);I7(3.97) | - |
| 3.บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก. | 1051.50 | 64.56 | 12 | I2(0.30), I5(0.28) | - |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 37 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(12.44), I7(7.10) | I5(1.24) |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average Demand (kW) | Load Current; $I_L$ (A) | Voltage Level ( kV ) | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 2.บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 796.67 | 55.16 | 12 | I11(0.46) | - |
| 3.บ.สุนทรเมตัลอินดัสทรีส์ จก. | 1438.00 | 91.38 | 12 | I7(2.28) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 38 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(4.32), I7(3.44) | - |
| 2.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 441.67 | 27.46 | 12 | I7(0.41) | - |
| 3.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 1442.00 | 69.41 | 12 | I5(5.14),I7(3.91) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 39 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(1.88) | - |
| 2.บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 1520.00 | 101.93 | 12 | I5(2.22),I7(2.01) | - |
| 3.DAS 217 | - | - | 12 | - | - |
| 4.อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 1910.33 | 96.28 | 12 | I5(1.20) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 40 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(1.32) | - |
| 2.โรงพยาบาลเดชา | 378.33 | 23.79 | 12 | I2(0.29), I5(0.20) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 41 วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(3.56) | - |
| 2.บ.เจ้าพระยาห้องเย็น จก. | 540.00 | 34.51 | 12 | I5(0.32) | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Ih ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Average | Load Current; | Voltage | G.5/3-1976 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Demand (kW) | $I_L$ (A) | Level (kV) | Principle Current Harmonic (Arms) | Ih สูงกว่ามาตรฐาน (เท่า) |
| 3.บ.ห้องเย็นสากล จก.. | 389.92 | 25.19 | 12 | NA | NA |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 42**<br>ไทยวาโก้ บมจ. | 1448.08 | 79.90 | 12 | I7(1.70) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 43**<br>บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก.<br>2.บ.พระนครห้องเย็น จก. | 1070.83<br>431.08 | 63.73<br>33.82 | 12<br>12 | I5(0.70)<br>I3(0.32) | -<br>- |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 44** วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(2.72) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 45** วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | NA | NA |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 46** วัดที่สถานีย่อย | - | 400.00 | 12 | I5(0.76) | - |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 47** วัดที่สถานีย่อย<br>2.DAS 216 | -<br>- | 400.00<br>- | 12<br>12 | I5(1.56)<br>- | -<br>- |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.2.2 การวิเคราะห์ระดับ THDv

เนื่องจากข้อมูลค่า THDv (Total Harmonic Voltage Distortion) เป็นข้อมูลแบบ Long term คือ ทุกๆ 5 นาที เครื่องวัดจะบันทึกค่า THDv ไว้ 1 ค่า ในช่วงเวลาตรวจวัด 7 วัน จะได้ค่า THDv ทั้งหมด 2016 ค่า จึงวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้

รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างค่าแรงดันเฉลี่ยทั้ง 3 เฟสที่แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลาในช่วงเวลาที่ตรวจวัดข้อมูล 7 วัน ที่ผู้ใช้ไฟฟ้ารายหนึ่ง ใช้ตรวจสอบว่าการจ่ายไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวมีอะไรผิดปกติบ้างหรือไม่

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ระดับ THDv ของผู้ใช้ไฟฟ้ารายหนึ่ง แล้วเทียบกับค่าที่จำกัดในมาตรฐาน G.5/3-1976 ถ้าแรงดันของระบบเป็น 12 kV ใช้ค่า THDv = 4% และถ้าแรงดันของระบบเป็น 24 kV ใช้ค่า THDv = 3%

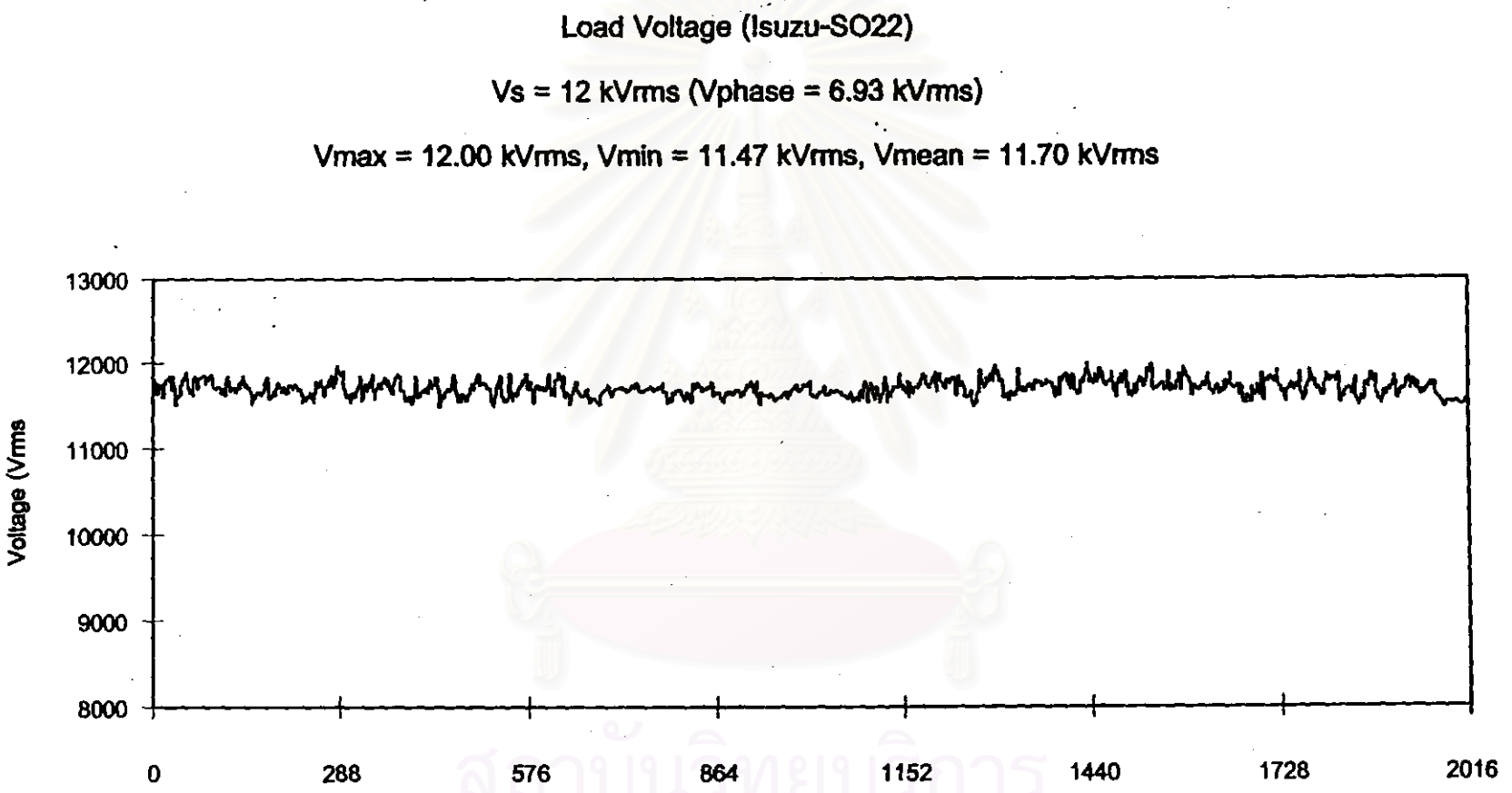
ผลการวิเคาะห์ข้อมูลทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.2 จากตารางที่ 4.2 พบว่ามีจุดวัดบางจุดที่มีค่า THDv สูงกว่าค่าจำกัด คือ

**ก. ที่สถานีย่อยจำนวน 3 แห่ง**

1) สายป้อนลำดับที่ 27 มี THDv สูงสุด 3.02% เกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 แต่เกิดขึ้นครั้งเดียวในช่วง 7 วันที่วัดข้อมูล
2) สายป้อนลำดับที่ 28 มี THDv สูงสุด 3.33% เกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 เกิดขึ้นในวันอาทิตย์ตอนโหลดน้อย
3) สายป้อนลำดับที่ 35 มี THDv สูงสุด 3.07% เกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 -1976 และเกิดขึ้นครั้งเดียวในรอบ 7 วัน

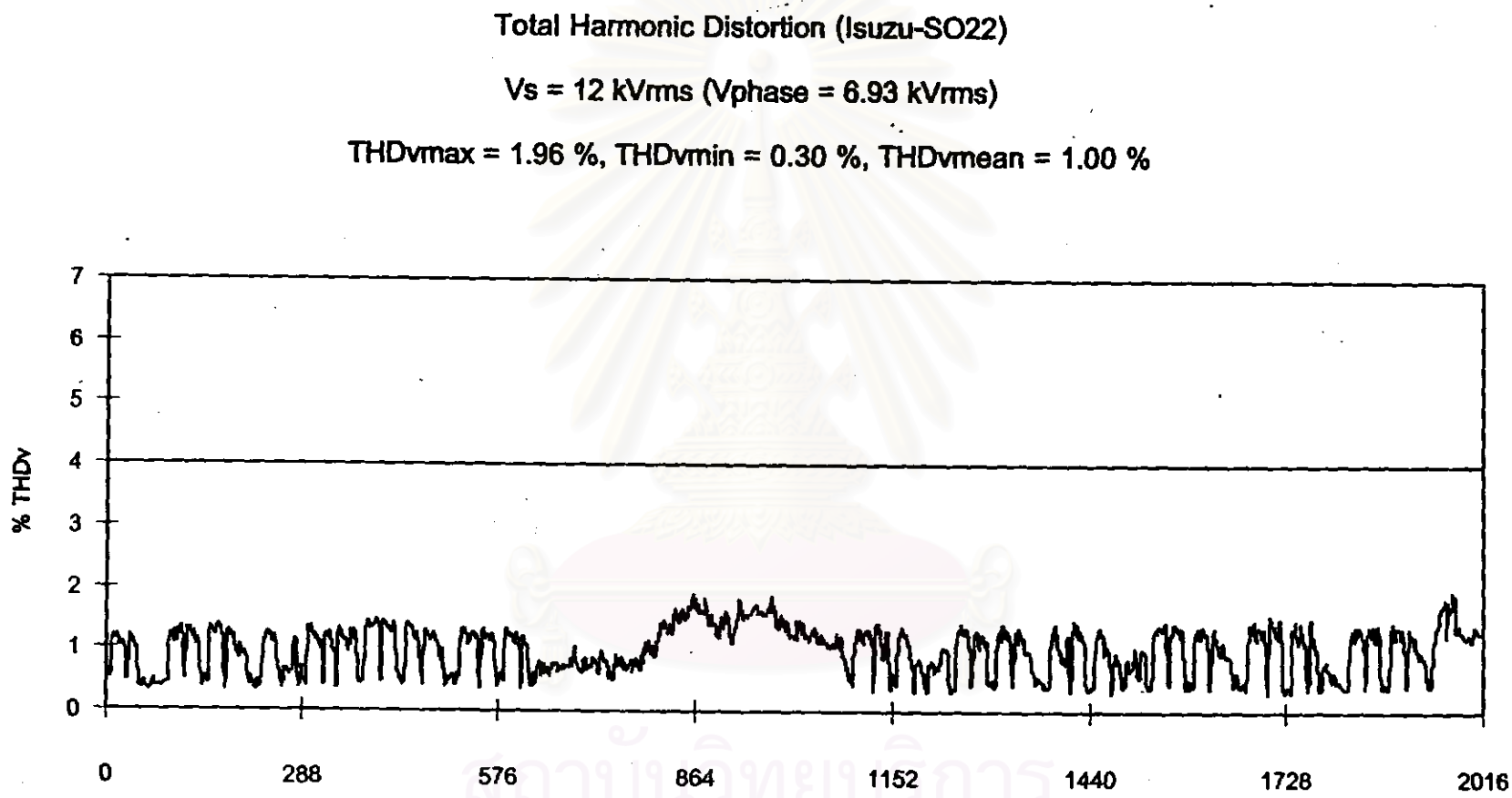
**ข. ที่ผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวน 15 แห่ง**

1) ที่บริษัทชนะโลหะการ จำกัด มี THDv สูงสุด 5.17% เกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 ส่วนใหญ่เกิดตอนที่ $I_n$ มีค่าสูงๆ
2) ที่บริษัทแฟบซ่อุตสาหกรรมการทอ จำกัด มี THDv สูงสุด 11.19% เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวตอนเกิด Voltage Dip
3) ที่บริษัทข่าวสด จำกัด และที่บริษัทมติชน จำกัด (มหาชน) มี THDv สูงสุด 4.18% และ 4.29% ตามลำดับซึ่งเกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 -1976 แต่เกิดขึ้นครั้งเดียวตอนเกิด Voltage Interruption
4) ที่บริษัทวัชรพล จำกัด (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ) ทั้ง 2 สายป้อนมีค่า THDv สูงสุด 237.12% และ 145.84% ซึ่งเป็น THDv ที่เกิดขึ้นตอนเกิด Voltage Dip




*รูปที่ 4.4 ระดับแรงดันเฉลี่ย ณ จุดวัดข้อมูลที่แปรเปลี่ยนตามเวลา*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.5 ระดับ THDv ณ จุดวัดข้อมูลที่แปรเปลี่ยนตามเวลา*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.สายป้อยลำดับที่** 1 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.37 0.36 0.82 | 4.00 | 0.342 | |
| 2.บ.เฟริสท์สตีลอินดัสทรี จก. | 12 | 2.01 0.41 1.09 | 4.00 | 0.502 | |
| 3.บ.ไทยโซลเวนด์และเคมีภัณฑ์ จก. | 12 | 1.98 0.41 1.08 | 4.00 | 0.495 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 2 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.80 0.42 1.35 | 4.00 | 0.700 | |
| 2.เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ. | 12 | 2.63 0.40 1.30 | 4.00 | 0.658 | |
| 3.บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 12 | 2.77 0.46 1.39 | 4.00 | 0.693 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 3 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.75 0.39 1.36 | 4.00 | 0.688 | |
| 2.บ.เอเชียสตีลเวิคส์ จก. | 12 | 2.75 0.46 1.42 | 4.00 | 0.688 | |
| 3.บ.ชนะโลหะการ จก. | 12 | 5.17 0.71 2.05 | 4.00 | 1.292 | เกิดขึ้นตอน Ih มีค่าสูง ๆ |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 4 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.18 0.43 1.29 | 4.00 | 0.545 | |
| 2.DAS 108 | 12 | 2.74 0.40 1.47 | 4.00 | 0.685 | |
| 3.บ.วิเชียรเท็กซ์ไทล์อินดัสตรี้ จก. | 12 | 2.77 0.43 1.51 | 4.00 | 0.693 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 5 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.18 0.42 1.29 | 4.00 | 0.545 | |
| 2.บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก. | 12 | 11.19 0.54 1.34 | 4.00 | 2.797 | เกิดขึ้นตอนเกิด Vdip |
| 3.DAS 124 | 12 | 2.58 0.42 1.44 | 4.00 | 0.645 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.หจก. ผ้าขนหนูชินเฮง | 12 | 2.29 0.57 1.36 | 4.00 | 0.573 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 6 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.67 0.52 1.47 | 4.00 | 0.668 | |
| 2.เฮิกซ์ฟามาร์ซูติกัลอินดัสตรีย์ บมจ. | 12 | 2.71 0.50 1.52 | 4.00 | 0.678 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 7 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.68 0.52 1.47 | 4.00 | 0.670 | |
| 2.บ. ป.เจริญภัณฑ์ จก. | 12 | NA | 4.00 | NA | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 8 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 12 | 3.67 0.43 0.93 | 4.00 | 0.918 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 9 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 12 | 3.91 1.12 1.42 | 4.00 | 0.978 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 10 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.32 0.37 0.78 | 4.00 | 0.330 | |
| 2.DAS 107 | 12 | 1.94 0.40 0.96 | 4.00 | 0.485 | |
| 3.บ.สยามสตีลไพพ์อิมปอร์ต - เอ็กซ์!อร์ต จก. | 12 | 1.85 0.40 1.00 | 4.00 | 0.463 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 11 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.66 0.43 0.77 | 4.00 | 0.415 | |
| 2.การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย | 12 | 1.76 0.38 0.82 | 4.00 | 0.440 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 12 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.23 0.43 0.74 | 4.00 | 0.308 | |

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ. | 12 | 1.89 0.48 1.04 | 4.00 | 0.473 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 13 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.24 0.43 0.74 | 4.00 | 0.310 | |
| 2.บ.ข่าวสด จก. | 12 | 4.18 0.00 0.87 | 4.00 | 1.045 | เกิดขึ้นตอน Vinterruption |
| 3.มติชน บมจ. | 12 | 4.29 0.42 0.93 | 4.00 | 1.072 | เกิดขึ้นตอน Vinterruption |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 14 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.57 0.42 1.06 | 4.00 | 0.643 | |
| 2.ธ.ทหารไทย บมจ. | 12 | 2.45 0.40 1.04 | 4.00 | 0.613 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 15 บ.วัชรพล จก. | 12 | 237.12 0.44 1.09 | 4.00 | 59.28 | เกิดขึ้นตอนเกิด Vdip |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 16 บ.วัชรพล จก. | 12 | 145.84 0.49 1.48 | 4.00 | 36.46 | เกิดขึ้นตอนเกิด Vdip |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 17 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.44 0.49 0.81 | 4.00 | 0.360 | |
| 2.บ.เค แอล เอ็ม รอยัลดัช แอร์ไลน์ จก. | 12 | 1.45 0.32 0.76 | 4.00 | 0.363 | |
| 3.บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling) | 12 | 1.42 0.32 0.75 | 4.00 | 0.355 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 18 บ. เอ เอ็ม ดี (ไทยแลนด์) จก. | 12 | NA | 4.00 | NA | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 19 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.70 0.43 0.80 | 3.00 | 0.567 | |
| 2.บ.แมนดารินโคสชิ่ง จก. (Thai Garment) | 24 | 1.56 0.35 0.78 | 3.00 | 0.520 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | 24 | 1.66 0.39 0.80 | 3.00 | 0.553 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 20 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.69 0.44 0.82 | 3.00 | 0.563 | |
| 2.บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | 24 | 1.70 0.40 0.85 | 3.00 | 0.567 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 21 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.90 0.72 1.07 | 4.00 | 0.475 | |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 12 | 1.98 0.38 0.78 | 4.00 | 0.495 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 22 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.87 0.72 1.08 | 4.00 | 0.468 | |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 12 | 1.96 0.30 1.00 | 4.00 | 0.490 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 23 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.76 0.43 1.31 | 4.00 | 0.690 | |
| 2.บ.ไทยยูเนียนสตีล จก. | 12 | NA | 4.00 | NA | |
| 3.บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | 12 | 2.75 0.39 1.31 | 4.00 | 0.688 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 24 จ่ายตรงให้ บ.สยามอ็อกซิเดนทอลอิเลคโตรเคมิคอล จก. | 24 | 3.23 1.46 2.35 | 3.00 | 1.077 | เกินมาตรฐานบางช่วงเวลา |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 25 จ่ายตรงให้ บ.สยามอ็อกซิเดนทอลอิเลคโตรเคมิคอล จก. | 24 | 2.72 1.00 1.80 | 3.00 | 0.907 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.สายป้อยลำดับที่ 26 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 2.77 1.00 1.80 | 3.00 | 0.923 | |
| 2.ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | 24 | 3.05 0.96 1.91 | 3.00 | 1.017 | เกินมาตรฐานในช่วงเวลาสั้น ๆ |
| 3.บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | 24 | 3.11 0.95 1.90 | 3.00 | 1.037 | เกินมาตรฐานในช่วงเวลาสั้น ๆ |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 27 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 3.02 1.02 1.40 | 3.00 | 1.007 | เกิดขึ้นครั้งเดียวในช่วง 7 วัน |
| 2.บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 24 | 2.86 0.27 0.94 | 3.00 | 0.953 | |
| 3.บ.ไทยแอโรว์ จก. | 24 | 3.76 0.27 0.95 | 3.00 | 1.253 | เกิดขึ้นครั้งเดียวในช่วง 7 วัน |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 28 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 3.33 0.38 0.92 | 3.00 | 1.110 | เกิดขึ้นในวันอาทิตย์ตอนโหลดน้อย |
| 2.บ.นิตโตเซโก (ประเทศไทย) จก. | 24 | 3.62 0.43 1.02 | 3.00 | 1.207 | เกิดขึ้นในวันอาทิตย์ตอนโหลดน้อย |
| 3.จีเอฟพีที บมจ. | 24 | 3.58 0.43 1.02 | 3.00 | 1.193 | เกิดขึ้นในวันอาทิตย์ตอนโหลดน้อย |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 29 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 2.46 0.51 1.85 | 3.00 | 0.820 | |
| 2.บ.เพียวเคมี จก. | 24 | 262.31 0.78 2.52 | 3.00 | 87.437 | เกิดขึ้นตอนเกิด overvoltage และ Vdip |
| 3.บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | 24 | 3.24 0.59 2.4 | 3.00 | 1.080 | ส่วนใหญ่ใกล้ระดับ Limit |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 30 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.65 0.33 0.83 | 3.00 | 0.550 | |
| 2.อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | 24 | 1.63 0.35 0.81 | 3.00 | 0.543 | |
| 3.บ.ซัมมิท อีเล็คโทรนิคคอมโพเน้นท์ จก. | 24 | 2.47 0.76 1.87 | 3.00 | 0.823 | |

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.สายป้อยลำดับที่** 31 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.60 0.27 0.85 | 3.00 | 0.533 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 32 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.60 0.28 0.84 | 3.00 | 0.533 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 33 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.63 0.28 0.87 | 3.00 | 0.543 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 34 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 1.63 0.28 0.85 | 3.00 | 0.543 | |
| 2.บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | 24 | 1.80 0.31 0.88 | 3.00 | 0.600 | |
| 3.บ.สยามกลการและนิสสัน จก. | 24 | NA | 3.00 | NA | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 35 วัดที่สถานีย่อย | 24 | 3.07 0.93 1.49 | 3.00 | 1.023 | เกิดครั้งเดียวในรอบ 7 วัน |
| 2.บ.พรีเมียรโฟรเซ่นโปรดักส์ จก. | 24 | NA | 3.00 | NA | |
| 3.บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 24 | 4.83 0.46 1.22 | 3.00 | 1.610 | เกิดจากผลของการแปรเปลี่ยนของV |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 36 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.62 0.30 0.65 | 4.00 | 0.405 | |
| 2.บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก. | 12 | 1.83 0.39 0.97 | 4.00 | 0.458 | |
| 3.บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก. | 12 | 1.83 0.40 0.97 | 4.00 | 0.458 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 37 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 2.26 0.64 1.37 | 4.00 | 0.565 | |
| 2.บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 12 | 1.56 0.46 1.00 | 4.00 | 0.390 | |
| 3.บ.สุนทรเมตัลอินดัสทรีส์ จก. | 12 | 1.55 0.79 1.09 | 4.00 | 0.388 | |

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.สายป้อยลำดับที่** 38 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.59 0.44 1.04 | 4.00 | 0.398 | |
| 2.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 12 | 1.65 0.46 1.09 | 4.00 | 0.413 | |
| 3.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 12 | 1.65 0.46 1.10 | 4.00 | 0.413 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 39 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.35 0.52 0.80 | 4.00 | 0.338 | |
| 2.บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 12 | 1.46 0.38 0.71 | 4.00 | 0.365 | |
| 3.DAS 217 | 12 | 1.40 0.38 0.71 | 4.00 | 0.350 | |
| 4.อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 12 | 1.44 0.40 0.80 | 4.00 | 0.360 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 40 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.50 0.49 0.80 | 4.00 | 0.375 | |
| 2.โรงพยาบาลเดชา | 12 | 1.53 0.32 0.73 | 4.00 | 0.383 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 41 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.75 1.33 1.41 | 4.00 | 0.438 | |
| 2.บ.เจ้าพระยาห้องเย็น จก. | 12 | NA | 4.00 | NA | |
| 3.บ.ห้องเย็นสากล จก. | 12 | 1.17 0.33 0.56 | 4.00 | 0.293 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 42 ไทยวาโก้ บมจ. | 12 | 2.25 0.49 1.09 | 4.00 | 0.563 | |
| **1.สายป้อยลำดับที่** 43 บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก. | 12 | 1.15 0.36 0.65 | 4.00 | 0.288 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.2 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ THDv ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | THDv ( % ) Max Min Mean | THDv Limit (%) G.5/3-1976 | THDvmax/Limit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.บ.พระนครห้องเย็น จก. | 12 | 1.22 0.37 0.70 | 4.00 | 0.305 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 44 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.14 0.38 0.65 | 4.00 | 0.285 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 45 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.17 0.38 0.66 | 4.00 | 0.293 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 46 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.16 0.38 0.66 | 4.00 | 0.290 | |
| 1.สายป้อยลำดับที่ 47 วัดที่สถานีย่อย | 12 | 1.45 0.64 0.94 | 4.00 | 0.363 | |
| 2.DAS 216 | 12 | 1.30 0.26 0.75 | 4.00 | 0.325 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) บริษัทสยามอ๊อกซิเดนทอลอิเลคโตรเคมิคอล จำกัด มี THDv สูงสุด 3.23% ซึ่งเกินค่าจำกัดเป็นบางช่วงเวลา

6) บริษัทไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ จำกัด (มหาชน) และบริษัท เจ. ที. เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรี จำกัด ซึ่งต่ออยู่กับสายป้อน KO 414 จะมี THDv สูงสุด 3.05% และ 3.11% เกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 ในช่วงเวลาสั้นๆ

7) บริษัทไทยแอโรว์ จำกัด มี THDv สูงสุด 3.76% สูงเกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 แต่เกิดขึ้นครั้งเดียวในช่วง 7 วัน

