



**การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปัญหาสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้
ของโทรศัพท์ระบบ WLL (Wireless Local Loop)**

พจนานุกรม

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต**

พ.ศ. 2550

**WLL (WIRELESS LOCAL LOOP) PREVENTIVE MAINTENANCE
FOR REDUCTION PROBLEM FROM BASE STATION
UNWORKABLE**

PHAKAMAT PHUMSURAT

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

Department of Engineering Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

เลขทะเบียน.....	0198981
วันลงทะเบียน.....	17 มิ.ย. 2551
เลขเรียกหนังสือ.....	620.0046
	ว115ก
	[1550]
	ก1

2007



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

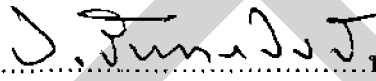
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปัญหาสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้
ของโทรศัพท์ระบบ WLL (Wireless Local Loop)

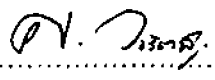
เสนอโดย ศกามาศ ภูมิสุราษฎร์

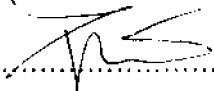
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

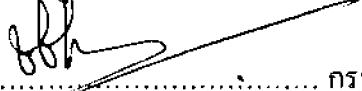
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

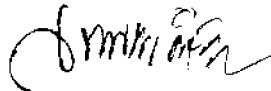

..... ประธานกรรมการ
(ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผศ.ดร.สุภรัชชัย วรรัตน์)


..... กรรมการ
(ผศ.ดร.ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร)


..... กรรมการ
(ดร.รัชพล มงคลิก)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผศ. ดร.สมศักดิ์ ดำริชอบ)

วันที่ 15 เดือน เมษายน พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด และต้องขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำในด้านการศึกษาและทฤษฎีต่างๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมงานทุกท่าน คือ วิศวกรในแผนกเทคนิค โครงการบำรุงรักษาโทรศัพท์ระบบ WLL ของ ชูมิโตโม อิเล็กทรอนิกส์ อินคัสตรี ลิมิเต็ด ที่ได้ให้การสนับสนุนและคำปรึกษาทางด้านข้อมูล ทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการทางวิศวกรรมรุ่นที่ 2 ทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำวิจัย

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ท่านสนับสนุนและให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา ทำให้การศึกษาประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์

พகามาศ ภูมิสุราษฎร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	7
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2. ผลงานวิจัย งานเขียนและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านการบำรุงรักษา.....	8
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษา.....	8
2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา.....	8
2.3 วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา.....	9
2.4 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	11
2.5 เป้าหมายหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	12
2.6 ความสำคัญของระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและประโยชน์ที่ได้รับ.....	13
2.7 การบำรุงรักษาตามแผน.....	14
2.8 การเสื่อมสภาพการใช้งานของอุปกรณ์.....	15
2.9 ดัชนีสมรรถนะงานบำรุงรักษา.....	16
2.10 การเก็บข้อมูลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการบำรุงรักษา.....	19
2.11 การวิเคราะห์และค้นหาสาเหตุของการขัดข้อง.....	24
2.12 ผลงานวิจัยและงานเขียน.....	29

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3. ระเบียบและวิธีวิจัย.....	34
3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย.....	34
3.2 เครื่องมือในการทำวิจัย.....	35
3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย.....	35
3.4 การนำข้อมูลการบำรุงรักษามาวิเคราะห์.....	40
3.5 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์โทรศัพท์ WLL.....	45
3.6 ประวัติการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนการจัดตั้ง ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	48
4. การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและวิเคราะห์ผล.....	67
4.1 การจัดสร้างระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	67
4.2 การนำไปปฏิบัติ.....	69
4.3 ผลการวิเคราะห์การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	75
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	103
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย.....	103
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	105
บรรณานุกรม.....	106
ภาคผนวก.....	110
ประวัติผู้เขียน.....	176

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 สถิติการเกิดของปัญหาที่มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ภายในของระบบ WLL.....	4
3.1 ความสามารถในการส่งสัญญาณและจำนวนสถานีลูกข่ายที่ให้บริการได้.....	37
3.2 สรุปจำนวนครั้งของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนของWLLทั้ง 8 สถานีฐาน..	48
3.3 มูลค่าความเสียหายก่อนการการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนของWLL ทั้ง 8 สถานีฐาน.....	49
3.4 ค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานก่อนการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..	50
3.5 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน เมืองยะลา (ชั่วโมง).....	51
3.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน โพนทอง (ชั่วโมง).....	52
3.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง(ชั่วโมง).....	53
3.8 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขามูร์ลักษบุรี(ชั่วโมง).....	54
3.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย(ชั่วโมง).....	55
3.10 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง(ชั่วโมง).....	56
3.11 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง(ชั่วโมง).....	57
3.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน ไทรงาม(ชั่วโมง).....	58
3.13 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา.....	59
3.14 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐาน โพนทอง.....	60
3.15 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง.....	61
3.16 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขามูร์ลักษบุรี.....	62
3.17 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย.....	63
3.18 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง.....	64
3.19 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง.....	65
3.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐาน ไทรงาม.....	66
4.1 รายละเอียดการตรวจเช็ค และ การบำรุงรักษา.....	72
4.2 รายการตรวจเช็คอุปกรณ์ วิธีการทดสอบและวิธีการแก้ไข.....	73
4.3 ประวัติการซ่อมบำรุงรักษาสถานีฐานหลัง การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 มูลค่าความเสียหายหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนของWLL ทั้ง 8 สถานีฐาน.....	76
4.5 ค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..	77
4.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน เมืองยะลา (ชั่วโมง).....	78
4.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน โพนทอง (ชั่วโมง).....	79
4.8 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง(ชั่วโมง).....	80
4.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานูร์ลักษบุรี(ชั่วโมง).....	81
4.10 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย(ชั่วโมง).....	82
4.11 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง(ชั่วโมง).....	83
4.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง(ชั่วโมง).....	84
4.13 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานไทรงาม(ชั่วโมง).....	85
4.14 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา.....	86
4.15 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโพนทอง.....	87
4.16 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง.....	88
4.17 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูร์ลักษบุรี.....	89
4.18 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย.....	90
4.19 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง.....	91
4.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง.....	92
4.21 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานไทรงาม.....	93
4.22 ผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานก่อน และหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	94
4.23 ร้อยละที่ลดลงของจำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์.....	98
4.24 ร้อยละที่ลดลงของเวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ขัดข้อง.....	99
4.25 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้อง ของอุปกรณ์สถานีฐาน(MTBF).....	99

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.26 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของอัตราความพร้อมใช้งาน ในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์.....	100
4.27 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหาย ก่อนและหลัง การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	101
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	104

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 สรุปปัญหาซึ่งมีสัดส่วนของสาเหตุเดียวที่ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ.....	2
1.2 แผนภาพการแบ่งสาเหตุที่มาของปัญหาและขอบเขตของปัญหาที่จะนำมาวิจัย...	3
1.3 ร้อยละของปัญหาจากอุปกรณ์ภายในของ WLL ที่มีผลกระทบต่อการใช้งาน.....	5