8) บริษัทนิตโตเซโก (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัทจี เอฟ พี ที จำกัด (มหาชน) มี THDv 3.62% และ 3.58% ตามลำดับสูงเกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 โดยเกิดขึ้นในวันอาทิตย์ตอนที่มีโหลดในระบบน้อยๆ

9) บริษัทเพียวเคมี จำกัด มี THDv สูงสุด 262.31% ซึ่งสูงมากโดยเกิดจากผลของ Voltage Dip และมี THDv สูงเกินค่าจำกัด ในช่วงที่แรงดันของระบบเพิ่มสูงกว่าระดับค่าเฉลี่ย

10) บริษัทไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จำกัด มี THDv สูงสุด 3.24% สูงเกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 และมี THDv อยู่ในระดับใกล้ๆ กับค่าจำกัด

11) บริษัทศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด มี THDv สูงสุด 4.83% สูงเกินค่าจำกัดตามมาตรฐาน G.5/3 - 1976 โดยเกิดจากผลของการแปรเปลี่ยนของแรงดันในระบบ

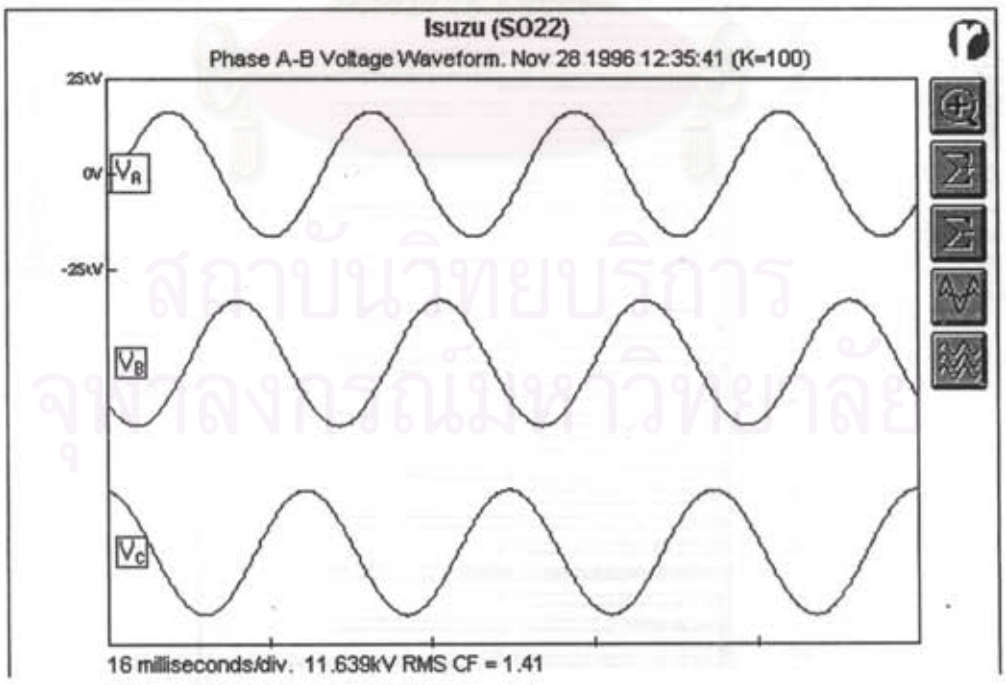
โดยสรุปแล้วสามารถกล่าวได้ว่าระดับ THDv ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงยังมีค่าต่ำกว่าค่าจำกัด ยกเว้นในกรณีที่เกิดการแปรเปลี่ยนในระบบไฟฟ้า เช่น เกิด Voltage Dip เกิด Interruption หรือเกิด Resonance ในระบบจึงจะทำให้ THDv มีค่าสูงกว่าค่าจำกัด แต่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้น

### 4.2.3 การวิเคราะห์ระดับ Vh (Individual Harmonic Voltage)

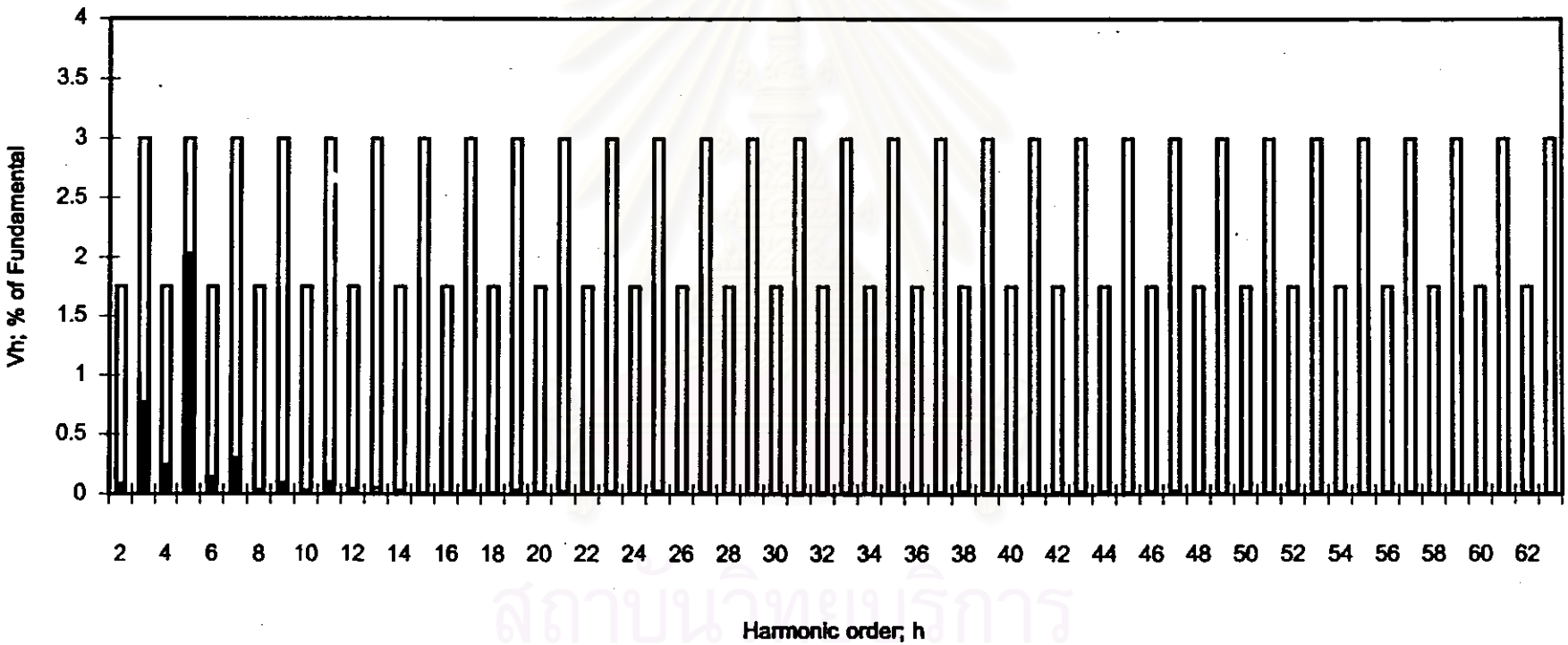
การวิเคราะห์ Vh แต่ละลำดับจะวิเคราะห์จากรูปคลื่นของแรงดันที่ทำ Snapshot ไว้ 4 cycle ดังรูปตัวอย่างที่ 4.6 โดยจะวิเคราะห์ระดับ Vh แต่ละลำดับ แล้วนำไปเทียบกับค่าจำกัดที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976 โดยที่ระบบ 12 kV จะใช้ค่า Vh $\leq$ 3.0 % สำหรับฮาร์มอนิกลำดับเลขคี่ และ 1.75 % สำหรับฮาร์มอนิกลำดับเลขคู่ และระบบ 24 kV จะใช้ค่า Vh $\leq$ 2.0 % สำหรับฮาร์มอนิกลำดับเลขคี่ และ 1.0 % สำหรับฮาร์มอนิกลำดับเลขคู่ ดังแสดงเป็นตัวอย่างในรูปที่ 4.7

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.3 จากตารางที่ 4.3 นี้ พบว่า Vh ในกรณีของระบบ 12 kV จะต่ำกว่าค่าจำกัด 3.0 % ตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976 ทั้งหมด ส่วนระบบ 24 kV ซึ่งมีค่าจำกัดเพียง 2.0 % สำหรับฮาร์มอนิกลำดับเลขคี่ตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน G.5/3-1976 นั้น ทำให้ มีจุดวัด 2 จุดที่มี V5 ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ที่ บ. เพียวเคมี จก. และ บ. ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. ที่มีค่า V5 เป็น 2.31 % และ 2.49 % ตามลำดับ

Principle Harmonic Voltage ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น คือ ลำดับที่ 5 ถัดมา คือ ลำดับที่ 7 และลำดับที่ 3




*รูปที่ 4.6 ตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ทำการ Snap short*




*รูปที่ 4.7 Vh แต่ละอันดับเปรียบเทียบกับมาตรฐาน G.5/3-1976*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 1 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (0.54) | 3.00 | 1.75 | 0.18 | |
| 2.บ.เฟริสท์สตีลอินดัสทรี จก. | 12 | V5 (0.65) | 3.00 | 1.75 | 0.22 | |
| 3.บ.ไทยโซลเวนต์และเคมีภัณฑ์ จก. | 12 | V5 (1.45) | 3.00 | 1.75 | 0.48 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 2 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (0.89) | 3.00 | 1.75 | 0.30 | |
| 2.เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ. | 12 | V5 (2.21) | 3.00 | 1.75 | 0.74 | |
| 3.บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 12 | V5 (1.36) | 3.00 | 1.75 | 0.45 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 3 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (1.40) | 3.00 | 1.75 | 0.47 | |
| 2.บ.เอเชียสตีลเวิคส์ จก. | 12 | V5 (0.83) | 3.00 | 1.75 | 0.28 | |
| 3.บ.ขนะโลหะการ จก. | 12 | V5(1.93),V7(1.10) | 3.00 | 1.75 | 0.64, 0.37 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 4 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (1.43) | 3.00 | 1.75 | 0.48 | |
| 2.DAS 108 | 12 | V5 (0.96) | 3.00 | 1.75 | 0.32 | |
| 3.บ.วิเชียรเท็กซ์ไทล์อินดัสตรี้ จก. | 12 | V5 (1.67) | 3.00 | 1.75 | 0.56 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 5 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (0.91) | 3.00 | 1.75 | 0.30 | |
| 2.บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก. | 12 | V5 (1.19) | 3.00 | 1.75 | 0.40 | |
| 3.DAS 124 | 12 | V5 (0.51) | 3.00 | 1.75 | 0.17 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level (kV) | Principle Voltage Harmonic (% of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.หจก. ผ้าขนหนูชินเฮง | 12 | V5 (0.64) | 3.00 | 1.75 | 0.21 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 6 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5 (0.63) | 3.00 | 1.75 | 0.21 | |
| 2.เฮิกซ์ฟามาร์ซูติกัลอินดัสตรีย์ บมจ. | 12 | V5(1.43) | 3.00 | 1.75 | 0.48 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 7 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(1.33) | 3.00 | 1.75 | 0.44 | |
| 2.บ. ป.เจริญภัณฑ์ จก. | 12 | NA | 3.00 | 1.75 | NA | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 8 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 12 | V5(0.82),V7(0.58) | 3.00 | 1.75 | 0.27, 0.19 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 9 จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย | 12 | V3(1.15),V5(1.00) | 3.00 | 1.75 | 0.38, 0.33 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 10 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.60) | 3.00 | 1.75 | 0.20 | |
| 2.DAS 107 | 12 | V5(0.38),V7(0.35) | 3.00 | 1.75 | 0.13, 0.12 | |
| 3.บ.สยามสตีลไพพ์อิมปอร์ต-เอ็กซ์ปอร์ต จก. | 12 | V5(1.05) | 3.00 | 1.75 | 0.35 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 11 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.58) | 3.00 | 1.75 | 0.19 | |
| 2.การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย | 12 | V5(1.02) | 3.00 | 1.75 | 0.34 | |

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 12 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(1.02) | 3.00 | 1.75 | 0.34 | |
| 2.ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ. | 12 | V5(0.64) | 3.00 | 1.75 | 0.21 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 13 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.97) | 3.00 | 1.75 | 0.32 | |
| 2.บ.ข่าวสด จก. | 12 | V5(0.82) | 3.00 | 1.75 | 0.27 | |
| 3.มติชน บมจ. | 12 | V5(0.90) | 3.00 | 1.75 | 0.30 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 14 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.55) | 3.00 | 1.75 | 0.18 | |
| 2.ธ.ทหารไทย บมจ. | 12 | V5(0.37) | 3.00 | 1.75 | 0.12 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 15 บ.วัชรพล จก. | 12 | V5(0.72) | 3.00 | 1.75 | 0.24 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 16 บ.วัชรพล จก. | 12 | V5(0.70) | 3.00 | 1.75 | 0.23 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 17 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.55) | 3.00 | 1.75 | 0.18 | |
| 2.บ.เค แอล เอ็ม รอยัลดัช แอร์ไลน์ จก. | 12 | V5(0.66) | 3.00 | 1.75 | 0.22 | |
| 3.บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling) | 12 | V5(0.59) | 3.00 | 1.75 | 0.20 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 18 บ. เอ เอ็ม ดี (ไทยแลนด์) | 12 | V5(0.55),V7(0.47) | 3.00 | 1.75 | 0.18, 0.16 | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. สายป้อนลำดับที่** 19 วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(0.40),V7(0.38) | 2.00 | 1.00 | 0.20, 0.19 | |
| 2.บ.แมนดารินโคสชิ่ง จก. (Thai Garment) | 24 | V5(0.46),V7(0.37) | 2.00 | 1.00 | 0.23, 0.19 | |
| 3.ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | 24 | V5(0.42) | 2.00 | 1.00 | 0.21 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 20 วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(0.51) | 2.00 | 1.00 | 0.26 | |
| 2.บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | 24 | V5(0.46) | 2.00 | 1.00 | 0.23 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 21 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.56),V3(0.56) | 3.00 | 1.75 | 0.19, 0.19 | |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 12 | V3(0.56),V5(0.53) | 3.00 | 1.75 | 0.19, 0.18 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 22 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V3(0.54),V5(0.49) | 3.00 | 1.75 | 0.18, 0.16 | |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 12 | V5(2.03) | 3.00 | 1.75 | 0.68 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 23 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.65) | 3.00 | 1.75 | 0.22 | |
| 2.บ.ไทยยูเนียนสตีล จก. | 12 | V5(0.75) | 3.00 | 1.75 | 0.25 | |
| 3.บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | 12 | V6(0.55) | 3.00 | 1.75 | 0.31 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. สายป้อนลำดับที่ 24** | 24 | V11(0.83), | 2.00 | 1.00 | 0.42, | |
| จ่ายตรงให้บ.สยามอ็อกซิเดนทอล | | V13(0.82) | | | 0.41 | |
| อิเลคโตรเคมิคอล จก. | | | | | | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 25** | 24 | V11(0.78), | 2.00 | 1.00 | 0.39, | |
| จ่ายตรงให้บ.สยามอ็อกซิเดนทอล | | V13(0.69), | | | 0.35, | |
| อิเลคโตรเคมิคอล จก. | | V4(0.67) | | | 0.67 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 26** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V11(0.75),V13(0.68) | 2.00 | 1.00 | 0.38, 0.34 | |
| 2.ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | 24 | V11(0.76),V13(0.74) | 2.00 | 1.00 | 0.38, 0.37 | |
| 3.บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | 24 | V13(0.79),V11(0.73) | 2.00 | 1.00 | 0.40, 0.37 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 27** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(0.92),V3(0.89) | 2.00 | 1.00 | 0.46, 0.45 | |
| 2.บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 24 | V5(0.40) | 2.00 | 1.00 | 0.20 | |
| 3.บ.ไทยแอโรว์ จก. | 24 | V5(0.49) | 2.00 | 1.00 | 0.25 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 28** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(0.66) | 2.00 | 1.00 | 0.33 | |
| 2.บ.นิตโตเซโก (ประเทศไทย) จก. | 24 | V5(0.81) | 2.00 | 1.00 | 0.41 | |
| 3.จีเอฟพีที บมจ. | 24 | V5(0.79) | 2.00 | 1.00 | 0.40 | |

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. สายป้อนลำดับที่ 29** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(1.73) | 2.00 | 1.00 | 0.87 | |
| 2.บ.เพียวเคมี จก. | 24 | V5(2.31) | 2.00 | 1.00 | 1.16 | V5 |
| 3.บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | 24 | V5(2.49) | 2.00 | 1.00 | 1.25 | V5 |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 30** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(1.19) | 2.00 | 1.00 | 0.60 | |
| 2.อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | 24 | V5(0.95) | 2.00 | 1.00 | 0.48 | |
| 3.บ.ชัมมิท อีเล็คโทรนิคคอมโพเน้นท์ จก. | 24 | V5(1.86) | 2.00 | 1.00 | 0.93 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 31** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V7(0.51) | 2.00 | 1.00 | 0.26 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 32** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V7(0.48),V5(0.40) | 2.00 | 1.00 | 0.24, 0.20 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 33** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V5(1.05) | 2.00 | 1.00 | 0.53 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 34** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V7(0.43) | 2.00 | 1.00 | 0.22 | |
| 2.บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | 24 | V5(0.59) | 2.00 | 1.00 | 0.30 | |
| 3.บ.สยามกลการและนิสสัน จก. | 24 | NA | 2.00 | 1.00 | NA | |
| **1. สายป้อนลำดับที่ 35** วัดที่สถานีย่อย | 24 | V3(0.72),V5(0.65) | 2.00 | 1.00 | 0.36, 0.33 | |
| 2.บ.พรีเมียรโฟรเซ่นโปรดักส์ จก. | 24 | NA | 2.00 | 1.00 | NA | |
| 3.บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 24 | V5(0.97) | 2.00 | 1.00 | 0.49 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level (kV) | Principle Voltage Harmonic (% of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. สายป้อนลำดับที่** 36 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.92) | 3.00 | 1.75 | 0.31 | |
| 2.บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก. | 12 | V5(1.21) | 3.00 | 1.75 | 0.40 | |
| 3.บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก. | 12 | V5(0.57) | 3.00 | 1.75 | 0.19 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 37 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(1.14) | 3.00 | 1.75 | 0.38 | |
| 2.บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 12 | V5(0.94) | 3.00 | 1.75 | 0.31 | |
| 3.บ.สุนทรเมตัลอินดัสทรีส์ จก. | 12 | V5(0.78) | 3.00 | 1.75 | 0.26 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 38 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.89) | 3.00 | 1.75 | 0.30 | |
| 2.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 12 | V5(1.08) | 3.00 | 1.75 | 0.36 | |
| 3.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 12 | V5(1.21) | 3.00 | 1.75 | 0.40 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 39 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V7(0.58),V5(0.53) | 3.00 | 1.75 | 0.19, 0.18 | |
| 2.บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 12 | V7(0.77),V5(0.65) | 3.00 | 1.75 | 0.26, 0.22 | |
| 3.DAS 217 | 12 | V5(0.69),V7(0.60) | 3.00 | 1.75 | 0.23, 0.20 | |
| 4.อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 12 | V7(0.64),V5(0.62) | 3.00 | 1.75 | 0.21, 0.21 | |
| **1. สายป้อนลำดับที่** 40 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.78) | 3.00 | 1.75 | 0.26 | |
| 2.โรงพยาบาลเดชา | 12 | V5(0.67) | 3.00 | 1.75 | 0.22 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4.3 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Vh ที่จุดวัดต่างๆ*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Level ( kV ) | Principle Voltage Harmonic ( % of V1) | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Odd | Vh Limit (%) G.5/3-1976 Even | Vh/VhLimit G.5/3-1976 | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 41 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V3(1.58),V5(0.82) | 3.00 | 1.75 | 0.53, 0.27 | |
| 2.บ.เจ้าพระยาห้องเย็น จก. | 12 | NA | 3.00 | 1.75 | NA | |
| 3.บ.ห้องเย็นสากล จก. | 12 | NA | 3.00 | 1.75 | NA | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 42 ไทยวาโก้ บมจ. | 12 | V7(0.79),V5(0.63) | 3.00 | 1.75 | 0.29, 0.21 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 43 | 12 | V5(0.47) | 3.00 | 1.75 | 0.16 | |
| บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก. | 12 | V5(0.46) | 3.00 | 1.75 | 0.15 | |
| 2.บ.พระนครห้องเย็น จก.-BL12 | | | | | | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 44 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.50) | 3.00 | 1.75 | 0.17 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 45 วัดที่สถานีย่อย | 12 | NA | 3.00 | 1.75 | NA | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 46 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V5(0.43) | 3.00 | 1.75 | 0.14 | |
| 1. **สายป้อนลำดับที่** 47 วัดที่สถานีย่อย | 12 | V3(0.63) | 3.00 | 1.75 | 0.21 | |
| 2.DAS 216 | 12 | V3(0.16) | 3.00 | 1.75 | 0.05 | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.3 การวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่

การวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ภาวะชั่วครู่ชนิดอิมพัลส์ และ ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่ง แต่ละปรากฏการณ์มีพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องวิเคราะห์คือ

1. ภาวะชั่วครู่ชนิดอิมพัลส์ (Impulsive Transient)

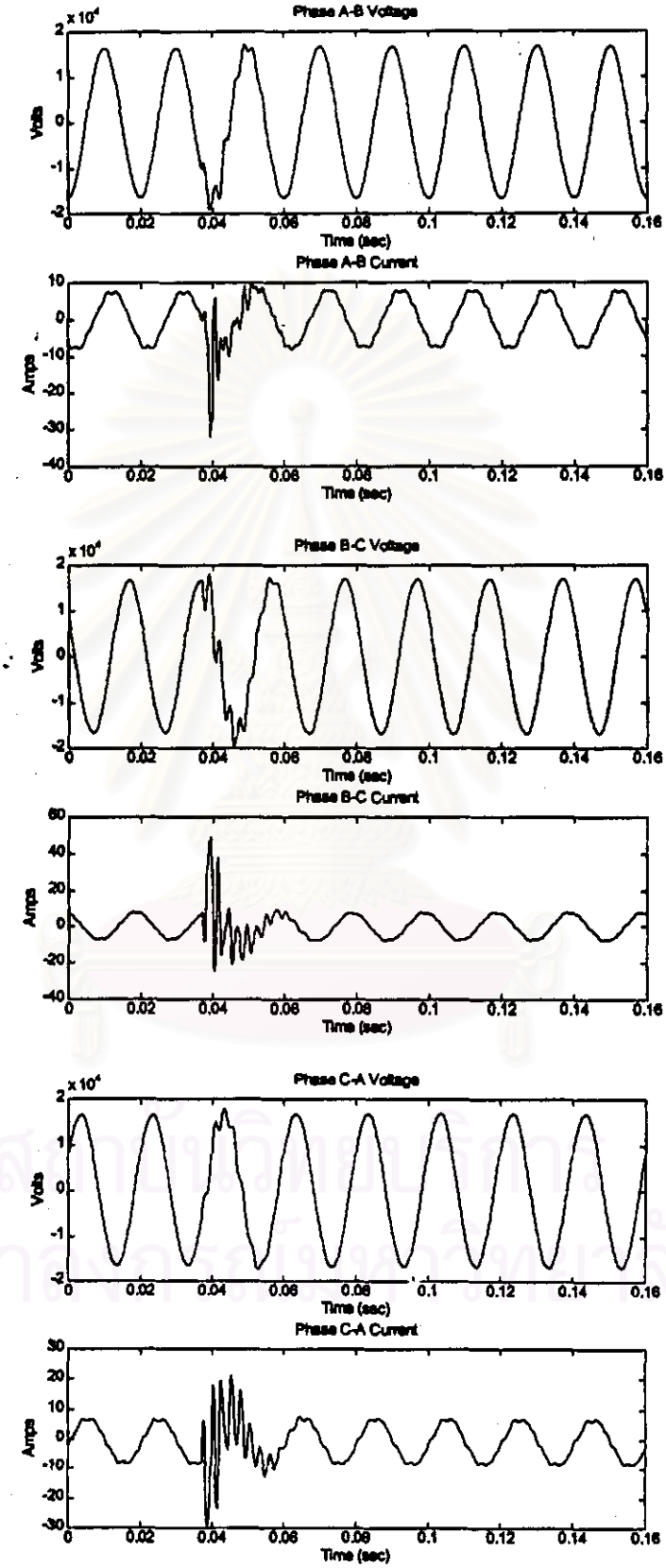
   Peak magnitude, Rise time, Duration

2. ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่ง (Oscillatory Transient)

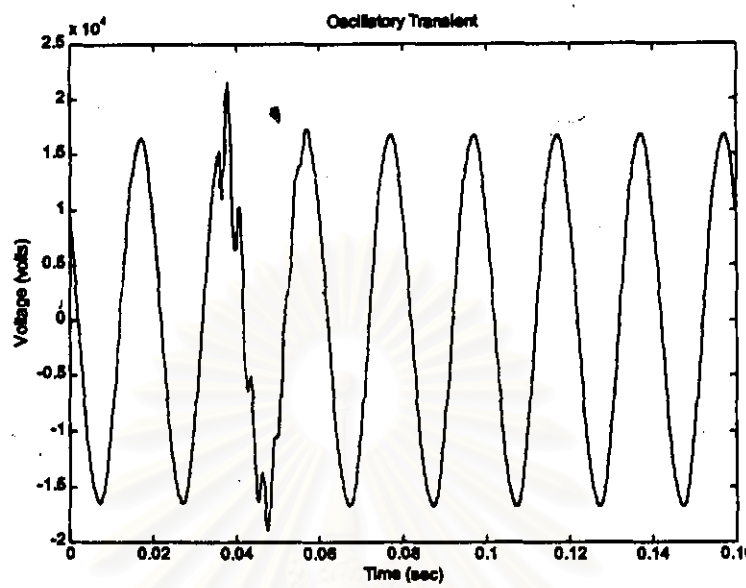
   Peak magnitude, Duration, Frequency

การวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่ง จะใช้ FFT (Fast Fourier Transform) ในการหาความถี่ที่ปะปนมากับสัญญาณแรงดันที่ถี่ความหลักมูล โดยจะเลือกสัญญาณแรงดันที่เกิดภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งมาหนึ่งไซเคิล(ปกติจะมีช่วงระยะเวลาของการเกิดปรากฏการณ์นี้ไม่เกิน 1 ไซเคิล) ขั้นตอนต่อไปคือกรองความถี่หลักมูลออก แล้วใช้ FFT แยกสัญญาณที่หลายๆความถี่ ก็จะได้ความถี่หลักที่ปะปนมา ตัวอย่างการเกิดภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.8 ส่วนหลักการวิเคราะห์แสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.9 ถึง 4.12 ตามลำดับ

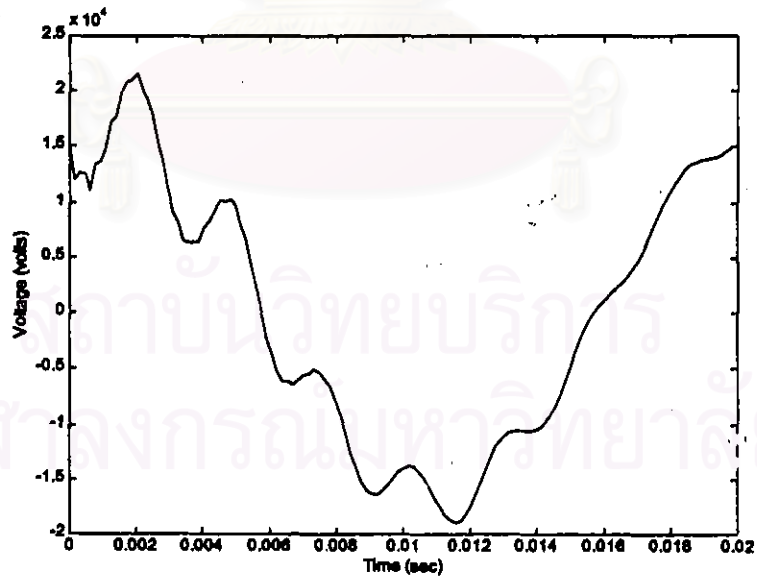
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



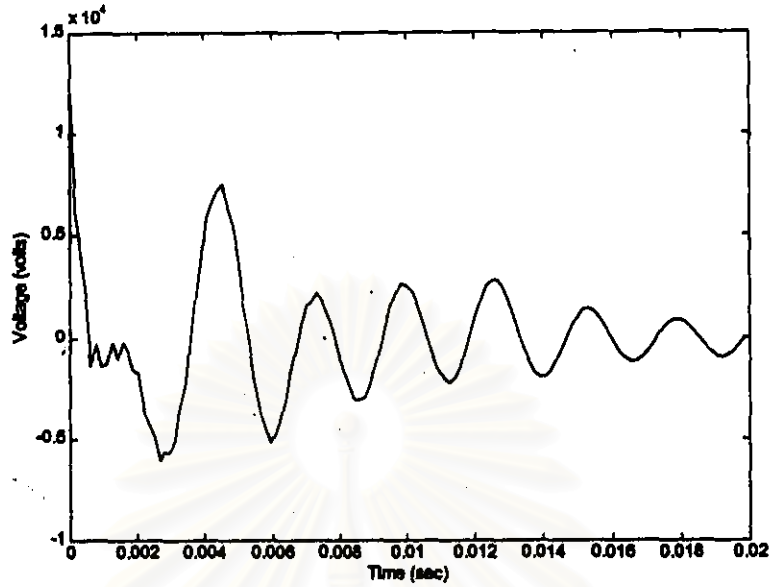

*รูปที่ 4.8 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่เกิดขึ้นจริงในระบบจำหน่ายพร้อมกันทั้ง 3 เฟส*



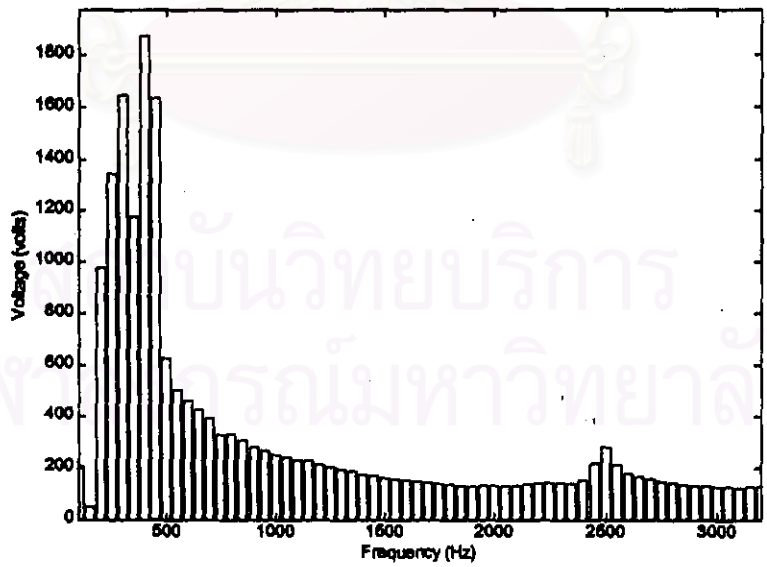

*รูปที่ 4.9 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่จะนำมาวิเคราะห์*




*รูปที่ 4.10 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่ลดเสกลเหลือ 1 ไซเคิล*




*รูปที่ 4.11 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่กรองความถี่หลักมูลออกไป*




*รูปที่ 4.12 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่ผ่านกระบวนการ FFT*

จากการตรวจวัดข้อมูลที่จุดต่างๆ สามารถสรุปการเกิดปรากฏการณ์ภาวะชั่วครู่ได้ดังตารางที่ 4.4

ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่เกิดขึ้นในตารางที่ 4.4 นั้น เกิดขึ้นทั้งหมด 10 จุดวัด ขนาดที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 1.1-1.7 ต่อหน่วย และเกิดในช่วงเวลาไม่เกิน 1 ไซเคิล แต่ส่วนใหญ่เกิดในช่วงเวลาประมาณ 1/2 ไซเคิล สำหรับความถี่ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 200-1150 Hz

จากรูปที่ 4.13 พบว่าขนาดที่เกิดขึ้นมากที่สุดอยู่ในช่วง 1.1-1.2 ต่อหน่วย และ จากรูปที่ 4.14 แสดงว่าเวลาที่เกิดภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งบ่อยสุดคือในช่วงเวลาเช้า ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการสับสวิตช์ของชุดตัวเก็บประจุไฟฟ้า เพื่อเพิ่มระดับของแรงดัน

จุดวัดอื่นๆ นอกเหนือจากนี้ ที่ไม่ได้สรุปให้เห็น เพราะไม่พบในจุดตรวจวัด หรือ ถ้าพบก็มีขนาดของภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่ง ที่เกิดขึ้นนั้นมีขนาดไม่ถึง 1.1 ต่อหน่วย จึงไม่ได้นำมาพิจารณา

สำหรับรูปที่ 4.15 และ 4.16 เป็นรูปของภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่เกิดขึ้นในตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงขนาดของแรงดันที่เกิดขึ้น โดยรูปที่ 4.15 คือรูปที่เรียงจากค่ามากสุด 3 ค่า ส่วนรูปที่ 4.16 เป็นรูปที่เรียงจากค่าต่ำสุด 3 ค่าสุดท้าย

สำหรับภาวะชั่วครู่ชนิดอิมพัลส์ ปรากฏว่าไม่พบปรากฏนี้เกิดขึ้นเลยในช่วงเวลาที่ตรวจวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

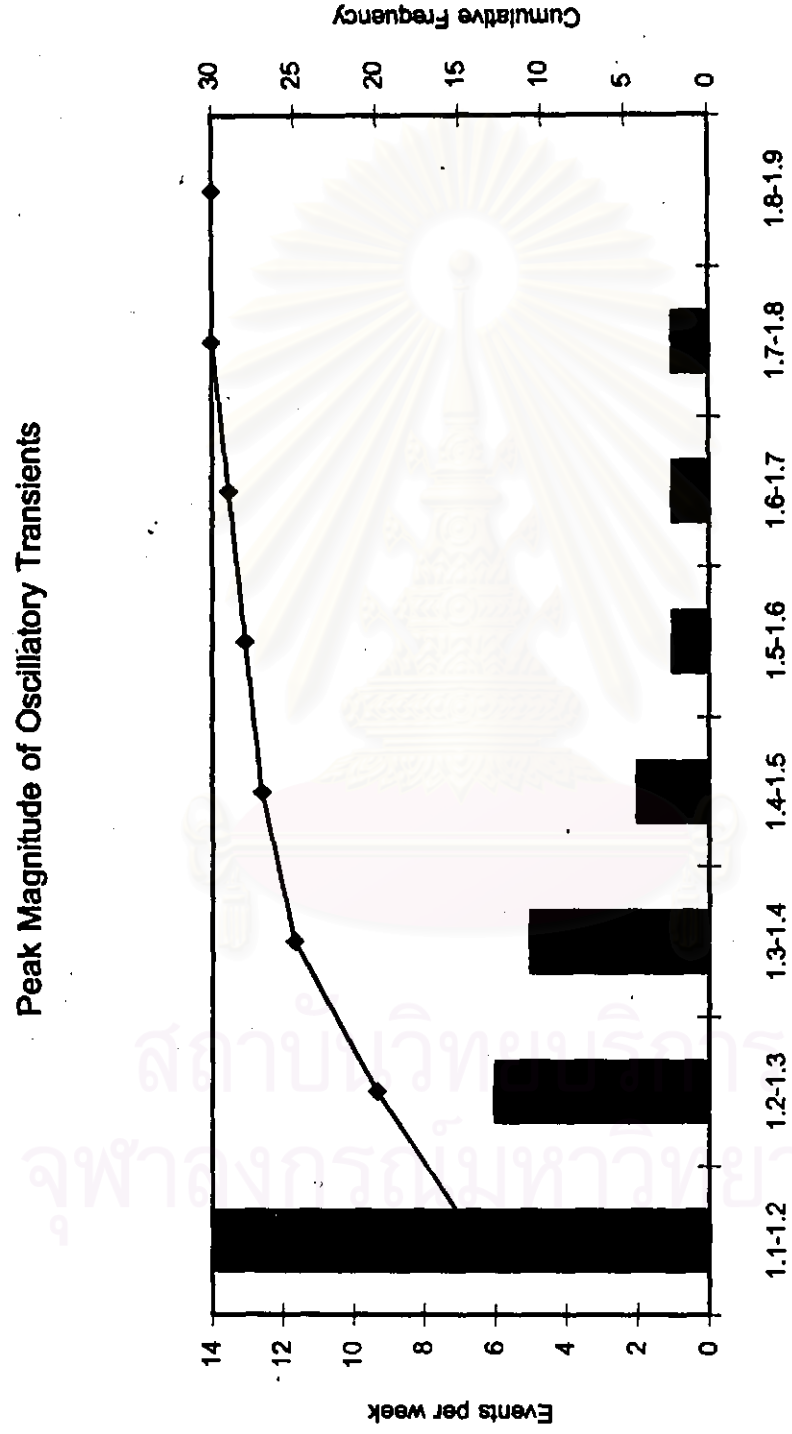
*ตารางที่ 4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่จุดวัดต่างๆ*

| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดตรวจวัด | Event No. | Magnitude (pu.) | Duration (ms) | Principle Frequency | | Second Frequency | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Hz | Mag. (V) | Hz | Mag. (V) |
| 1 | 37 | บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 251 | 1.124 | 13 | 300 | 1601 | 250 | 1505 |
| 2 | 37 | บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 372 | 1.168 | 15 | 400 | 1812 | 300 | 1580 |
| 3 | 37 | บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 250 | 1.143 | 8 | 350 | 901 | 300 | 841 |
| 4 | 2 | บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 10 | 1.639 | 7 | 250 | 1423 | 300 | 1381 |
| 5 | 2 | บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 91 | 1.516 | 8 | 250 | 1417 | 300 | 1347 |
| 6 | 2 | บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 72 | 1.737 | 8 | 1150 | 1633 | 300 | 1611 |
| 7 | 30 | วัดที่สถานีย่อย | 271 | 1.409 | 15 | 650 | 2405 | 600 | 2184 |
| 8 | 30 | วัดที่สถานีย่อย | 212 | 1.285 | 10 | 600 | 2780 | 650 | 2377 |
| 9 | 30 | บ.อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | 550 | 1.402 | 5 | 350 | 3335 | 400 | 3305 |
| 10 | 35 | วัดที่สถานีย่อย | 51 | 1.389 | 12 | 200 | 1779 | 1150 | 1602 |
| 11 | 35 | วัดที่สถานีย่อย | 92 | 1.395 | 5 | 200 | 1727 | 300 | 1457 |
| 12 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 50 | 1.146 | 18 | 400 | 1785 | 300 | 1545 |
| 13 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 230 | 1.153 | 13 | 400 | 1215 | 350 | 1007 |
| 14 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 51 | 1.283 | 12 | 400 | 1416 | 300 | 1213 |
| 15 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 191 | 1.312 | 19 | 400 | 1871 | 300 | 1646 |

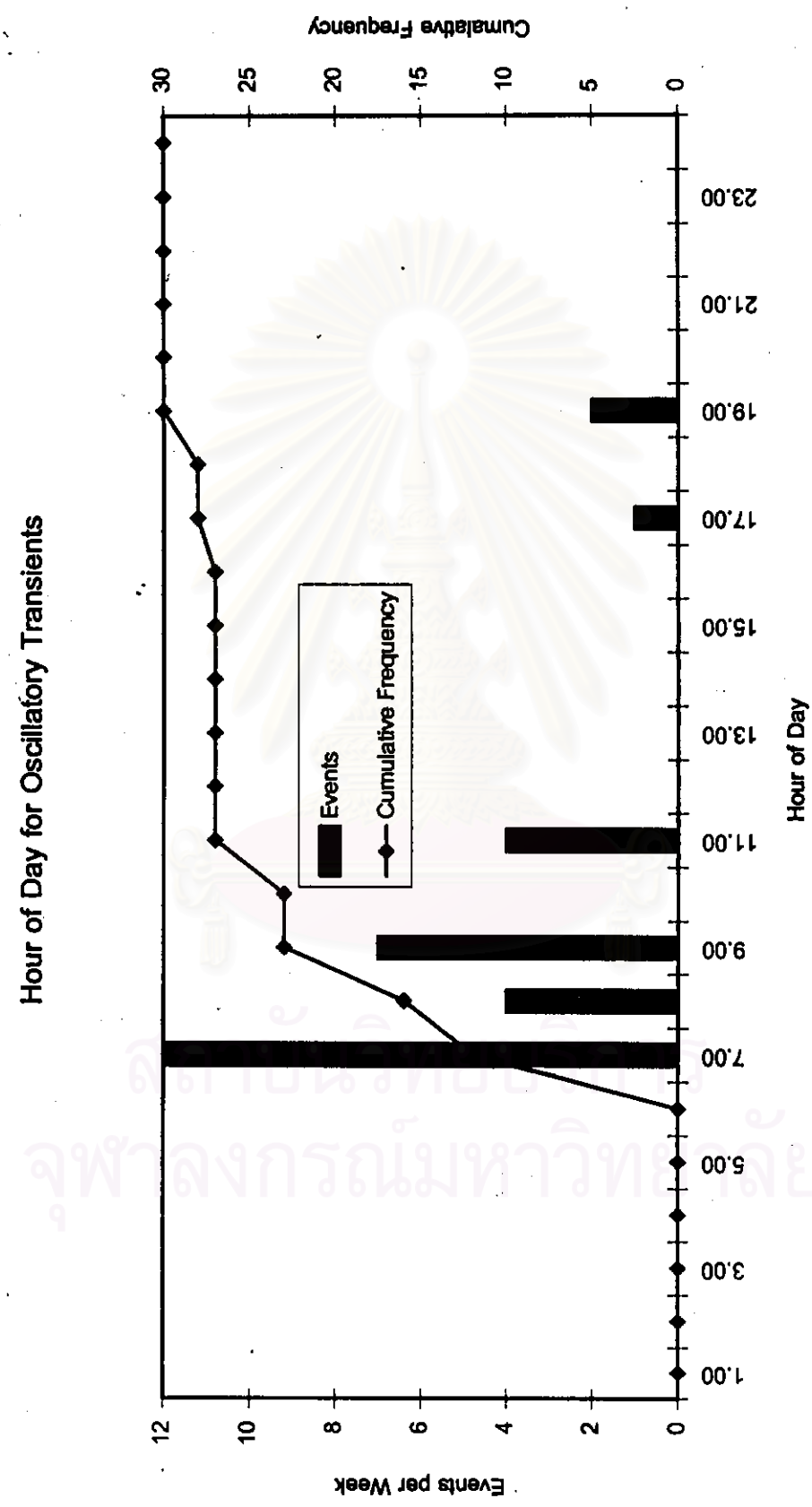
*ตารางที่ 4.4 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่จุดวัดต่างๆ*

| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดตรวจวัด | Event No. | Magnitude (pu.) | Duration (ms) | Principle Frequency | | Second Frequency | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Hz | Mag.(V) | Hz | Mag. (V) |
| 16 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 251 | 1.17 | 20 | 400 | 2130 | 450 | 1798 |
| 17 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 311 | 1.152 | 13 | 400 | 1171 | 450 | 859 |
| 18 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 72 | 1.164 | 16 | 400 | 2031 | 300 | 1572 |
| 19 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 212 | 1.157 | 19 | 400 | 2060 | 450 | 1579 |
| 20 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 30 | 1.142 | 18 | 400 | 1707 | 300 | 1551 |
| 21 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 190 | 1.157 | 13 | 400 | 1227 | 350 | 1044 |
| 22 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 51 | 1.284 | 13 | 400 | 1327 | 300 | 1149 |
| 23 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 171 | 1.314 | 19 | 400 | 1860 | 450 | 1637 |
| 24 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 251 | 1.167 | 19 | 450 | 1993 | 400 | 1935 |
| 25 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 311 | 1.149 | 13 | 400 | 1169 | 450 | 827 |
| 26 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 212 | 1.15 | 16 | 400 | 2065 | 450 | 1536 |
| 27 | 39 | บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 370 | 1.285 | 13 | 550 | 1347 | 250 | 1242 |
| 28 | 39 | บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 530 | 1.295 | 3 | 250 | 1361 | 300 | 1110 |
| 29 | 47 | Das216 | 390 | 1.315 | 5 | 250 | 1260 | 300 | 1094 |
| 30 | 39 | Das217 | 150 | 1.208 | 2 | 250 | 1216 | 300 | 1088 |

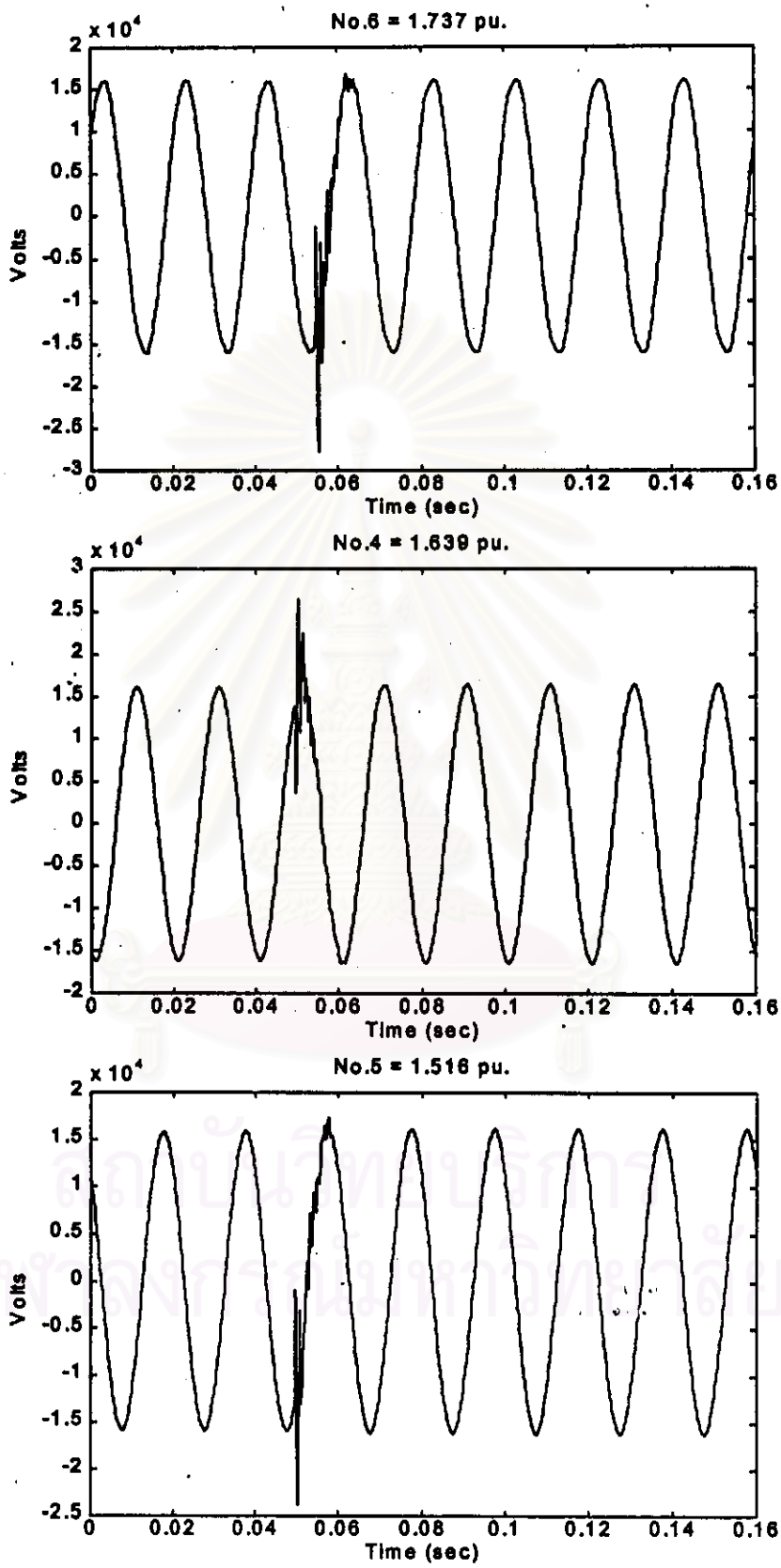
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



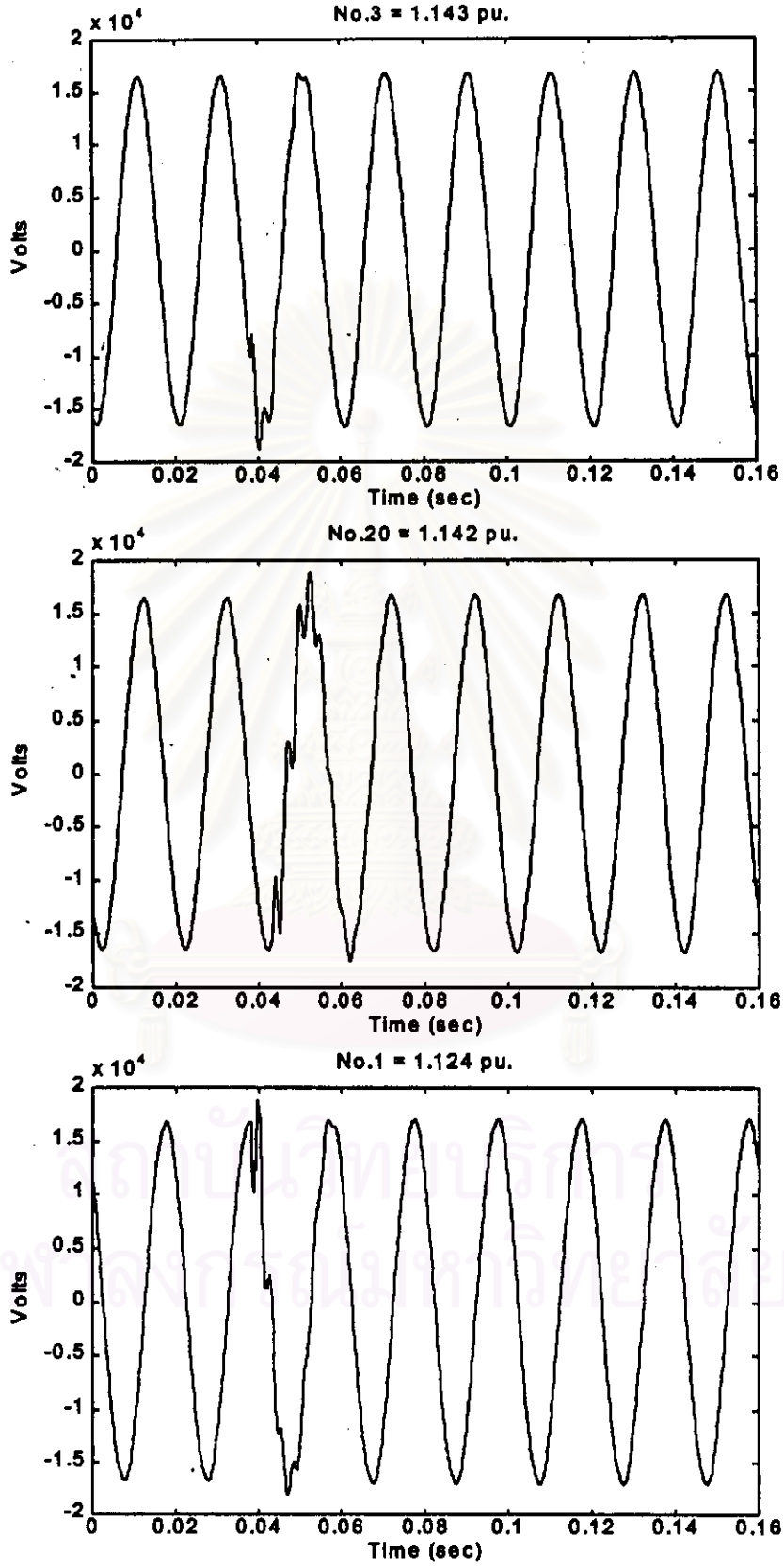

รูปที่ 4.13 ขนาดสูงสุดของการชั่วคราวชั่วขณะที่เกิดแต่ละครั้ง




*รูปที่ 4.14 ช่วงเวลาที่เกิดของการชั่วคราวชนิดแกว่ง*




*รูปที่ 4.15 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่มีขนาดสูงสุด 3 ลำดับ*




*รูปที่ 4.16 ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่งที่มีขนาดต่ำสุด 3 ลำดับ*

## 4.4 การวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว

เนื่องจากว่า โครงการนี้เป็นการวิเคราะห์ผลต่อเนื่องมาจากการวิเคราะห์ฮาร์มอนิก การติดตั้งเครื่องวัดในแต่ละสายป้อนเวลาไม่ตรงกัน ดังนั้นการวิเคราะห์หาการแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว จะพิจารณาผลกระทบที่เกิดในแต่ละจุดวัดแยกออกจากกัน ส่วนสถานีย่อยที่มีการวัดหลายจุดจะใช้ค่าตัวแทนของสถานีย่อยเพียงหนึ่งจุดวัด เพราะการติดตั้งเครื่องวัดที่สถานีย่อยเวลาที่ติดตั้งต่างกันไม่มาก ซึ่งการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้สามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ที่มีตัวแปรสำคัญ 2 ตัว คือ ขนาด และระยะเวลาของการเกิด รวมเข้าด้วยกันได้ เพราะสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแท่ง 3 มิติ และ CBEMA Curve (Computer Business Equipment Manufacturers Association) การวิเคราะห์จะใช้ค่าขนาดแรงดันประสิทธิผล และระยะเวลาของการเกิด ในแต่ละปรากฏการณ์ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีค่าดังตารางที่ 4.5 ส่วนการแสดงผลการวิเคราะห์ได้ใช้หลักการของ EPRI [11]เป็นเกณฑ์ในการอ้างอิง เนื่องจากว่าแนวทางการแสดงผลนี้ได้แยกแยะรายละเอียดของปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าต่างๆ ได้ดี และยังมีรูปแบบในการแสดงผลที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย

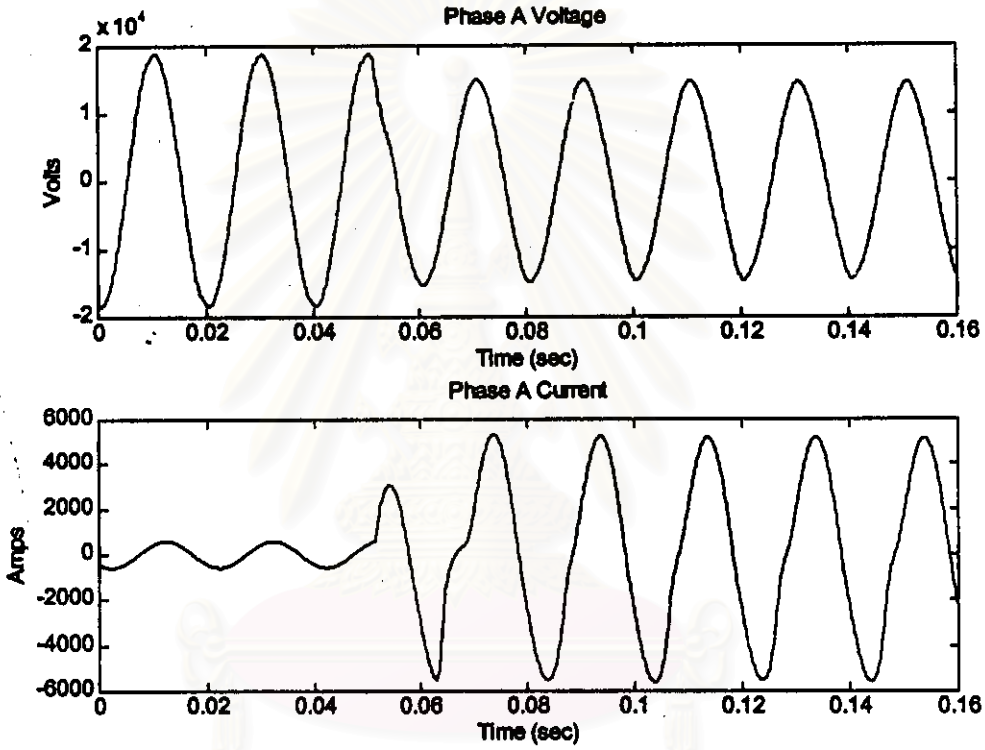
*ตารางที่ 4.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว*

| ปรากฏการณ์ | ขนาด (ต่อหน่วย) | ระยะเวลา |
|---|---|---|
| การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้น | | |
| 1. แรงดันตกชั่วครู่ | 0.1 - 0.9 | 1 c - 1 min |
| 2. แรงดันเกินชั่วครู่ | 1.1 - 1.8 | 1 c - 1 min |
| 3. ไฟฟ้าดับชั่วครู่ | < 0.1 | 1 c - 1 min |
| การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลายาว | | |
| 4. แรงดันตก | < 0.9 | > 1 min |
| 5. แรงดันเกิน | > 1.1 | > 1 min |
| 6. ไฟฟ้าดับถาวร | < 0.1 | > 1 min |

**หมายเหตุ** - c คือ ไซเคิล และ min คือ นาที

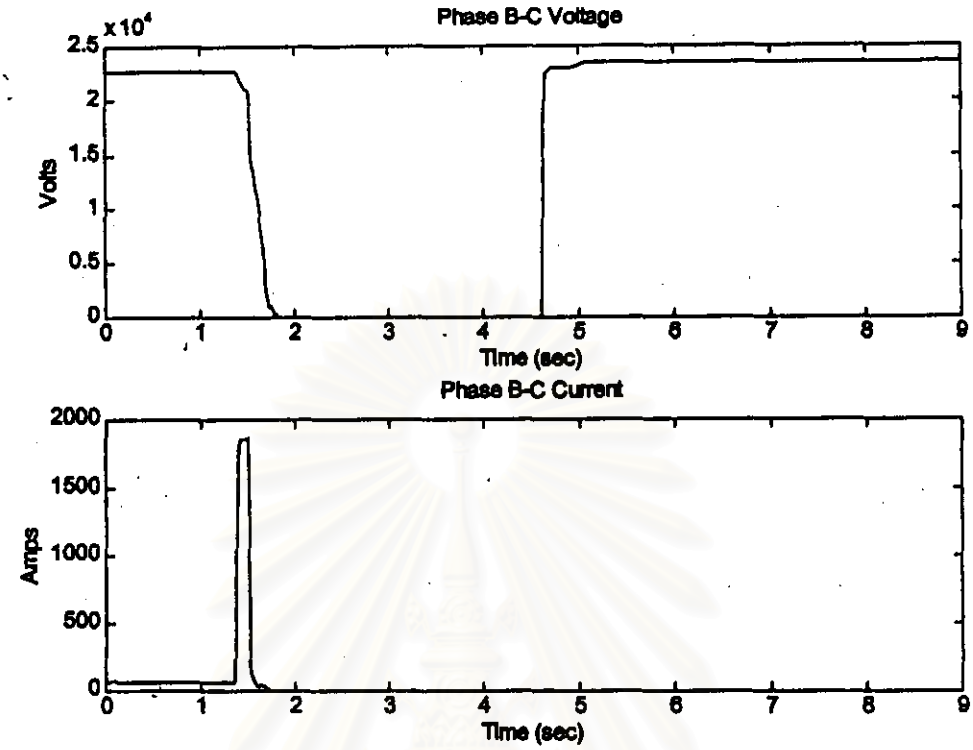
- ระยะเวลาที่เริ่มจาก 1 c เพราะค่าแรงดัน RMS ของเครื่องวัดหาจาก 1 c
- พิกัดแรงดันที่นำมาใช้เป็นแรงดันต่อ 1 หน่วย คือ 12 kV และ 24 kV ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับแรงดันที่ติดตั้งเครื่องวัด

รูปต่อไปนี้เป็นรูปตัวอย่างของแรงดันตกชั่วครู่แสดงได้ดังรูปที่ 4.17 และ ไฟฟ้าดับชั่วครู่ดังรูปที่ 4.18 ที่เกิดขึ้นจริงในระบบจำหน่ายขณะเกิดการลัดวงจร จากรูปที่ 4.18 เห็นได้ว่าแรงดันจะไม่ตกเป็นศูนย์อย่างทันทีทันใดเนื่องมาจากเวลาการทำงานของสวิตช์ตัดตอน (ประมาณ 0.13 วินาที) และ แรงดันกลับสู่ค่าปกติด้วยเวลาประมาณ 3 วินาที นั่นแสดงว่า การไฟฟ้าตั้งเวลาหน่วงไว้ประมาณ 3 วินาที สำหรับกำจัดการลัดวงจรชนิดชั่วคราวออกไป




*รูปที่ 4.17 แรงดันตกชั่วครู่ที่เกิดจากการลัดวงจร*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



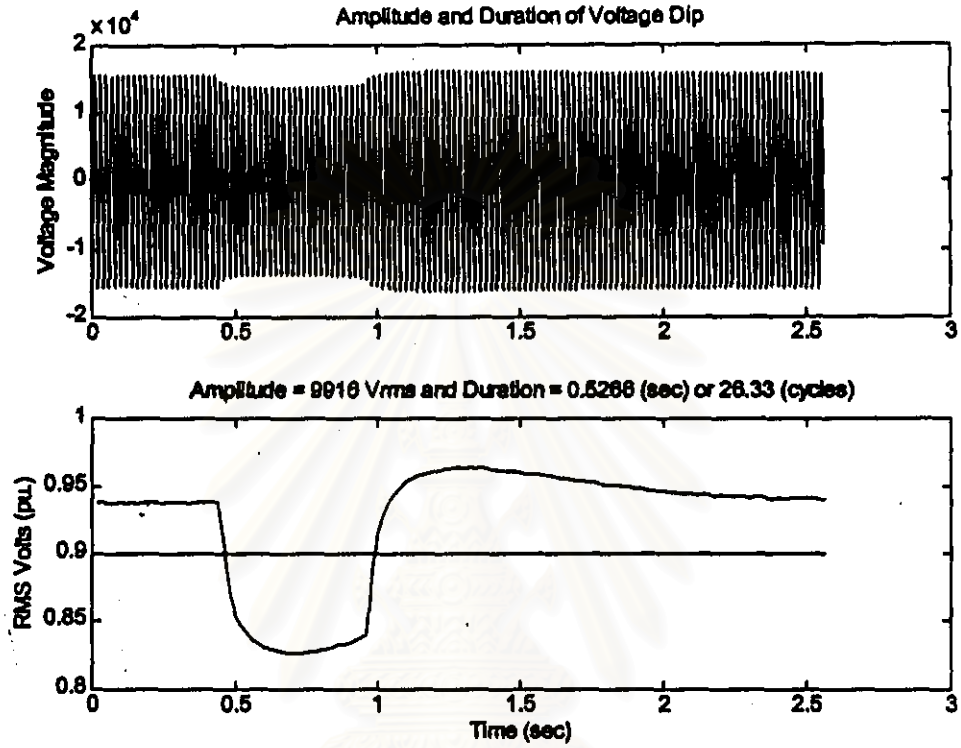

*รูปที่ 4.18 ไฟฟ้าดับชั่วครู่ที่เกิดจากการเปิดวงจรหลังเกิดการลัดวงจร*

จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดเก็บอยู่ในลักษณะของฐานข้อมูล ซึ่งบอกขนาด และช่วงเวลาของการเกิดปรากฏการณ์ โดยอาศัยหลักการจับสัญญาณแรงดันของเครื่องวัดดังรายละเอียดในภาคผนวก ก แต่ค่าช่วงระยะเวลาของการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวยังไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีการหาระยะเวลาและขนาดแรงดันของการเกิดปรากฏการณ์ โดยอาศัยวิธีการหาค่าแรงดันประสิทธิผลจากสูตรที่ 4.1 ซึ่งจะได้ขนาดแรงดันประสิทธิผลกับแกนเวลา ทำให้สามารถหาช่วงระยะเวลาของปรากฏการณ์จากจุดตัดของกราฟที่ค่าแรงดัน 0.9 ต่อหน่วยได้ ดังแสดงตามรูปที่ 4.19

$$Vrms = \sqrt{\sum_{n=1}^{N} \frac{V_n^2}{N}} \qquad (4.1)$$

โดยที่ N คือจำนวนข้อมูลในหนึ่งไซเคิล ที่สุ่มสัญญาณแรงดันเข้ามา

ผลการทดสอบการหาขนาด และช่วงระยะเวลาของการเกิด แสดงได้ดังรูปที่ 4.19 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในระบบ




*รูปที่ 4.19 ขนาดและระยะเวลาของการเกิดปรากฏการณ์แรงดันตกชั่วครู่*

ดังนั้นการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่เกิดขึ้นใน 1 สัปดาห์ ของปรากฏการณ์ทั้งหมด ดังตารางที่ 4.6 เป็นการสรุปผลการวิเคราะห์ และสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยกราฟแท่ง 3 มิติ ที่แสดงจำนวนครั้ง ขนาด และระยะเวลาของการเกิดในแต่ละครั้งของปรากฏการณ์ ได้ดังรูปที่ 4.20 ถึง 4.22 ซึ่งเป็นกราฟสรุปจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นทั้งหมดของสถานีย่อย ผู้ใช้ไฟ และเหตุการณ์ทั้งหมดที่ตรวจวัด ตามลำดับ ส่วนรูปที่ 4.24 ถึง 4.26 เป็นกราฟความถี่สะสมแรงดันตกชั่วครู่ และไฟฟ้าดับของสถานีย่อย ผู้ใช้ไฟ และเหตุการณ์ทั้งหมดที่ตรวจวัด ตามลำดับ สำหรับรูปที่ 4.23 และ 4.27 แสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อจุดวัดต่อสัปดาห์

2. การวิเคราะห์ผลกระทบของปรากฏการณ์ที่เกิดในแต่ละครั้ง ซึ่งใช้กราฟเส้นโค้ง CBEMA เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ เพราะถ้าปรากฏการณ์ใดอยู่ในช่วงเกินขอบเขตของกราฟเส้น

โค้ง จะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้หรือเกิดความเสียหาย ตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่ต่ำกว่ากราฟเส้นโค้ง CBEMA และการแสดงผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังรูปที่ 4.28 ถึง 4.30 เป็นกราฟสรุปจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นทั้งหมดของสถานีย่อย ผู้ใช้ไฟฟ้า และเหตุการณ์ทั้งหมดที่ตรวจวัด ตามลำดับ

นอกจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่แสดงในตารางที่ 4.6 แล้ว พบว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีขนาด และระยะเวลาที่เกิดขึ้นที่สถานีย่อย และผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งสรุปค่าที่เกิดขึ้นทั้งหมดดังตารางที่ 4.7

สำหรับรูปที่ 4.31 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ของภาวะชั่วครู่ และการแปรเปลี่ยนของค่าประสิทธิผล(RMS Variation)ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

**หมายเหตุ** จำนวนครั้งที่เกิดขึ้นของปรากฏการณ์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว พิจารณาดังนี้

1.ที่สถานีย่อย นับจำนวนครั้งที่เกิดปรากฏการณ์ขึ้นตามหลักเกณฑ์ที่สอดคล้องกับตารางที่ 4.5 ซึ่งในแต่ละเฟสไม่ขึ้นอยู่แก่กัน เพราะถือว่าผู้ใช้ไฟฟ้าอาจประสบปัญหาในแต่เฟส แตกต่างกันได้ ส่วนในกรณีที่ติดตั้งเครื่องวัดที่สถานีย่อยมากกว่า 1 เครื่องขึ้นไปในบัสเดียวกัน จะพิจารณาเวลาที่ติดตั้งและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้าเวลาที่ตรวจวัดใกล้เคียงกัน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะนับเพียงจุดวัดเดียว แต่ถ้าเวลาต่างกันมากก็ต้องพิจารณา ณ เวลาที่ต่างกันด้วยว่ามีปรากฏการณ์เกิดขึ้นหรือไม่ ในโครงการนี้พบว่ามี 2 สถานีย่อยที่เวลาในการวัดแตกต่างกันคือที่จุดวัดที่มีลำดับสายป้อนที่ 11 ถึง 13 และจุดวัดที่มีลำดับสายป้อนที่ 19 และ 20 ดังนั้นตารางที่ 4.7 ได้พิจารณาผลอันนี้รวมเข้าไปแล้ว

2.ที่ผู้ใช้ไฟฟ้า นับจำนวนครั้งที่เกิดในแต่ละเฟสแยกออกจากกันเหมือนกับที่สถานีย่อย และถือว่าผู้ใช้ไฟฟ้าแต่ละจุดวัดไม่ขึ้นอยู่แก่กันและกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 1 วัดที่สถานีย่อย | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.บ.เฟริสท์สตีลอินดัสทรี จก. | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.ไทยโซลเวนต์และเคมีภัณฑ์ จก. | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 2 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ. | - | - | - | - | - | - | - |
| บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 3 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.เอเชียสตีลเวิคส์ จก. | - | 3 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.ชนะโลหะการ จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 4 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.DAS 108 | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.วิเชียรเท็กซ์ไทล์อินดัสตรี้ จก. | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 5 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก. | 3 | 1 | - | - | - | - | 3 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| 3.DAS 124 | - | 3 | - | - | - | - | - |
| 4.หจก. ผ้าขนหนูชินเฮง | - | 2 | - | 3 | - | - | 3 |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 6 วัดที่สถานีย่อย | - | 19 | - | - | - | - | - |
| 2.เฮิกซ์ฟามาร์ซูติกัลอินดัสตรีย์ บมจ. | - | 8 | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 7 วัดที่สถานีย่อย | - | 19 | - | - | - | - | - |
| 2.บ. ป.เจริญภัณฑ์ จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 8 วัดที่สถานีย่อย (จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย) | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 9 วัดที่สถานีย่อย (จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย) | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 1.**สายป้อนลำดับที่** 10 วัดที่สถานีย่อย | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 2.DAS 107 | - | 15 | - | - | - | - | 4 |
| 3.บ.สยามสตีลไพพ์อิมปอร์ต-เอ็กซ์ปอร์ต จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 11 วัดที่สถานีย่อย | - | 3 | - | - | - | - | 1 |
| 2.การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย | - | 3 | - | - | - | - | 2 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 12 วัดที่สถานีย่อย | - | 4 | - | - | - | - | 1 |
| 2.ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ. | - | 7 | - | - | - | - | 2 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 13 วัดที่สถานีย่อย | - | 4 | - | - | - | - | 1 |
| 2.บ.ข่าวจด จก. | 3 | 5 | - | - | 2 | - | 6 |
| 3.มติชน บมจ. | 3 | 5 | - | - | 2 | - | 6 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 14 วัดที่สถานีย่อย | - | 4 | - | - | - | - | 1 |
| 2.ธ.ทหารไทย บมจ. | - | 12 | - | - | - | - | 2 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 15 บ.วัชรพล จก. | - | 25 | - | 3 | 3 | - | 7 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 16 บ.วัชรพล จก. | - | 5 | - | 3 | 3 | - | 4 |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 17 วัดที่สถานีย่อย | - | 3 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.เค แอล เอ็ม รอยัลดัช แอร์ไลน์ จก. | - | 4 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling) | - | 4 | - | - | - | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 18** บ. เอ เอ็ม ดี (ไทยแลนด์) จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 19** วัดที่สถานีย่อย | - | 2 | - | - | - | - | 1 |
| 2.บ.แมนดารินโคสชิ่ง จก. (Thai Garment) | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 3.ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | - | 5 | - | - | - | - | 2 |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 20** วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | - | 2 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 21** วัดที่สถานีย่อย | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | - | 1 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 22** วัดที่สถานีย่อย | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | - | 1 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่ 23** วัดที่สถานีย่อย | - | 8 | - | - | - | - | 1 |
| 2.บ.ไทยยูเนียนสตีล จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| 3.บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | - | 9 | - | - | - | - | 1 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 24 วัดที่สถานีย่อย (จ่ายตรงให้บ.สยามอ๊อกซิเดนทอลอิเลคโตรเคมิคอล จก.) | - | 2 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 25 วัดที่สถานีย่อย (จ่ายตรงให้บ.สยามอ๊อกซิเดนทอลอิเลคโตรเคมิคอล จก.) | - | 2 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 26 วัดที่สถานีย่อย | - | 2 | - | - | - | - | - |
| 2.ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | - | 6 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | - | 5 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 27 วัดที่สถานีย่อย | - | 15 | - | - | - | - | 6 |
| 2.บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 3 | 12 | - | 3 | - | - | 10 |
| 3.บ.ไทยแอโรว์ จก. | 3 | 13 | - | - | - | - | 9 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 28 วัดที่สถานีย่อย | - | 12 | - | - | - | - | 5 |
| 2.บ.นิตโตเซโก (ประเทศไทย) จก. | - | 13 | - | - | - | - | 4 |
| 3.จีเอฟพีที บมจ. | - | 13 | - | - | - | - | 7 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 29 วัดที่สถานีย่อย | - | 16 | - | - | - | - | 3 |
| 2.บ.เพียวเคมี จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 3.บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | - | 17 | - | 3 | - | - | 4 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 30 วัดที่สถานีย่อย | - | 17 | - | - | - | - | 3 |
| 2.อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | - | 20 | - | 3 | - | - | 9 |
| 3.บ.ชัมมิท อีเล็คโทรนิคคอมโพเน้นท์ จก. | - | 11 | - | 3 | - | - | 7 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 31 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 32 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 33 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 34 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| 2.บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.สยามกลการและนิสสัน จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 35 วัดที่สถานีย่อย | - | 19 | - | - | - | - | 9 |
| 2.บ.พรีเมียรโฟรเซ่นโปรดักส์ จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 3.บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 3 | 10 | - | - | - | - | 9 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 36 วัดที่สถานีย่อย | - | 4 | - | - | - | - | 1 |
| 2.บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก. | - | 5 | - | - | - | - | 1 |
| 3.บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก. | - | 6 | - | - | - | - | 1 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 37 วัดที่สถานีย่อย | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | - | 1 | - | 3 | - | - | 3 |
| 3.บ.สุนทรเมตัลอินดัสทรีส์ จก. | - | - | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 38 วัดที่สถานีย่อย | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | - | 1 | - | - | - | - | - |
| 3.บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | - | 1 | - | - | - | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

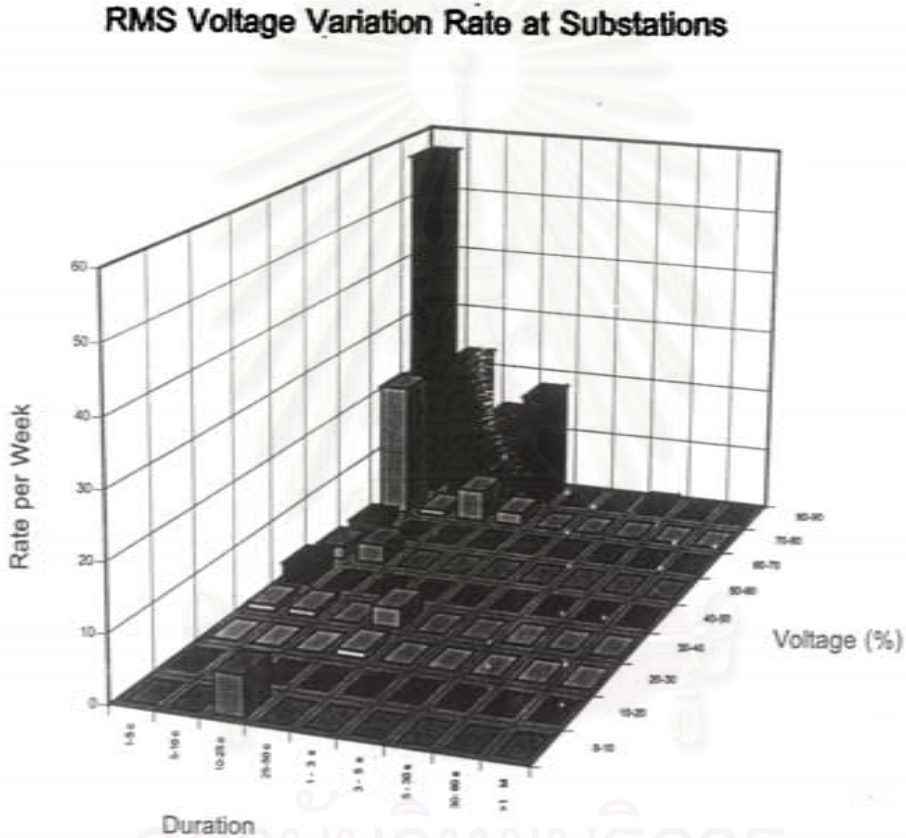
| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of CBEMA Curve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 39 วัดที่สถานีย่อย | 3 | 10 | - | - | - | - | 3 |
| 2.บ.พันธ์ทิพย์ จก. | - | 13 | - | - | - | - | 7 |
| 3.DAS 217 | 3 | 8 | - | - | - | - | 4 |
| 4.อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 3 | 7 | - | - | - | - | 4 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 40 วัดที่สถานีย่อย | 3 | 3 | - | - | - | - | 3 |
| 2.โรงพยาบาลเดชา | 3 | 4 | - | - | - | - | 3 |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 41 วัดที่สถานีย่อย | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 2.บ.เจ้าพระยาห้องเย็น จก. | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 3.บ.ห้องเย็นสากล จก. | - | - | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 42 ไทยวาโก้ บมจ. | - | 11 | - | - | - | - | - |
| **1.สายป้อนลำดับที่** 43 บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก. | - | 3 | - | - | - | - | - |
| 2.บ.พระนครห้องเย็น จก.-BL12 | - | 2 | - | - | - | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*ตารางที่ 4. 6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว ที่จุดวัดต่างๆ (จำนวนครั้งที่เกิด)*

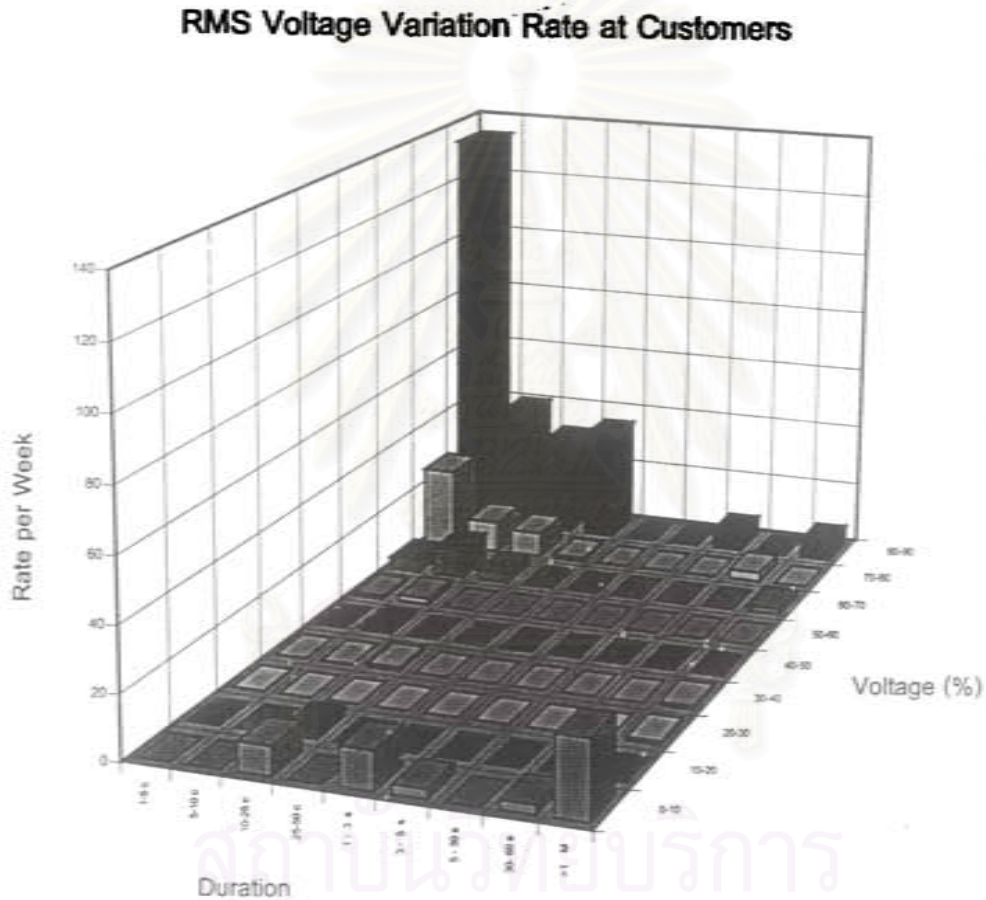
| จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Short Duration Variations | | | Long Duration Variations | | | Outer Limit of |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Short Interruption | Dip | Short Overvoltage | Long Interruption | Undervoltage | Overvoltage | CBEMA Curve |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 44 วัดที่สถานีย่อย | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 45 วัดที่สถานีย่อย | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 46 วัดที่สถานีย่อย | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.สายป้อนลำดับที่ 47 วัดที่สถานีย่อย | - | 10 | - | - | - | - | 1 |
| 2.DAS 216 | - | 9 | - | - | - | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



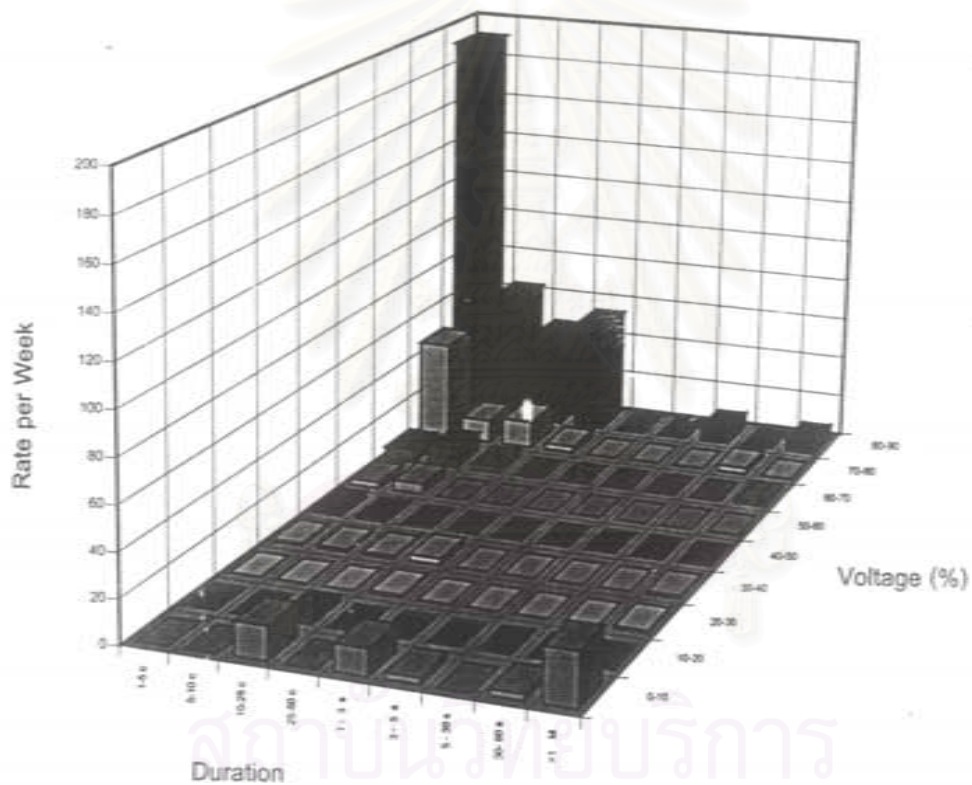

*รูปที่ 4.20 RMS Voltage Variation Rate ของสถานีย่อย 27 จุดวัด*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



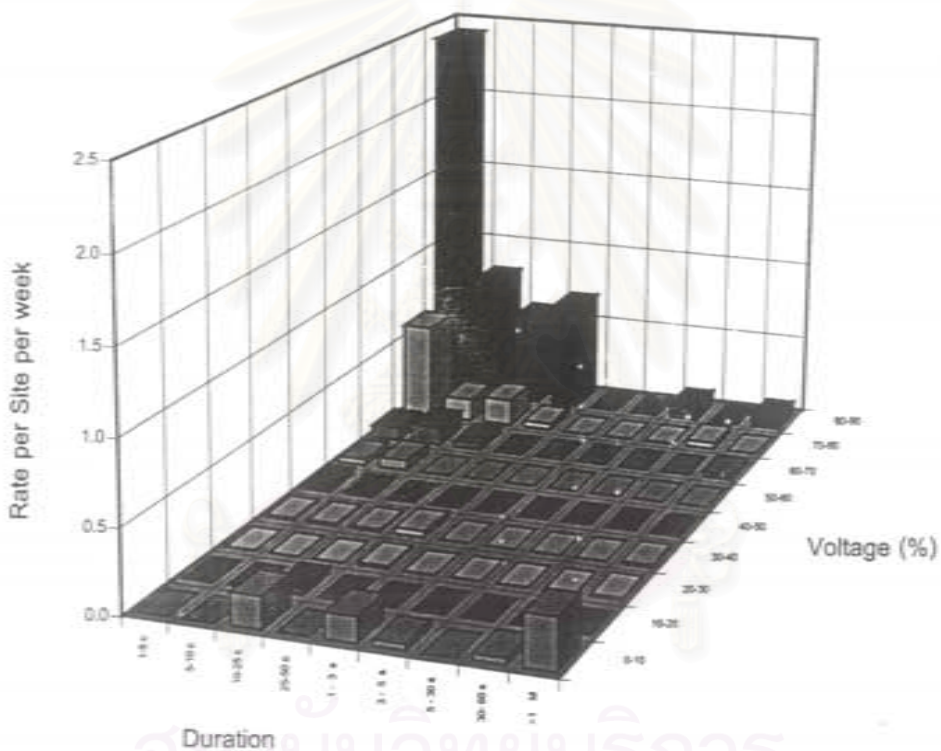

*รูปที่ 4.21 RMS Voltage Variation Rate ของผู้ใช้ไฟฟ้า 52 จุดวัด*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



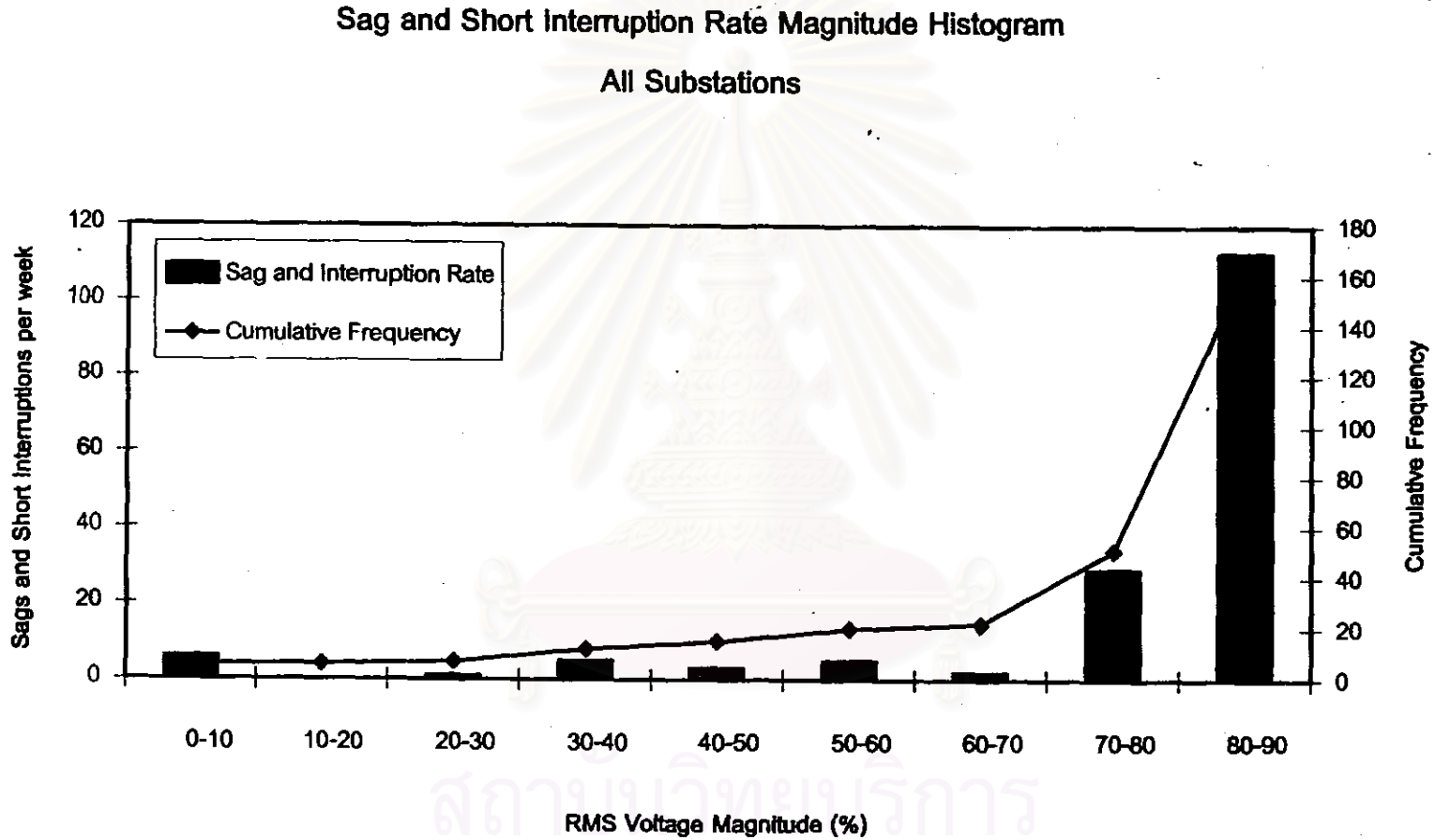

*รูปที่ 4.22 RMS Voltage Variation Rate ของจุดวัดทั้งหมด 79 จุดวัด*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



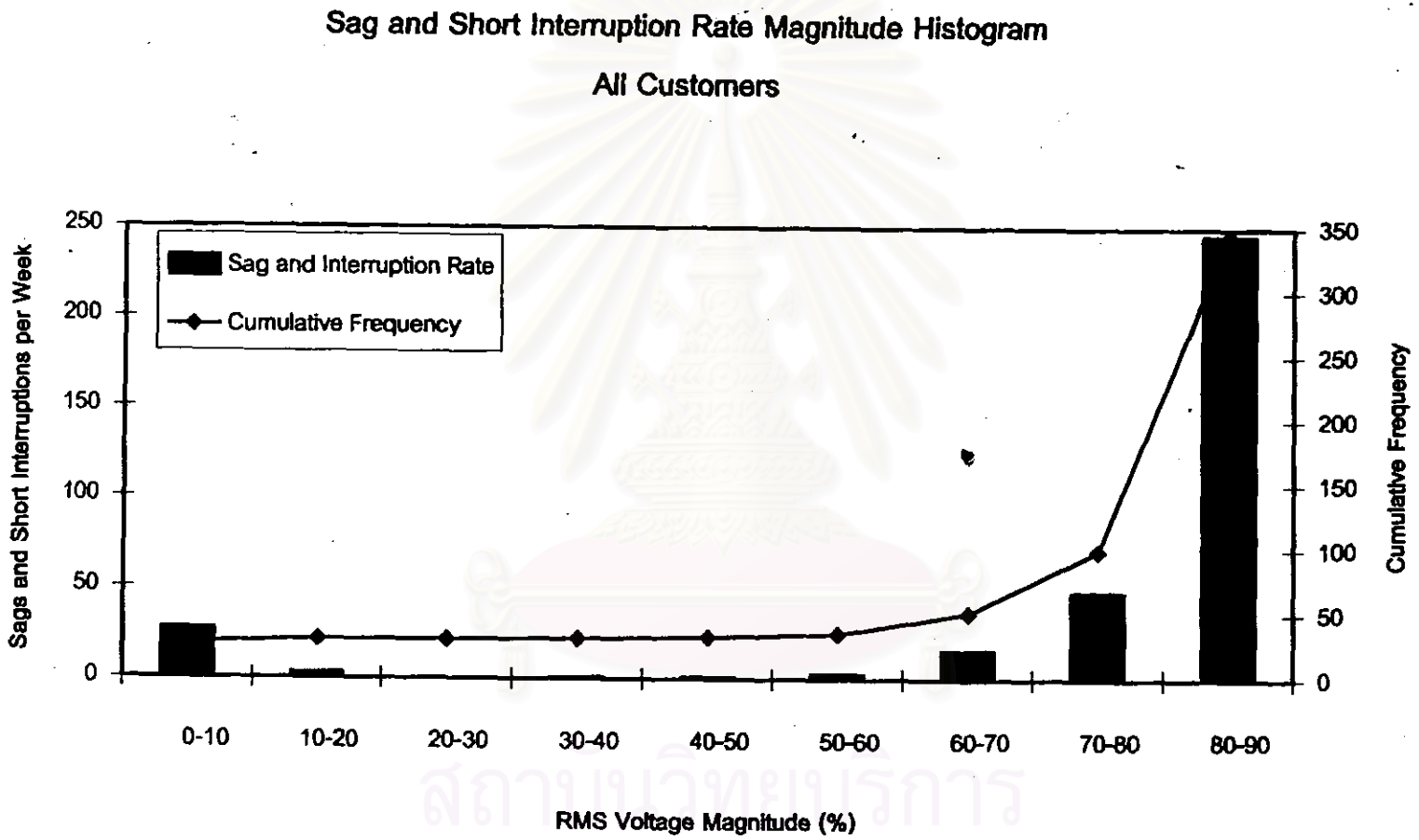

*รูปที่ 4.23 RMS Voltage Variation Rate ต่อจุดวัดต่อสัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



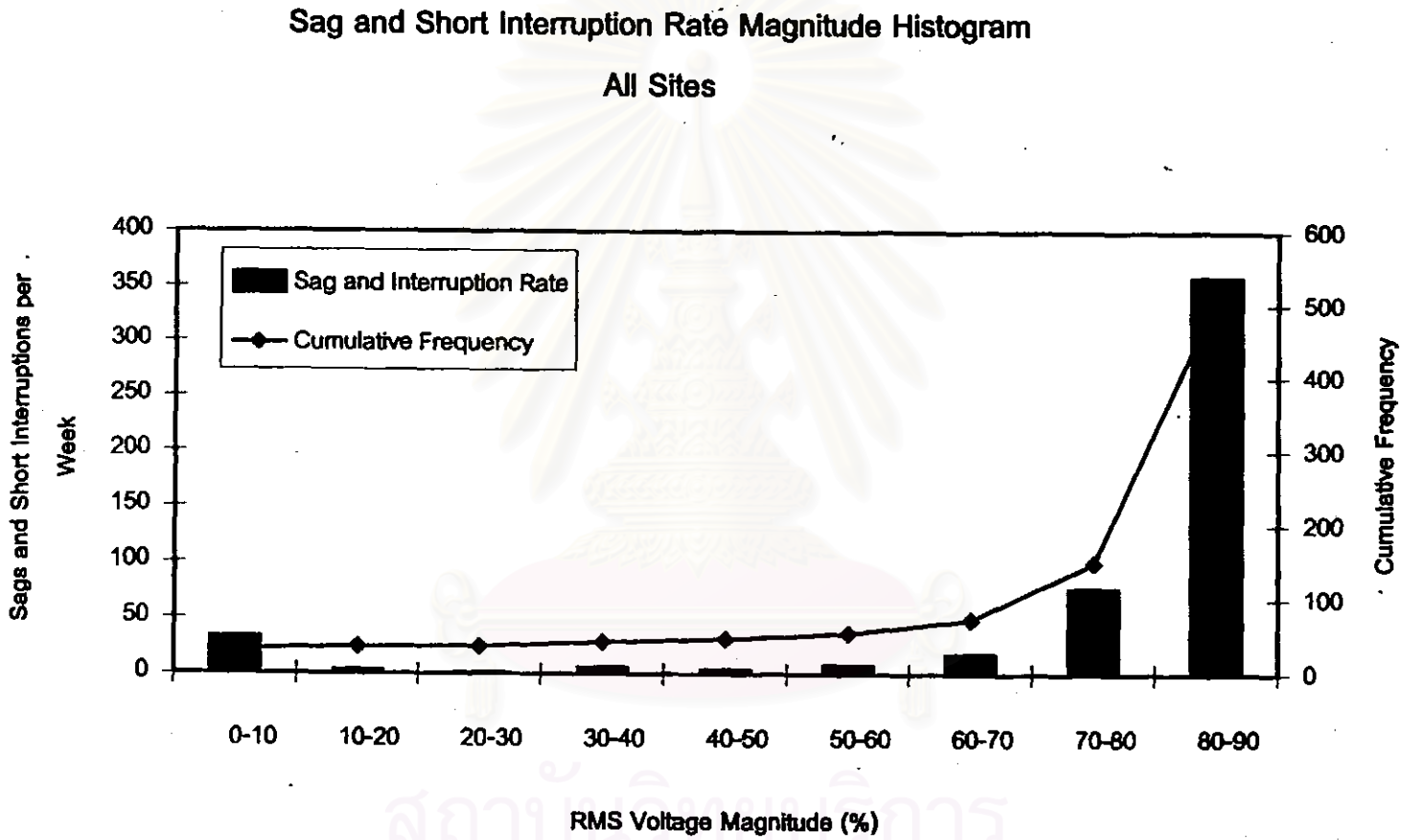

*รูปที่ 4.24 Sag and Interruption Rate Magnitude Histogram ของสถานีย่อย 27 จุดวัด*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

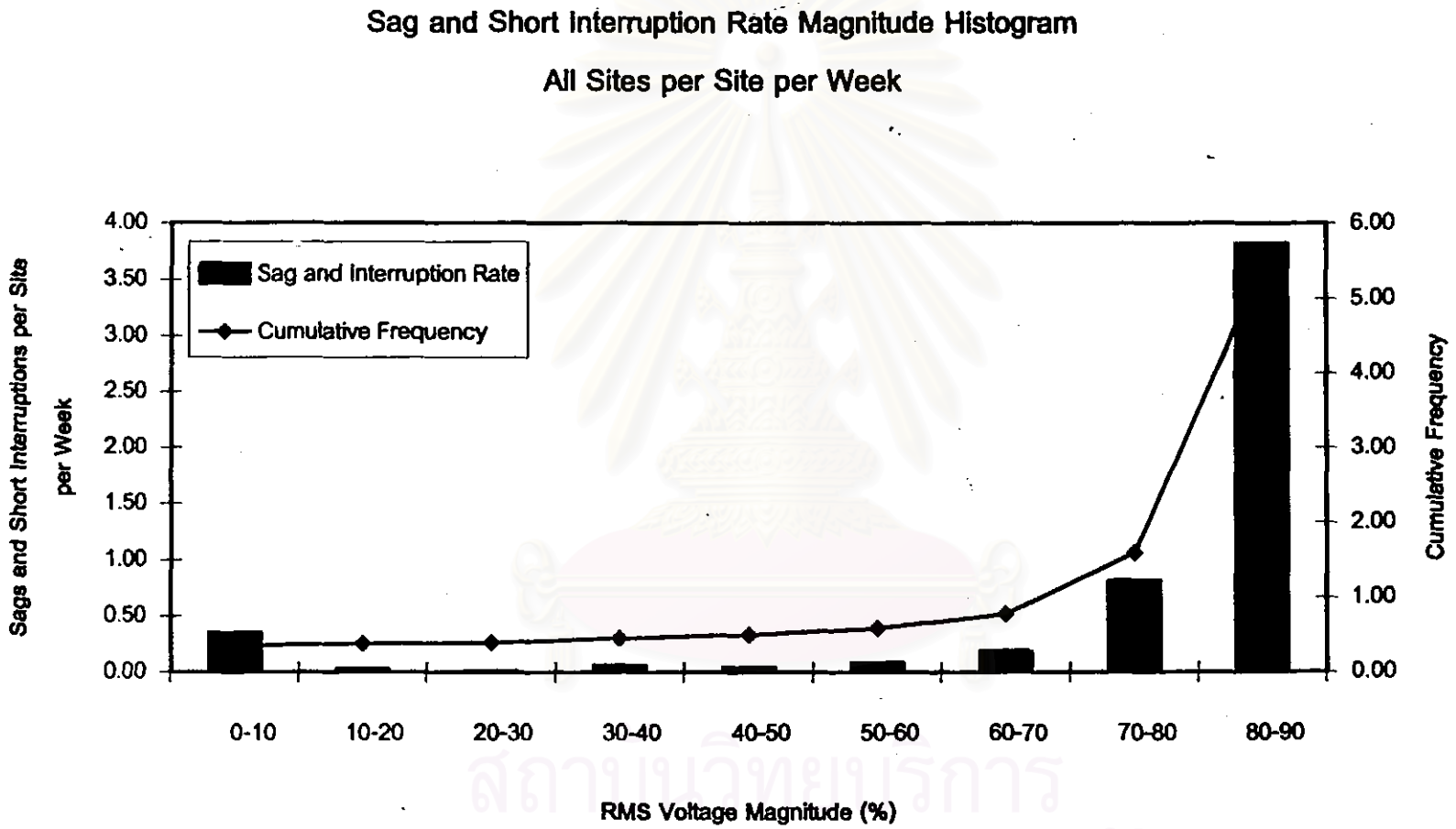



*รูปที่ 4.25 Sag and Interruption Rate Magnitude Histogram ของผู้ใช้ไฟฟ้า 52 จุดวัด*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.26 Sag and Interruption Rate Magnitude Histogram ของจุดวัดทั้งหมด 79 จุดวัด*



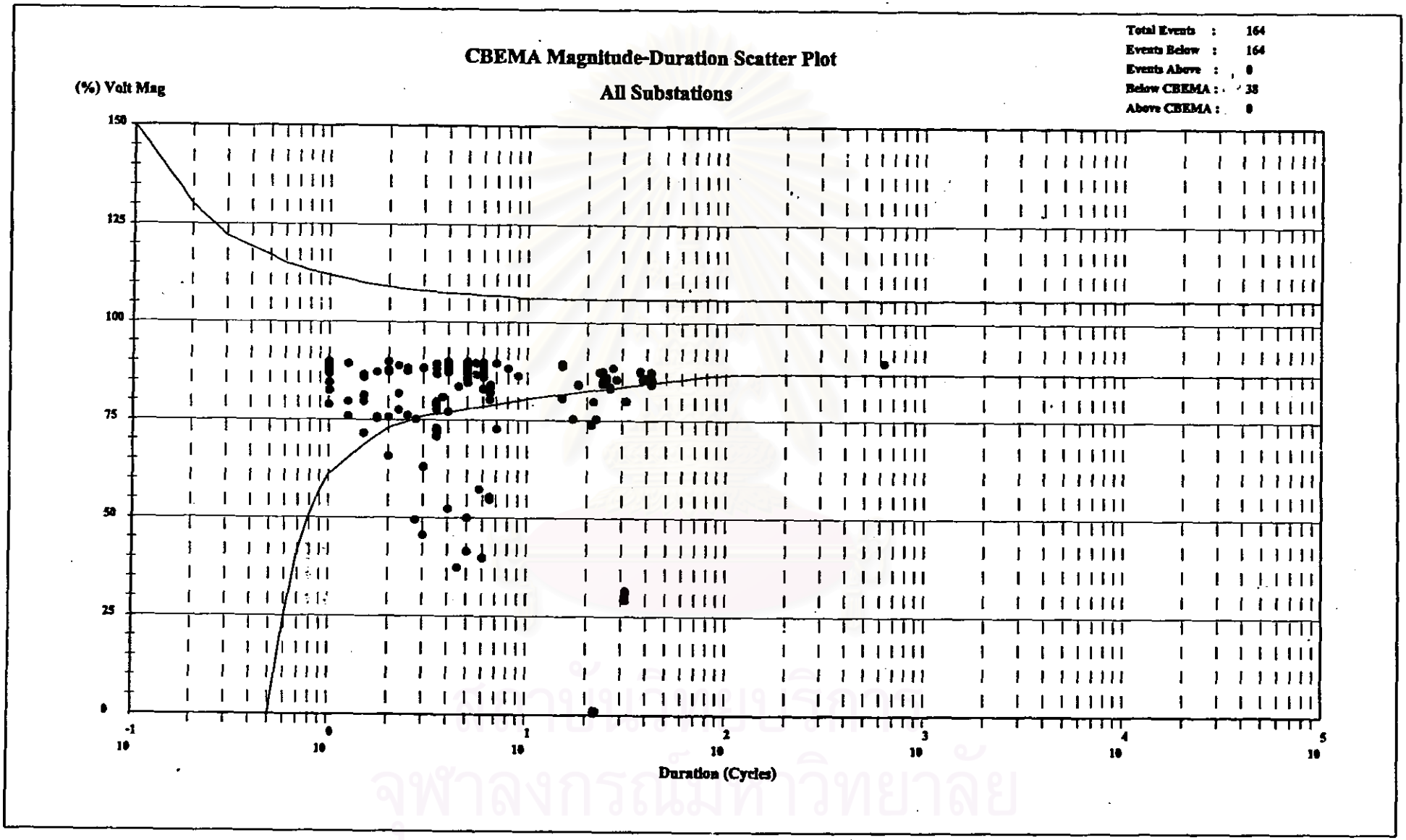

*รูปที่ 4.27 Sag and Interruption Rate Magnitude Histogram ต่อจุดวัดต่อสัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

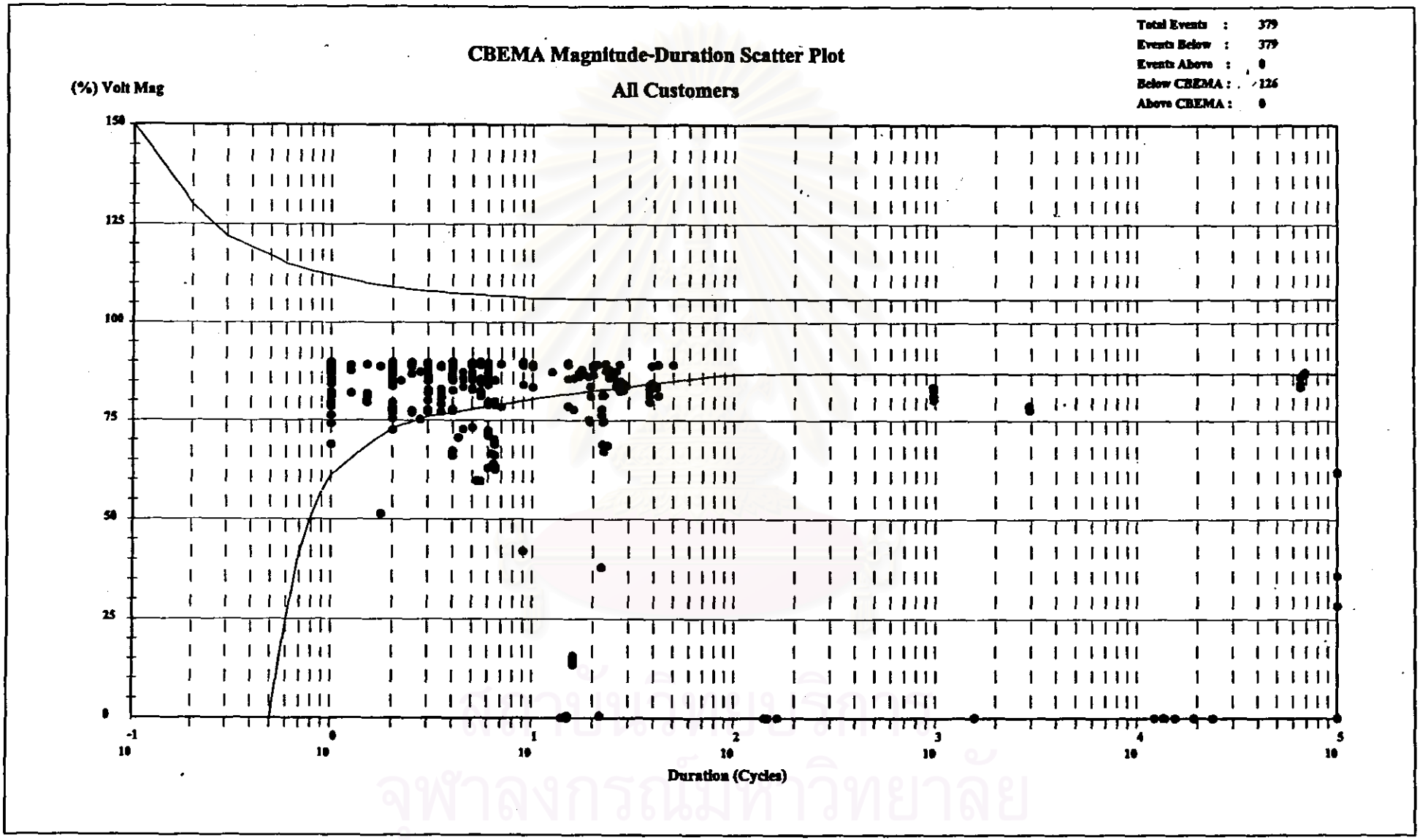
*ตารางที่ 4.7 สรุปค่าที่เกิดขึ้นที่สถานีย่อย และผู้ใช้ไฟฟ้า*

| ปรากฏการณ์ | สถานีย่อย | | | ผู้ใช้ไฟฟ้า | | | รวม | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้ง | ขนาด (ต่อหน่วย) | ระยะเวลา | ครั้ง | ขนาด (ต่อหน่วย) | ระยะเวลา | ครั้ง | ขนาด (ต่อหน่วย) | ระยะเวลา |
| 1.การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้น | | | | | | | | | |
| 1.1 แรงดันตกชั่วครู่ | 158 | 0.8-0.9 | 1 - 10 c | 318 | 0.8-0.9 | 1 - 10 c | 476 | 0.8-0.9 | 1 - 10 c |
| 1.2 แรงดันเกินชั่วครู่ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1.3 ไฟฟ้าดับชั่วครู่ | 6 | < 0.1 | 10 - 25c | 27 | < 0.1 | 1 - 3 s | 33 | < 0.1 | 10 - 25c |
| 2. การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลายาว | | | | | | | | | |
| 2.1 แรงดันตก | - | - | - | 10 | 0.8-0.9 | 20-55 min | 10 | 0.8-0.9 | 20-55 min |
| 2.2 แรงดันเกิน | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.3 ไฟฟ้าดับถาวร | - | <0.1 | - | 24 | < 0.1 | > 4 min | 24 | < 0.1 | > 4 min |
| 3. Outer Limit of CBEMA Curve | 38 | - | - | 126 | - | - | 164 | - | - |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

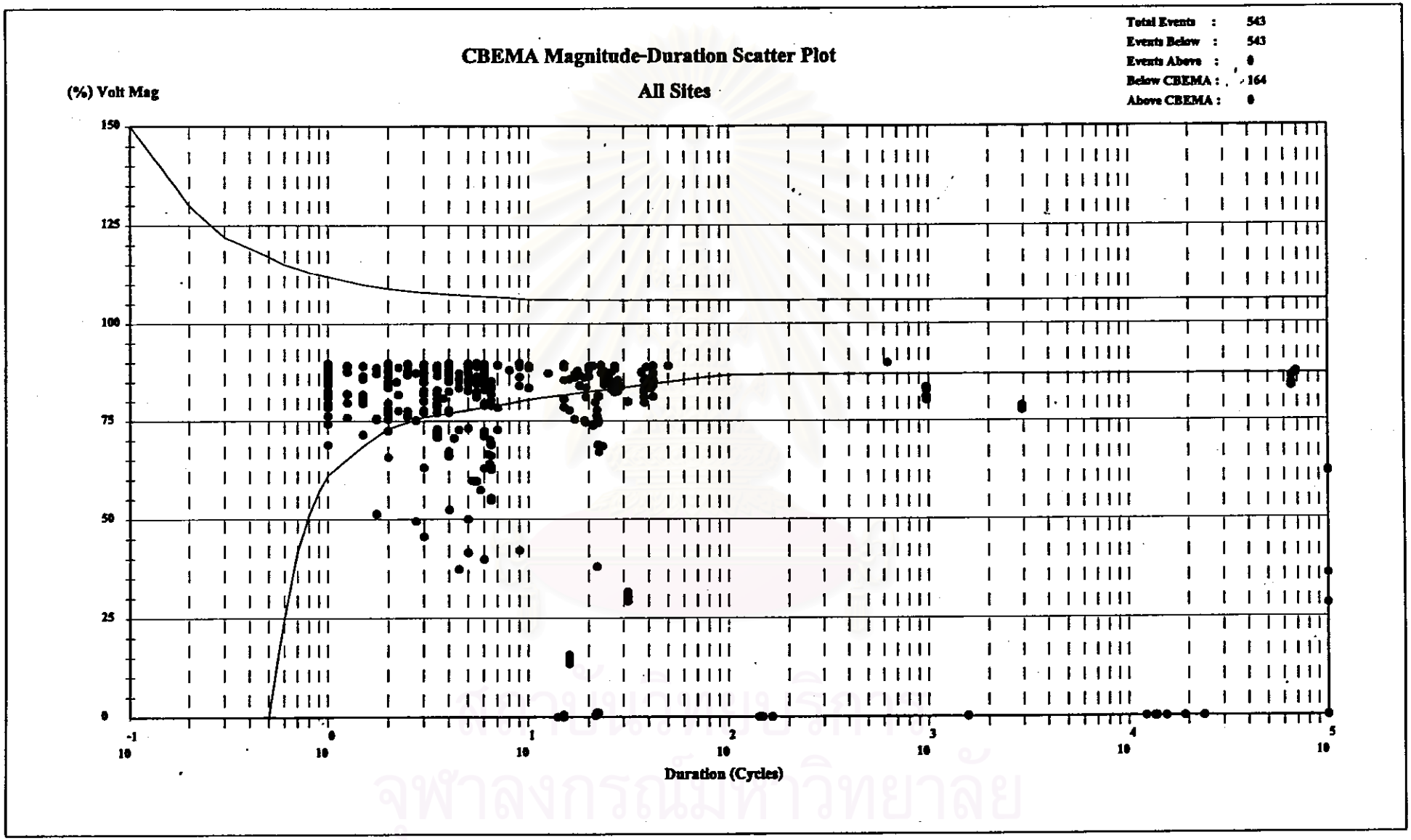



*รูปที่ 4.28 CBEMA Curve ของสถานีย่อย 27 จุดวัด*




*รูปที่ 4.29 CBEMA Curve ของผู้ใช้ไฟฟ้า 52 จุดวัด*

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.30 CBEMA Curve ของจุดวัดทั้งหมด 79 จุดวัด*

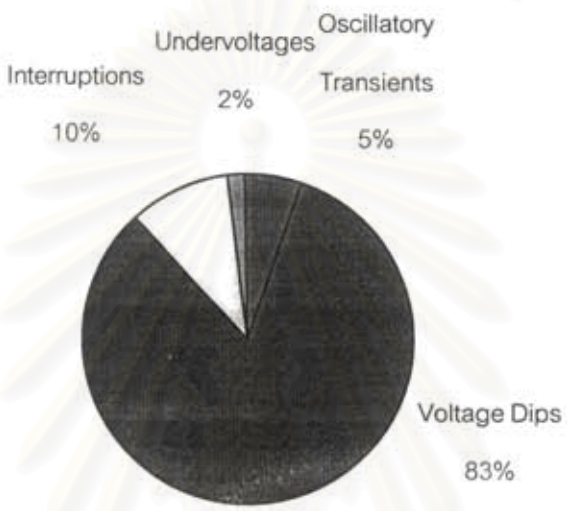
จากผลการวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนช่วงระยะเวลาสั้นและยาว พบว่าแรงดันตกชั่วครู่ที่เกิดขึ้นมีขนาดอยู่ในช่วง 0.8-0.9 ต่อหน่วย และเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ 1 -10 ไซเคิล ซึ่งขนาดและเวลาที่เกิดขึ้นที่ระดับนี้อาจจะเป็นผลมาจากการสัดวงจรชนิดชั่วคราว โดยที่อุปกรณ์ตัดตอนของการไฟฟ้ายังไม่ทำงาน ซึ่งอาจจะเป็นผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทคอมพิวเตอร์ได้ สำหรับแรงดันตกที่เกิดในช่วงระยะเวลานานกว่า และขนาดอยู่ในช่วง 0.8-0.9 ต่อหน่วย อาจเกิดมาจากการเริ่มเดินเครื่องภาระไฟฟ้าขนาดใหญ่

ส่วนไฟฟ้าดับชั่วครู่สังเกตจากรูปกราฟแท่ง 3 มิติ จะพบว่าส่วนใหญ่เกิดในช่วงเวลา 2 ขนาดด้วยกันคือที่ 10-25 ไซเคิล และที่ 1-3 วินาที ทั้ง 2 ส่วนนี้อาจจะวิเคราะห์ได้ว่าที่ 10-25 ไซเคิล นั้นเป็นเหตุการณ์ที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ตัดตอนของการไฟฟ้าเพราะค่ากระแสลดลงเป็นศูนย์ ซึ่งอาจเกิดการสัดวงจรบนระบบสายส่ง ส่วนที่เวลา 1-3 วินาที เป็นเหตุการณ์ที่เกิดการสัดวงจรบนระบบจำหน่ายที่เกิดบนสายป้อนเดียวกันหรือที่ต่อขนานกันเป็นเวลาน้อยกว่า 3 วินาที ดังนั้นเวลาที่เกิดในช่วงเวลา 3 วินาที นี้เป็นผลมาจากการทำงานของอุปกรณ์ตัดตอนที่สถานีย่อยที่หน่วงเวลาสำหรับกำจัดการสัดวงจรชนิดชั่วคราวออกไปจากระบบนั่นเอง

สำหรับไฟฟ้าดับถาวรพบว่าเกิดในช่วงเวลามากกว่า 4 นาที สำหรับกรณีที่เกิด Long Interruption นานกว่านี้เครื่องวัดไม่สามารถบันทึกได้เพราะเครื่องวัดมีพลังงานสำรองได้แค่ประมาณ 5 นาที จึงไม่ได้นำมาพิจารณา

ส่วนแรงดันตกที่เกิดขึ้นนั้นจากการวิเคราะห์พบว่าเกิดใน 2 กรณีคือเกิดในช่วงเวลาประมาณ 17.00 น.เป็นเวลาประมาณ 20 นาที และที่พบอีกกรณีหนึ่งคือ เกิดร่วมกับการสัดวงจรซึ่งเกิดหลังจากเกิดการสัดวงจรไปแล้วใช้เวลาประมาณ 1 ชม.กว่าที่การไฟฟ้าจะนำแรงดันกลับสู่ปกติ ในช่วงเวลานี้เองค่ากระแสน้อยมาก ซึ่งไม่ทราบสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์นี้เพราะไม่มีข้อมูลจากการไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.31 แผนภูมิวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์ของภาวะชั่วครู่ และการแปรเปลี่ยนของค่าประสิทธิผล*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.5 การวิเคราะห์แรงดันไม่สมดุล

การวิเคราะห์แรงดันไม่สมดุลหาค่าโดยประมาณได้จาก ค่าเบี่ยงเบนมากที่สุดของค่าเฉลี่ยของแรงดันหารด้วยค่าเฉลี่ยของแรงดันทั้งสามเฟส โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อช่วงเวลาที่สนใจตามสมการ

Voltage unbalance = 100 x (max deviation from average voltage)/average voltage (4.2)

ตัวอย่างการวิเคราะห์แสดงได้ดังรูปที่ 4.32 แต่ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังที่ทำการตรวจวัดข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ระบบซึ่งแต่ละระบบมีหลักการคำนวณดังนี้

1. ที่บัสของผู้ใช้ไฟฟ้าหรือจุด PCC แรงดันที่ตรวจวัดเป็นค่าแรงดันสาย ($V_{Line}$)

$$LVUR = \frac{\text{maximum voltage deviation from average line voltage magnitude}}{\text{average line voltage magnitude}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Max}\left[\left(V_{ab} - V_{Lav}\right), \left(V_{bc} - V_{Lav}\right), \left(V_{ca} - V_{Lav}\right)\right]}{V_{Lav}} \times 100\% \qquad (4.3)$$

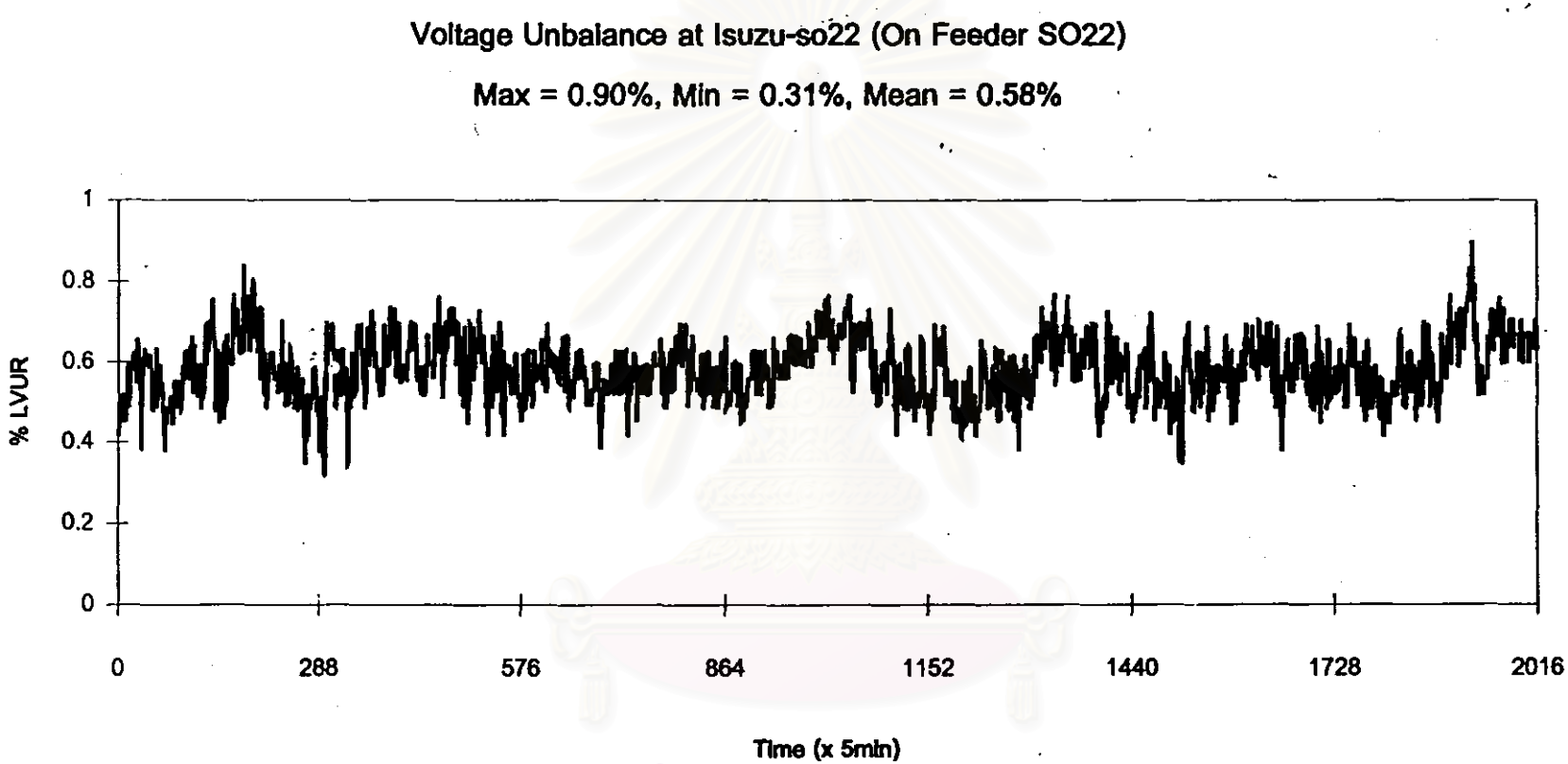
โดยที่ $V_{Lav} = \frac{V_{ab} + V_{bc} + V_{ca}}{3}$

2. ที่บัสของสถานีไฟฟ้าย่อย แรงดันที่ตรวจวัดเป็นค่าแรงดันเฟส($V_{Phase}$)

$$PVUR = \frac{\text{maximum voltage deviation from average phase voltage magnitude}}{\text{average phase voltage magnitude}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Max}\left[\left(V_a - V_{Pav}\right), \left(V_b - V_{Pav}\right), \left(V_c - V_{Pav}\right)\right]}{V_{Pav}} \times 100\% \qquad (4.4)$$

โดยที่ $V_{Pav} = \frac{V_a + V_b + V_c}{3}$




*รูปที่ 4.32 ตัวอย่างแรงดันไม่สมดุลของจุดวัดจุดหนึ่งในช่วงเวลา 1 สัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

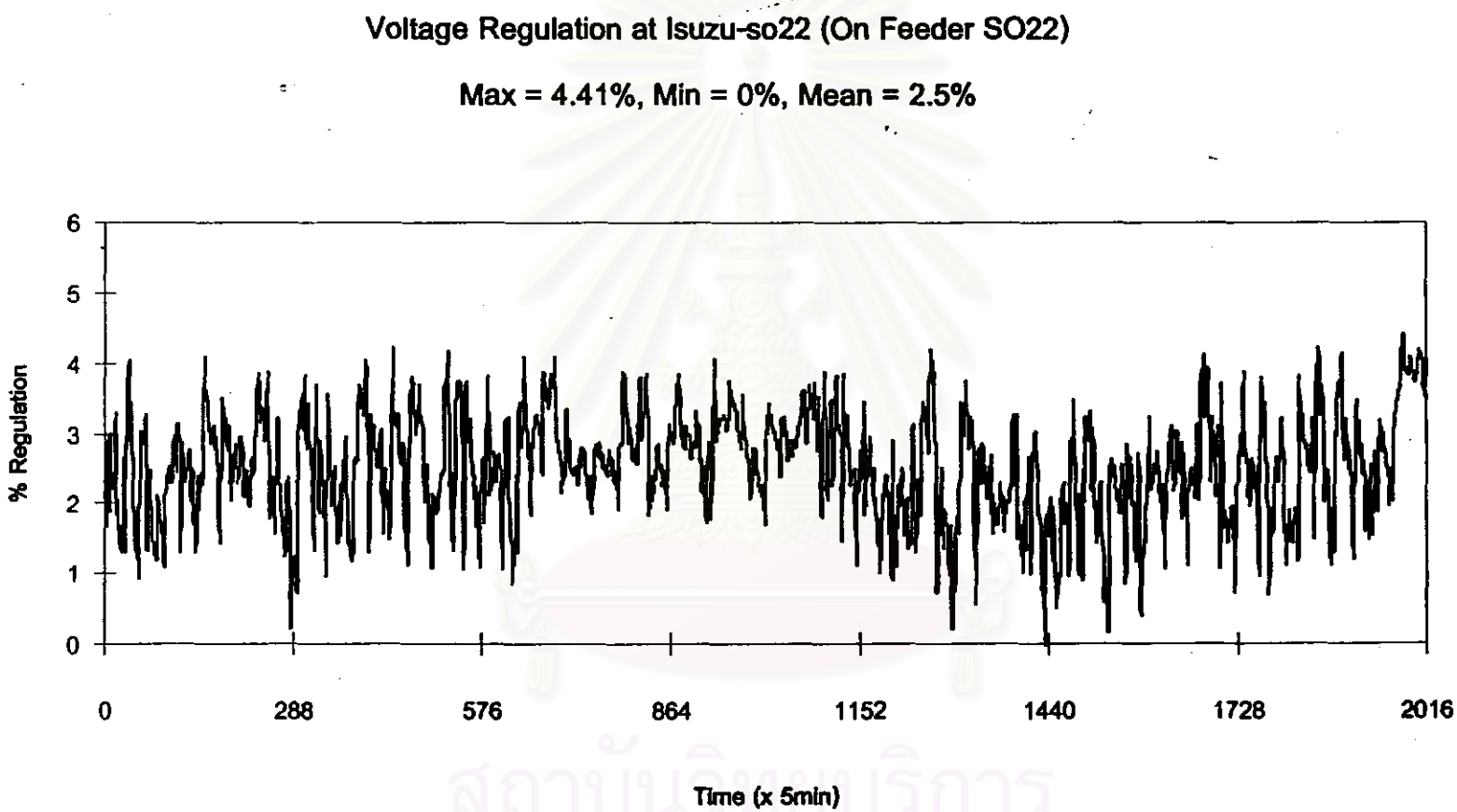
## 4.6 การวิเคราะห์การควบคุมค่าแรงดัน

การวิเคราะห์การควบคุมค่าแรงดัน สามารถได้จากสมการ

$$\text{Voltage regulation} = \left(\frac{V_{\text{No load}} - V_{\text{Full load}}}{V_{\text{No Load}}}\right) \times 100\ \% \qquad (4.5)$$

โดยจะแสดงค่าเป็นค่าเปอร์เซ็นต์กับช่วงเวลาที่สนใจ ตัวอย่างแสดงได้ดังรูปที่ 4.33

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.33 ตัวอย่างการคุมค่าแรงดันของจุดวัดจุดหนึ่งในช่วงเวลา 1 สัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

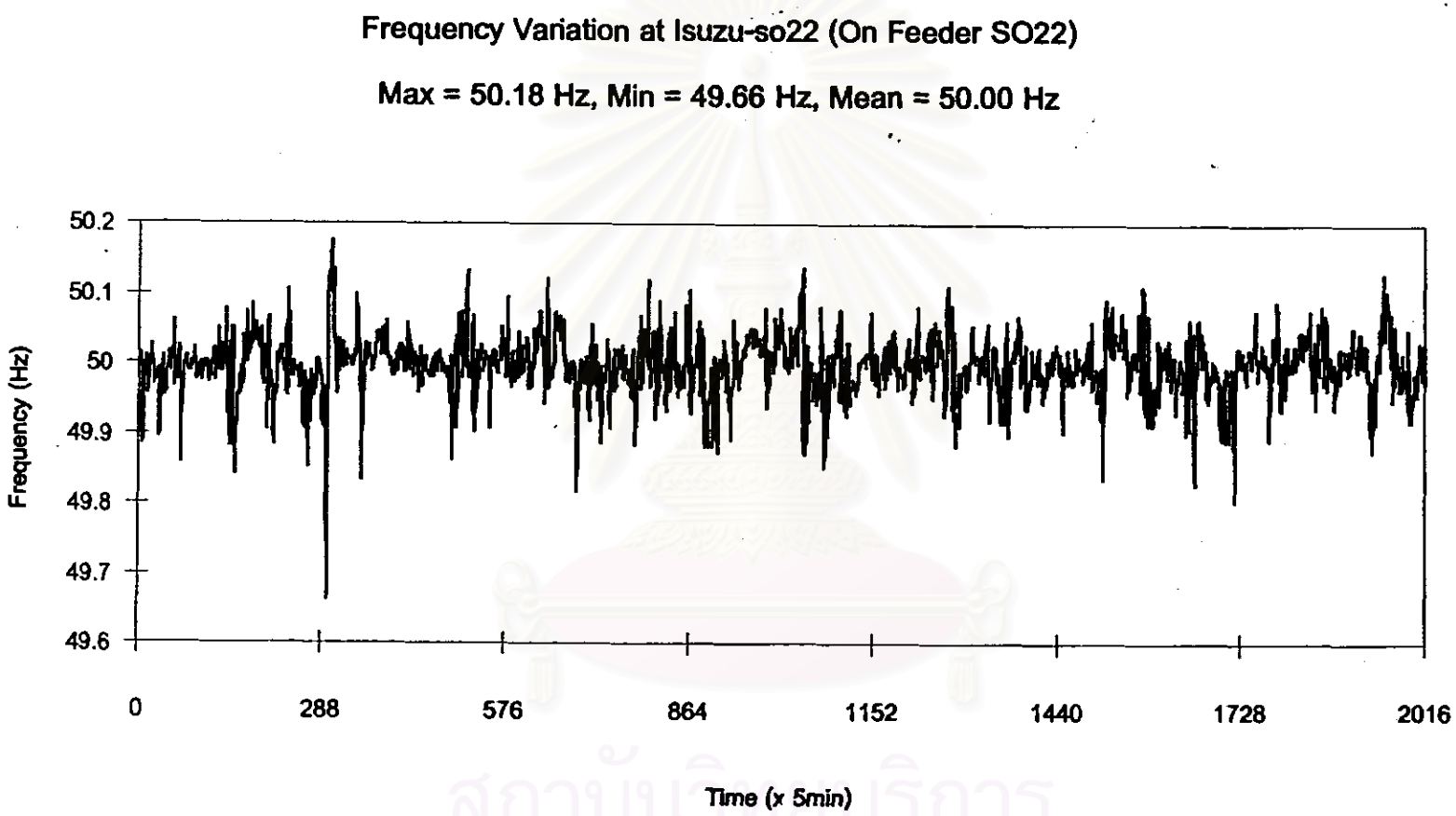
## 4.7 การวิเคราะห์การแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้า

การวิเคราะห์ทางความถี่ของความถี่มูลฐาน หลักการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบจากความถี่มูลฐานของระบบไฟฟ้ากำลัง คือ ที่ความถี่ 50 Hz ดูว่าระบบมีความถี่เบี่ยงเบนไปจาก 50 Hz มากน้อยเพียงใด โดยแสดงผลของความถี่กับช่วงเวลาที่สนใจ ตัวอย่างแสดงได้ดังรูปที่ 4.34

ผลการวิเคราะห์ของการคุมค่าแรงดัน(Voltage Regulation), แรงดันไม่สมดุล(Voltage Unbalance) และ การแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้า(Power Frequency Variation) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งตารางที่ 4.8 เป็นผลการวัดที่สถานีย่อย และตารางที่ 4.9 เป็นผลการวัดของผู้ใช้ไฟฟ้า

หมายเหตุ ที่สถานีย่อย ถ้าเป็นจุดวัดเดียวกันจะแสดงค่าเพียงค่าเดียว แต่ถ้าเวลาที่วัดไม่ตรงกันจะแสดงแยกออกจากกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.34 ตัวอย่างการแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้าของจุดวัดจุดหนึ่งในช่วงเวลา 1 สัปดาห์*

ตารางที่ 4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของสถานีย่อยที่จุดวัดต่างๆ

| No. | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation(Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 1 | สายป้อนลำดับที่ 1 | -0.73 | 2.62 | 4.44 | 0.18 | 0.52 | 0.97 | 49.4 | 50.00 | 50.41 |
| 2 | สายป้อนลำดับที่ 2 | 1.27 | 3.72 | 6.02 | 0.24 | 0.48 | 0.92 | 49.4 | 50.00 | 50.42 |
| 3 | สายป้อนลำดับที่ 4,5 | 1.44 | 3.18 | 5.2 | 0.12 | 0.35 | 0.8 | 49.79 | 50.00 | 50.2 |
| 4 | สายป้อนลำดับที่ 6,7 | 1.97 | 4 | 5.73 | 0 | 0.32 | 0.86 | 49.7 | 50.00 | 50.46 |
| 5 | สายป้อนลำดับที่ 8,9 | 1.44 | 3.08 | 4.61 | 0.12 | 0.38 | 0.79 | 49.74 | 50.00 | 50.44 |
| 6 | สายป้อนลำดับที่ 10 | 0.39 | 1.92 | 3.38 | 0.6 | 1.01 | 1.32 | 49.76 | 50.00 | 50.18 |
| 7 | สายป้อนลำดับที่ 11 | -0.08 | 3.11 | 5.38 | 0.42 | 0.8 | 1.34 | 49.7 | 50.00 | 50.29 |
| 8 | สายป้อนลำดับที่ 12,13 | 0.27 | 3.05 | 6.49 | 0.36 | 1.08 | 1.44 | 49.58 | 50.00 | 50.16 |
| 9 | สายป้อนลำดับที่ 14 | 0.62 | 4.71 | 7.67 | 0.36 | 0.58 | 0.88 | 49.69 | 50.00 | 50.29 |
| 10 | สายป้อนลำดับที่ 17 | -0.38 | 1.25 | 2.68 | 0.96 | 1.39 | 1.9 | 49.41 | 50.00 | 50.11 |
| 11 | สายป้อนลำดับที่ 19 | -0.32 | 1.16 | 3.32 | 0.47 | 0.83 | 1.48 | 49.42 | 50.00 | 50.12 |
| 12 | สายป้อนลำดับที่ 20 | -0.38 | 1.04 | 3.56 | 0.47 | 0.82 | 1.31 | 49.46 | 50.00 | 50.11 |
| 13 | สายป้อนลำดับที่ 21,22 | 1.21 | 3.74 | 5.73 | 0.55 | 0.79 | 1.04 | 49.67 | 50.00 | 50.17 |
| 14 | สายป้อนลำดับที่ 23 | 0.85 | 2.56 | 8 | 0.24 | 0.51 | 0.77 | 49.68 | 50.00 | 50.15 |
| 15 | สายป้อนลำดับที่ 24,25,26 | 1.44 | 2.94 | 4.32 | 0.18 | 0.47 | 0.92 | 49.72 | 50.00 | 50.16 |
| 16 | สายป้อนลำดับที่ 27 | -0.32 | 3.69 | 7.67 | 0.55 | 0.9 | 1.34 | 49.61 | 50.00 | 50.15 |

ตารางที่ 4.8 (ต่อ ) สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของสถานีย่อยที่จุดวัดต่างๆ

| No. | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation (Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 17 | สายป้อนลำดับที่ 28 | 1.8 | 3.51 | 9.61 | 0.12 | 0.36 | 0.98 | 49.61 | 50.00 | 50.15 |
| 18 | สายป้อนลำดับที่ 29 | -0.32 | 3.33 | 7.79 | 0.18 | 0.48 | 0.8 | 49.34 | 50.00 | 50.22 |
| 19 | สายป้อนลำดับที่ 30 | 1.38 | 3.48 | 8.2 | 0.31 | 0.59 | 0.93 | 49.29 | 50.00 | 50.22 |
| 20 | สายป้อนลำดับที่ 31,32,33,34 | 1.27 | 2.84 | 4.38 | 0 | 0.31 | 0.67 | 49.73 | 50.00 | 50.35 |
| 21 | สายป้อนลำดับที่ 35 | 0.44 | 3.21 | 11.08 | 2.44 | 2.99 | 3.49 | 49.37 | 50.00 | 50.22 |
| 22 | สายป้อนลำดับที่ 36 | 0.78 | 2.41 | 3.93 | 1.01 | 1.79 | 2.65 | 49.84 | 50.00 | 50.14 |
| 23 | สายป้อนลำดับที่ 37 | 0.8 | 2.41 | 4.44 | 0.18 | 0.43 | 0.89 | 49.76 | 50.00 | 50.22 |
| 24 | สายป้อนลำดับที่ 38 | 1.03 | 2.41 | 3.79 | 1.21 | 1.42 | 1.74 | 49.75 | 50.00 | 50.22 |
| 25 | สายป้อนลำดับที่ 39 | 1.62 | 3.37 | 4.73 | 0.48 | 0.87 | 1.28 | 49.72 | 50.00 | 50.22 |
| 26 | สายป้อนลำดับที่ 40 | -0.73 | 1.26 | 3.03 | 1.78 | 2.02 | 2.33 | 49.7 | 50.00 | 50.23 |
| 27 | สายป้อนลำดับที่ 41 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 28 | สายป้อนลำดับที่ 44 | 1.32 | 2.88 | 4.44 | 0.49 | 0.75 | 1.09 | 49.62 | 50.00 | 50.20 |
| 29 | สายป้อนลำดับที่ 45,46 | 0.61 | 2.13 | 3.8 | 0.45 | 0.64 | 1.08 | 49.63 | 50.00 | 50.20 |
| 30 | สายป้อนลำดับที่ 47 | 0.33 | 3.4 | 6.08 | 1.44 | 1.74 | 2.1 | 49.71 | 50.00 | 50.23 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดวัดต่างๆ

| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation(Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 1 | 1 | บ.เพริสท์สตีลอินดัสทรี จก. | 1.29 | 5.73 | 9.93 | 0.4 | 0.64 | 1.14 | 49.27 | 50.00 | 50.43 |
| 2 | | บ.ไทยโซลเวนต์และเคมีภัณฑ์ จก. | 1.02 | 5.47 | 9.73 | 0.28 | 0.52 | 0.92 | 49.18 | 50.00 | 50.4 |
| 3 | 2 | บ.เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ. | 3.08 | 4.48 | 7.83 | 0.21 | 0.47 | 0.81 | 49.52 | 50.00 | 50.19 |
| 4 | | บ.สหวิริยาสตีลเวิคส์ จก. | 3.22 | 5.03 | 8.1 | 0.71 | 1.45 | 2.33 | 49.55 | 50.00 | 50.18 |
| 5 | 3 | บ.เอเซียสตีลเวิคส์ จก. | 2.03 | 5.06 | 7.93 | 0 | 0.16 | 0.54 | 49.27 | 50.00 | 50.43 |
| 6 | 4 | DAS108 | 1.83 | 3.8 | 5.29 | 0.07 | 0.27 | 0.5 | 49.82 | 50.00 | 50.22 |
| 7 | | บ.วิเชียรเท็กซ์ไทล์อินดัสตรี้ จก. | 2.27 | 4.38 | 5.83 | 0.07 | 0.23 | 0.5 | 49.82 | 50.00 | 50.25 |
| 8 | 5 | บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก. | 1.66 | 3.44 | 12.99 | 0.17 | 0.33 | 0.53 | 49.78 | 50.00 | 50.18 |
| 9 | | DAS124 | 2.13 | 3.95 | 5.39 | 0 | 0.22 | 0.57 | 49.77 | 50.00 | 50.24 |
| 10 | | หจก. ผ้าขนหนูชินเฮง | 1.32 | 3.3 | 4.75 | 0.14 | 0.37 | 0.56 | 49.77 | 50.00 | 50.18 |
| 11 | 6 | เฮิกซ์ฟามาร์ซูติกัลอินดัสตรีย์ บมจ. | 1.8 | 4.16 | 5.73 | 0.07 | 0.27 | 0.71 | 49.82 | 50.00 | 50.4 |
| 12 | 10 | DAS 107 | 1.76 | 3.11 | 4.71 | 1.08 | 1.48 | 1.89 | 49.77 | 50.00 | 50.24 |
| 13 | 11 | การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย | 0.98 | 3.44 | 6.14 | 0.35 | 0.6 | 1.01 | 49.69 | 50.00 | 50.28 |
| 14 | 12 | ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ. | 1.12 | 4.69 | 8.71 | 0.46 | 0.73 | 1.23 | 49.61 | 50.00 | 50.13 |
| 15 | 13 | บ.ข่าวสด จก. | 2.1 | 4.54 | 9.56 | 0.43 | 0.73 | 1.43 | 49.63 | 50.00 | 50.13 |
| 16 | | มติชน บมจ. | 2.34 | 4.88 | 7.8 | 0.68 | 0.98 | 1.4 | 49.61 | 50.00 | 50.16 |

ตารางที่ 4.9 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดวัดต่างๆ.

| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation(Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 17 | 14 | ธ.ทหารไทย บมจ. | 2.95 | 6.5 | 9.97 | 0.28 | 0.65 | 1.27 | 49.67 | 50.00 | 50.27 |
| 18 | 15 | บ.วัชรพล จก. (ไทยรัฐ) | 3.08 | 5.81 | 13.43 | 0.43 | 0.96 | 1.38 | 49.69 | 50.00 | 50.23 |
| 19 | 16 | บ.วัชรพล จก. (ไทยรัฐ) | 2.47 | 4.27 | 11.09 | 0 | 0.35 | 0.85 | 49.64 | 50.00 | 50.2 |
| 20 | 17 | บ.เค แอล เอ็ม รอยัลดัช แอร์ไลน์ จก. | 0.85 | 2.2 | 3.59 | 0.7 | 1.15 | 1.59 | 49.4 | 50.00 | 50.12 |
| 21 | | บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling) | -0.17 | 1.21 | 2.61 | 0.52 | 0.96 | 1.4 | 49.41 | 50.00 | 50.12 |
| 22 | 19 | ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | -0.14 | 1.34 | 3.59 | 0.31 | 0.66 | 1.12 | 49.42 | 50.00 | 50.12 |
| 23 | 20 | บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | 0.47 | 1.91 | 4.24 | 1 | 1.31 | 1.72 | 49.4 | 50.00 | 50.12 |
| 24 | 21 | บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 1.02 | 3.21 | 4.85 | 0 | 0.23 | 0.53 | 49.66 | 50.00 | 50.17 |
| 25 | 22 | บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก. | 0 | 2.5 | 4.41 | 0.31 | 0.58 | 0.9 | 49.66 | 50.00 | 50.18 |
| 26 | 23 | บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | 1.18 | 2.58 | 8.17 | 0.07 | 0.29 | 0.6 | 49.61 | 50.00 | 50.15 |
| 27 | 26 | ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | 1.83 | 3.53 | 5.25 | 0.11 | 0.34 | 0.74 | 49.74 | 50.00 | 50.23 |
| 28 | | บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | 1.49 | 3.25 | 4.91 | 0.21 | 0.36 | 0.7 | 49.72 | 50.00 | 50.23 |
| 29 | 27 | บ.ไทยแอโรว์ จก. | 0.2 | 4.8 | 9.43 | 0.47 | 0.71 | 1.07 | 49.68 | 50.00 | 50.15 |
| 30 | | บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 0.27 | 4.88 | 9.19 | 0.32 | 0.51 | 0.96 | 49.62 | 50.00 | 50.16 |
| 31 | 28 | บ.นิตโตเซโก (ประเทศไทย) จก. | 2.74 | 4.61 | 9.7 | 0.32 | 0.58 | 1.17 | 49.68 | 50.00 | 50.15 |
| 32 | | จีเอฟพีที บมจ. | 2.91 | 4.78 | 10.07 | 0.32 | 0.61 | 1.14 | 49.62 | 50.00 | 50.16 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

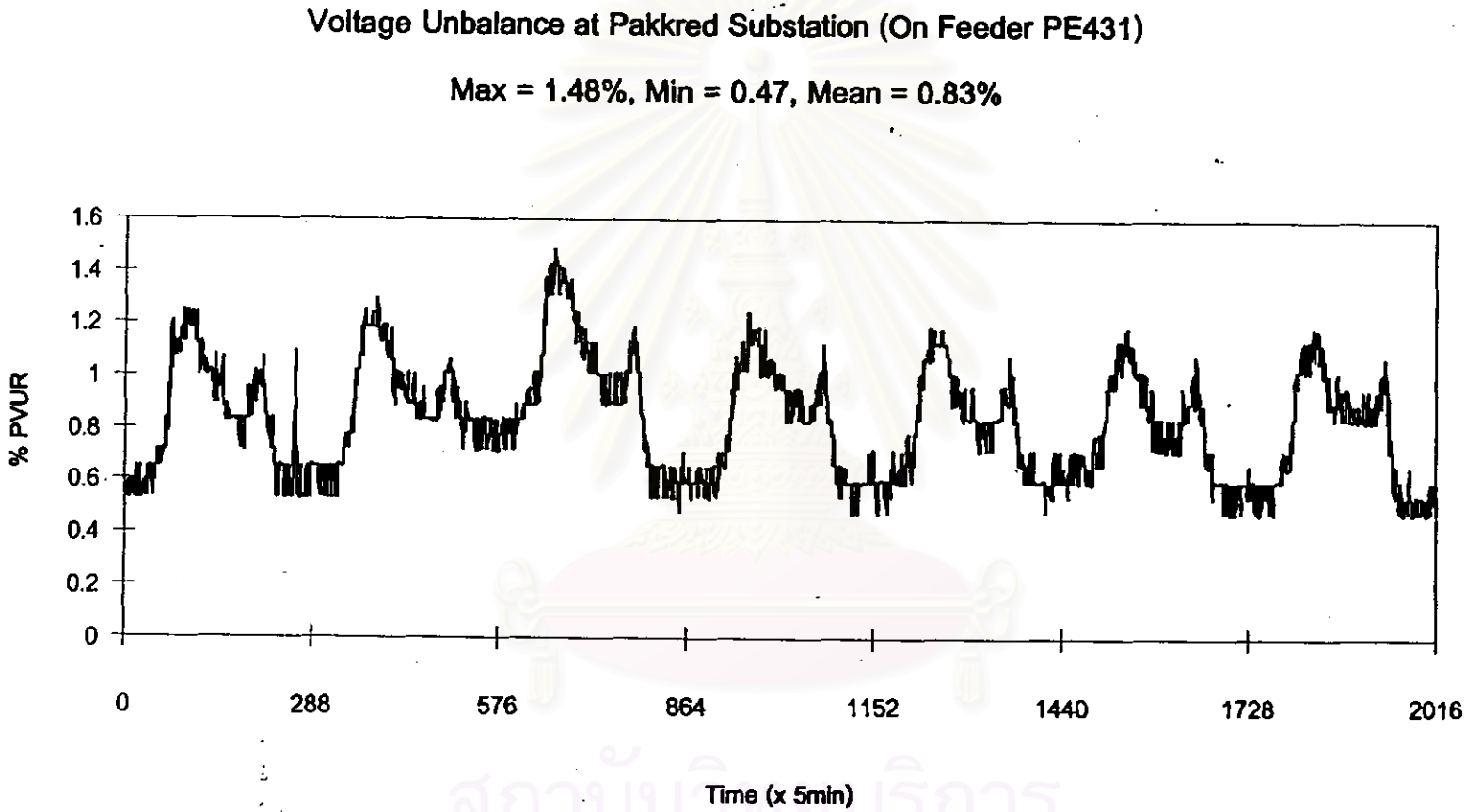
ตารางที่ 4.9 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดวัดต่างๆ

| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation(Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 33 | 29 | บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | 3.42 | 5.89 | 7.97 | 0.29 | 0.49 | 0.83 | 49.77 | 50.00 | 50.16 |
| 34 | 30 | อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ. | 2.41 | 4.79 | 9.46 | 0.18 | 0.4 | 1.19 | 49.32 | 50.00 | 50.21 |
| 35 | | บ.ซัมมิท อีเล็คโทรนิคคอมโพเน้นท์ จก. | 0.85 | 2.92 | 7.29 | 0.07 | 0.24 | 0.63 | 49.25 | 50.00 | 50.2 |
| 36 | 34 | บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | 2 | 3.38 | 4.78 | 0 | 0.24 | 0.57 | 49.73 | 50.00 | 50.34 |
| 37 | 35 | บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 1.96 | 5.35 | 16 | 0 | 0.33 | 0.88 | 49.34 | 50.00 | 50.22 |
| 38 | 36 | บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก. | 0.27 | 2.64 | 5.25 | 0.5 | 0.85 | 1.27 | 49.81 | 50.00 | 50.14 |
| 39 | | บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก. | 0.64 | 3.15 | 5.83 | 0.00 | 0.22 | 0.59 | 49.84 | 50.00 | 50.14 |
| 40 | 37 | บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 0.91 | 2.14 | 3.59 | 0.52 | 0.73 | 1.04 | 49.75 | 50.00 | 50.23 |
| 41 | | บ.สุนทรเมตัลอินดัสทรีส์ จก. | 0.54 | 1.64 | 3.15 | 0.51 | 0.65 | 0.9 | 49.77 | 50.00 | 50.22 |
| 42 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 1.42 | 2.74 | 4.58 | 0.56 | 0.82 | 1.11 | 49.74 | 50.00 | 50.21 |
| 43 | | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#2) | 1.22 | 2.49 | 4.14 | 0 | 0.18 | 0.45 | 49.73 | 50.00 | 50.21 |
| 44 | 39 | บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 2.47 | 4.18 | 6.37 | 0.42 | 0.9 | 1.23 | 49.69 | 50.00 | 50.23 |
| 45 | | DAS217 | 2.58 | 4.47 | 6.44 | 0.54 | 0.95 | 1.29 | 49.72 | 50.00 | 50.22 |
| 46 | | อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 3.02 | 4.93 | 7.05 | 0.56 | 0.99 | 1.43 | 49.75 | 50.00 | 50.23 |
| 47 | 40 | โรงพยาบาลเดชา | -0.27 | 1.03 | 2.51 | 0.65 | 1.1 | 1.41 | 49.76 | 50.00 | 50.23 |
| 48 | 41 | บ.ห้องเย็นสากล จก. | 1.69 | 3.28 | 5.12 | 0.28 | 0.5 | 0.92 | 49.62 | 50.00 | 50.43 |

*ตารางที่ 4.9 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์ Voltage Regulation, Voltage Unbalance และ Power Frequency Variation ของผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดวัดต่างๆ*

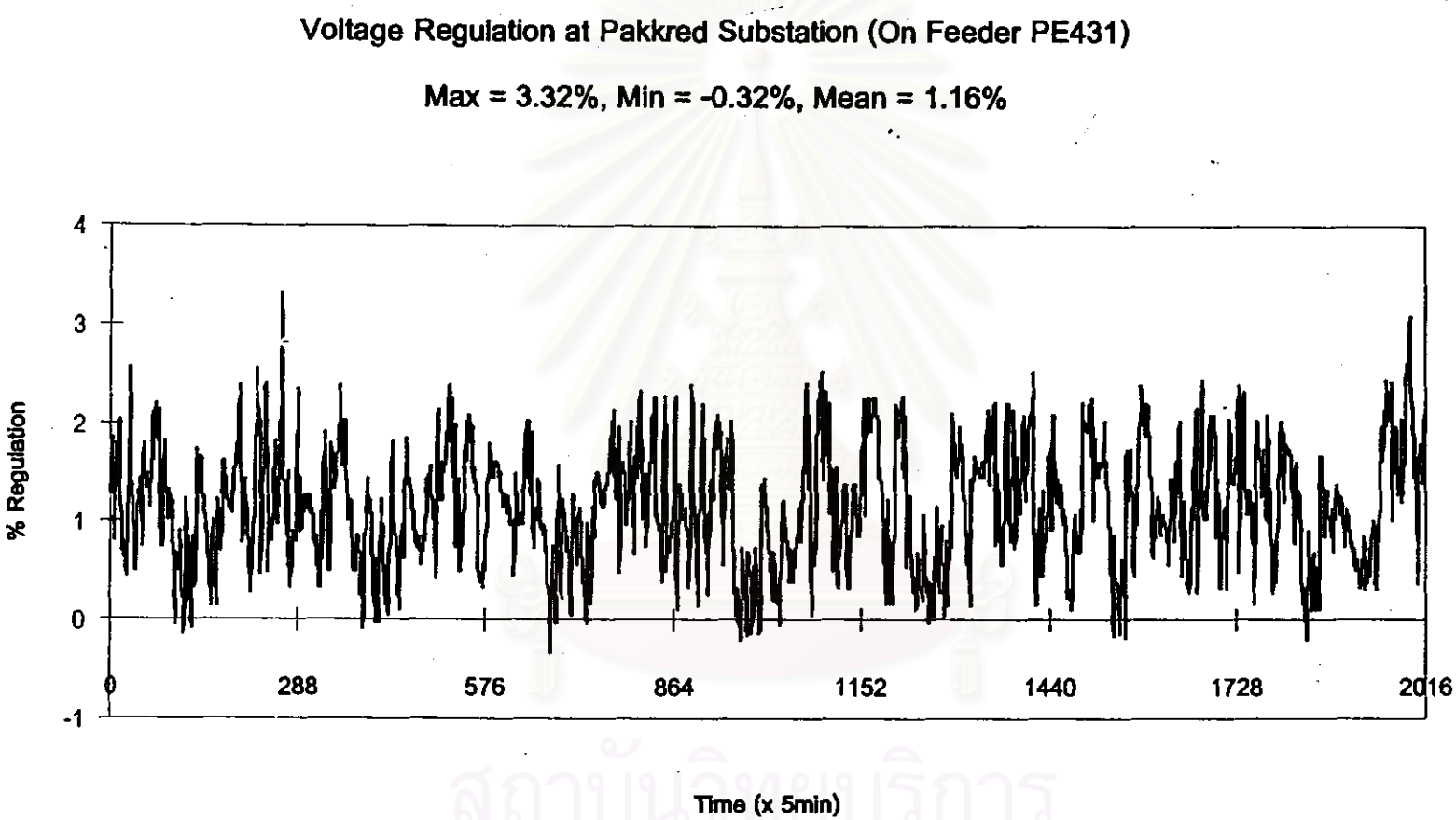
| No. | สายป้อนลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | Voltage Regulation (%) | | | Voltage Unbalance (%) | | | Power Frequency Variation(Hz) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | min | avg | max | min | avg | max | min | avg | max |
| 49 | 42 | ไทยวาโก้ บมจ. | 1.93 | 4.27 | 7.12 | 0 | 0.42 | 0.95 | 49.64 | 50.00 | 50.42 |
| 50 | 43 | บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก. | 2.85 | 4.28 | 5.76 | 0.64 | 0.92 | 1.3 | 49.7 | 50.00 | 50.45 |
| 51 | | บ.พระนครห้องเย็น จก. | 2.54 | 3.97 | 5.46 | 0.39 | 0.62 | 1.07 | 49.65 | 50.00 | 50.46 |
| 52 | 47 | DAS 216 | -0.48 | 2.98 | 5.59 | 0.39 | 0.79 | 1.25 | 49.68 | 50.00 | 50.21 |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.35 แรงดันไม่สมดุลที่แสดงการแปรเปลี่ยนตามเวลาในช่วงเวลา 1 สัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




*รูปที่ 4.36 การคุมค่าแรงดันที่แสดงการแปรเปลี่ยนตามเวลาในช่วงเวลา 1 สัปดาห์*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการวิเคราะห์แรงดันไม่สมดุลพบว่ามี 1 จุดวัดที่สถานีย่อยคือสายป้อนลำดับที่ 25 ที่มีค่าเฉลี่ยเกินค่ามาตรฐาน 2.5% (เป็นค่าที่การไฟฟ้ากำหนดไว้) ค่าเบี่ยงเบนมากสุดคือ 3.49 % จากการวิเคราะห์จุดวัดข้อมูลที่เกินมาตรฐานนี้ พบว่าค่ากระแสทุกเฟสเป็นปกติและสายป้อนเดียวกันมีค่าแรงดันไม่สมดุลเป็นปกติทั้งๆ ที่เวลาที่ติดตั้งเครื่องวัดใกล้เคียงกัน ดังนั้นค่าแรงดันไม่สมดุลที่เกินค่ามาตรฐานนี้อาจเป็นผลมาจากช่องวัดสัญญาณมีปัญหาหรือการต่อสายไม่ดี จากรูปที่ 4.35 สามารถวิเคราะห์ดูช่วงเวลาแปรเปลี่ยนของการเกิดแรงดันไม่สมดุลพบว่าช่วงเวลา 23.00-1.00 น. เป็นช่วงเวลาที่เกิดความไม่สมดุลบ่อยมากที่สุด และช่วงเวลากลางวันมีค่าแรงดันไม่สมดุลต่ำ

การคุมค่าแรงดัน พบว่าค่าเฉลี่ยของสถานีย่อยอยู่ในช่วง 1.04 ถึง 4.71% ส่วนค่าเบี่ยงเบนอยู่ระหว่าง -0.73 ถึง 11.08% และที่ผู้ใช้ไฟอยู่ในช่วง 1.03 ถึง 6.5 % ส่วนค่าเบี่ยงเบนอยู่ระหว่าง -0.48 ถึง 16.00% สำหรับค่าที่ติดลบแสดงว่าค่าแรงดันมีค่าสูงกว่าแรงดันของระบบ จากรูปที่ 4.36 วิเคราะห์ดูข้อมูลเบื้องต้นพบว่าช่วงเวลาที่มีค่าติดลบนั้นเป็นช่วงเวลา 23.00-1.00 น และค่า Voltage Regulation ที่มีค่าสูงๆ พบว่าเกิดในช่วงเวลาหัวค่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรณีที่มีค่าสูงๆ จะเกิดในขณะที่เกิดแรงดันตกชั่วครู่ ส่วนค่าที่เกิดในช่วงเวลาไฟฟ้าดับจะไม่นำมาพิจารณา

สำหรับการแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้า จากการตรวจวัดพบว่าค่าเฉลี่ยคือ 50 Hz แต่ค่าที่เบี่ยงเบนสูงสุดอยู่ในช่วง 49.18 ถึง 50.83 Hz

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าค่า แรงดันไม่สมดุล, การคุมค่าแรงดัน และ การแปรเปลี่ยนความถี่กำลังไฟฟ้า ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง โดยรวมยังมีค่าต่ำกว่าค่าที่กำหนดของการไฟฟ้าเองอยู่ ยกเว้นในกรณีที่เกิดการแปรเปลี่ยนแรงดันในระบบไฟฟ้า เช่น แรงดันตกชั่วครู่ หรือ ไฟฟ้าดับ ก็จะทำให้ค่าดังกล่าวมีค่ามาก แต่อย่างไรก็ตามจะเกิดในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

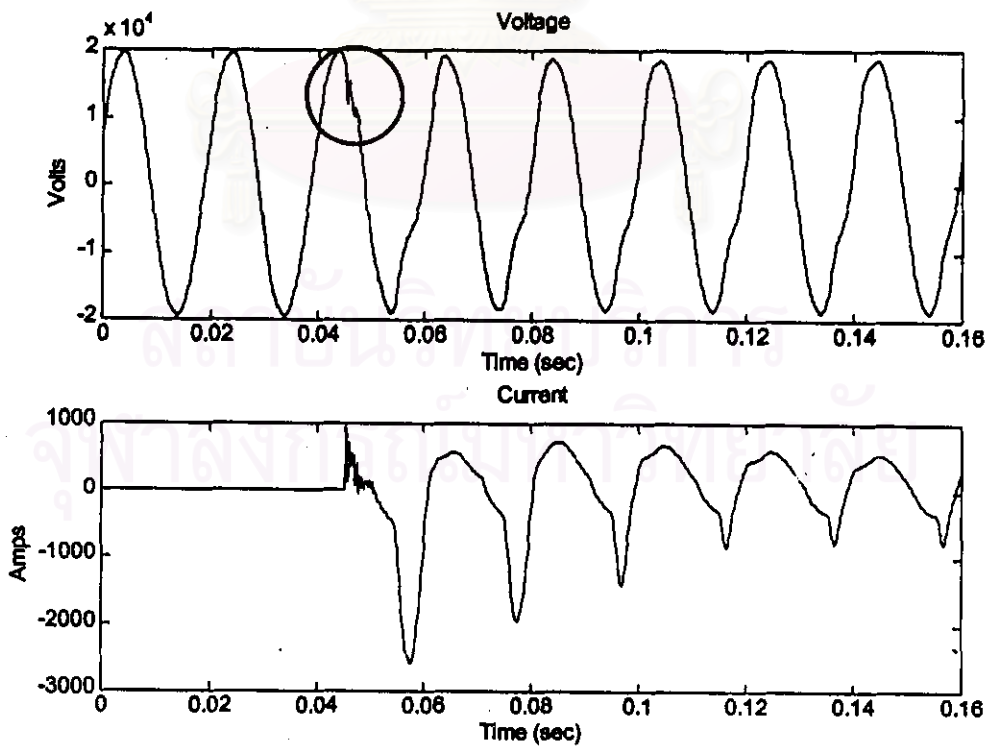
## 4.8 การวิเคราะห์รูปคลื่นผิดพร่อง

รูปคลื่นผิดพร่องเป็นปรากฏการณ์ที่แรงดันมีรูปคลื่นผิดพร่องจากรูปคลื่นไซน์ ซึ่งยังไม่มีมาตรฐานใดกำหนดไว้ การศึกษาของโครงการนี้จะตรวจหารูปคลื่นแรงดันที่ผิดพร่องและไม่สามารถจำแนกได้ว่าอยู่ในปรากฏการณ์ใด

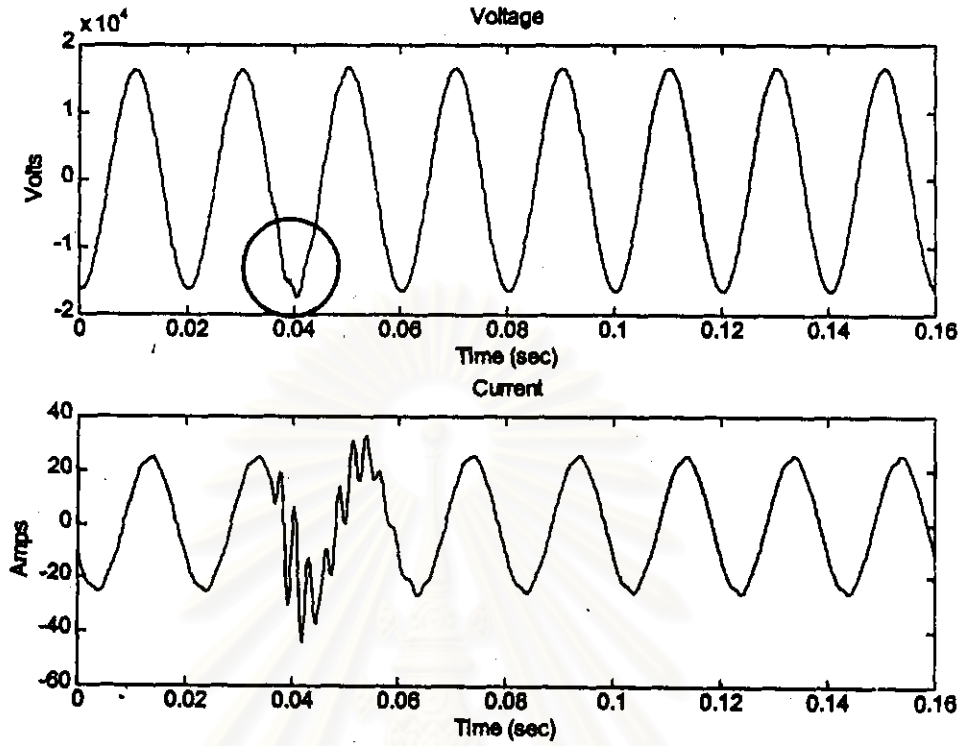
จากตารางที่ 4.10 และ 4.11 เป็นตารางสรุปผลการวิเคราะห์รูปคลื่นผิดพร่องที่จุดวัดต่างๆ พบว่ารูปคลื่นผิดพร่อง เกิดขึ้นที่สถานีย่อย 13 ครั้ง และที่ผู้ใช้ไฟฟ้า 63 ครั้ง ซึ่งรูปคลื่นแรงดันที่ผิดพร่องนี้อาจทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานกับมุมเฟสทำงานผิดพลาดได้

จากผลการวัดข้อมูลสามารถที่จะคาดเดา(เนื่องจากไม่ได้รับข้อมูลจากการไฟฟ้า)สาเหตุของรูปคลื่นผิดพร่องออกเป็น 4 ชนิดคือ

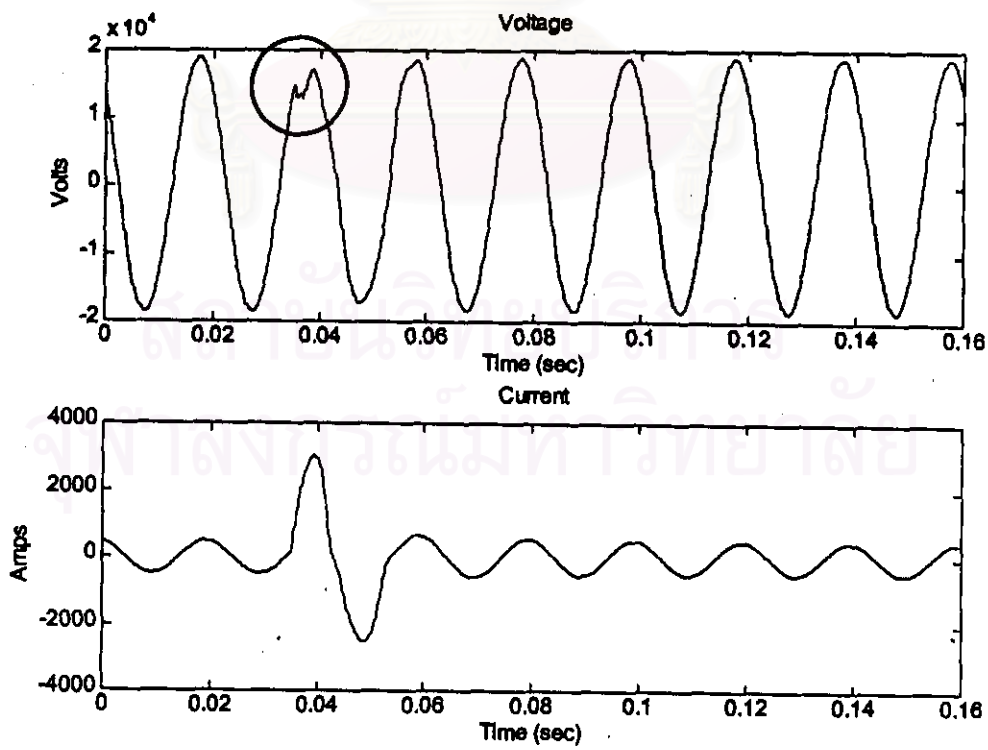
1. เกิดจากผลของภาระไฟฟ้า เช่น การเริ่มเดินเครื่องของภาระไฟฟ้า หรือจากภาระไฟฟ้าที่ไม่เป็นเชิงเส้น ตัวอย่างดังรูปที่ 4.37
2. เกิดจากการสวิตช์ของชุดเก็บประจุ ตัวอย่างดังรูปที่ 4.38
3. เกิดจากการลัดวงจร ตัวอย่างดังรูปที่ 4.39
4. ไม่สามารถระบุได้ ตัวอย่างดังรูปที่ 4.40



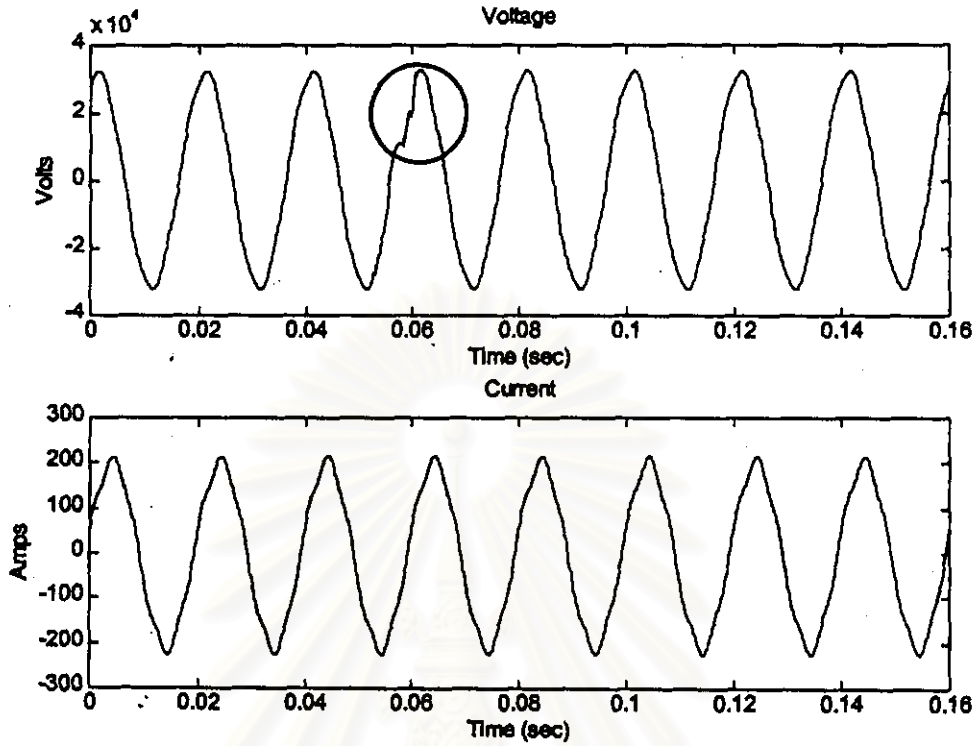

*รูปที่ 4.37 รูปคลื่นผิดพร่องที่เกิดจากการจ่ายภาระไฟฟ้า*




*รูปที่ 4.38 รูปคลื่นผิดพร่องที่เกิดจากสวิตช์ชุดเก็บประจุ*




*รูปที่ 4.39 รูปคลื่นผิดพร่องที่เกิดจากการลัดวงจร*




*รูปที่ 4.40 รูปคลื่นผิดพร่องที่ไม่สามารถระบุสาเหตุได้*

*ตารางที่ 4.10 สรุปผลการวิเคราะห์รูปคลื่นผิดพร่องของสถานีย่อยที่จุดวัดต่างๆ*

| No. | สายป้อน ลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | จำนวนครั้ง | น่าจะมีสาเหตุมาจาก |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | วัดที่สถานีย่อย | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 2 | 27 | วัดที่สถานีย่อย | 4 | การลัดวงจร และ Inrush current |
| 3 | 28 | วัดที่สถานีย่อย | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 4 | 29 | วัดที่สถานีย่อย | 1 | สวิตชิ่ง |
| 5 | 35 | วัดที่สถานีย่อย | 1 | สวิตชิ่ง |
| 6 | 39 | วัดที่สถานีย่อย | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 7 | 40 | วัดที่สถานีย่อย | 3 | การลัดวงจร และไม่สามารถระบุได้ |

*ตารางที่ 4.11 สรุปผลการวิเคราะห์รูปคลื่นผิดพร่องของผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดวัดต่างๆ*

| No. | สายป้อน ลำดับที่ | จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด | จำนวนครั้ง | น่าจะมีสาเหตุมาจาก |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | บ.ไทยโซลเวนต์และเคมีภัณฑ์ จก. | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 2 | 4 | DAS108 | 1 | สวิตชิ่ง |
| 3 | 19 | ชุมสายโทรศัพท์ปากเกร็ด | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 4 | 20 | บ. ไอ ซี ไอ จก.(บ. จอมธนา จำกัด) | 4 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 5 | 23 | บ.สยามโอคามูระสตีล จก. | 5 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 6 | 26 | ไทยสโตเรจ แบตเตอรี่ บมจ. | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 7 | 26 | บ.เจ.ที.เอ็น. เท็กซ์ไทล์ อินดัสตรีส์ จก. | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 8 | 27 | บ.สยามวี.เอ็ม.ซี. กระจกนิรภัย จก. | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 9 | 28 | จีเอฟพีที บมจ. | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 10 | 29 | บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก. | 14 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 11 | 34 | บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก. | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 12 | 35 | บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก. | 1 | สวิตชิ่ง |
| 13 | 37 | บ.รอแยลแคนดินดัสตรี จก. | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 14 | 38 | บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก. (#1) | 1 | สวิตชิ่ง |
| 15 | 39 | อาคารใบหยกทาวเวอร์ | 8 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 16 | 39 | DAS217 | 6 | สวิตชิ่ง |
| 17 | 39 | บ.พันธ์ทิพย์ จก. | 8 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 18 | 40 | โรงพยาบาลเดขา | 2 | ไม่สามารถระบุได้ |
| 19 | 47 | DAS216 | 1 | ไม่สามารถระบุได้ |

## 4.9 สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้ามีลักษณะดังนี้

1) **ฮาร์มอนิก**

- ระดับ Ih พบว่ามี 6 จุดวัดที่มีค่าเกินมาตรฐาน G.5/3-1976 ซึ่งกระแสฮาร์มอนิกหลัก ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ คือ กระแสฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 และ ลำดับที่ 7
- ระดับ Vh พบว่ามี 2 จุดวัดที่มีค่า V5 เกินค่ามาตรฐาน G.5/3-1976 ที่กำหนดไว้ที่ 2% ซึ่งแรงดันฮาร์มอนิกหลักที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ คือ แรงดันฮาร์มอนิกลำดับที่ 5 และ ลำดับที่ 7
- ระดับ THDv พบว่ามี 3 จุดวัดที่สถานีย่อย และ 15 จุดวัดที่ผู้ใช้ไฟฟ้า มีค่าเกินมาตรฐาน G.5/3-1976 ซึ่งส่วนใหญ่แล้วยังมีค่าต่ำกว่าค่าจำกัด

2) **ทรานเซียนท์**

- ภาวะชั่วครู่ชนิดอิมพัลส์ ในช่วงเวลาตรวจวัดไม่พบปรากฏการณ์นี้
- ภาวะชั่วครู่ชนิดแกว่ง พบว่าขนาดแรงดันที่เกิดอยู่ในช่วง 1.1-1.7 ต่อหน่วย ช่วงระยะเวลาของการเกิดน้อยกว่า 1 ไซเคิล และ ความถี่ที่เกิดในช่วง 200-1150 Hz

3) **แรงดันตกชั่วครู่** พบว่าขนาดแรงดันประสิทธิผลที่เกิดอยู่ในช่วง 0.8-0.9 ต่อหน่วย และเกิดในช่วงระยะเวลา 1-10 ไซเคิล

4) **แรงดันเกินชั่วครู่** ในช่วงเวลาตรวจวัดไม่พบปรากฏการณ์นี้

5) **ไฟฟ้าดับชั่วครู่** พบว่าระยะเวลาของการเกิดอยู่ในช่วง 10-25 ไซเคิล

6) **แรงดันตก** พบว่าขนาดที่เกิดอยู่ในช่วง 0.8-0.9 ต่อหน่วย ช่วงเวลาของการเกิด 20-55 นาที

7) **แรงดันเกิน** ในช่วงเวลาตรวจวัดไม่พบปรากฏการณ์นี้

8) **ไฟฟ้าดับถาวร** พบว่าระยะเวลาของการเกิดแต่ละครั้งนานเกิน 4 นาที

9) **แรงดันไม่สมดุล** พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 2.5%ช่วงเวลาที่มีค่าสูงสุดคือช่วงเวลา 23.00-1.00น.

10) **การคุมค่าแรงดัน** พบว่าค่าเฉลี่ยของจุดวัดที่สถานีย่อยอยู่ในช่วง 1.04-4.71% ส่วนที่ผู้ใช้ไฟฟ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.03-6.5% ช่วงเวลาที่มีต่ำสุดคือช่วงเวลา 23.00-1.00น

11) **การแปรเปลี่ยนทางความถี่** พบว่าค่าเฉลี่ยคือ 50 Hz แต่ค่าเบี่ยงเบนมากสุดอยู่ในช่วง 49.18-50.83 Hz

12) รูปคลื่นผิดพร่อง พบว่าส่วนใหญ่เกิดที่ผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากการสวิตชิ่งเสียส่วนใหญ่

สรุปแล้วปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ศึกษาในโครงการนี้ พบว่าส่วนใหญ่ไม่รุนแรง แต่มีบางปรากฏการณ์ คือ ฮาร์มอนิก ภาวะชั่วครู่ แรงดันตกชั่วครู่ ไฟฟ้าดับ และ รูปคลื่นผิดพร่อง เพราะปัญหาเหล่านี้จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายหรือไม่สามารถทำงานได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย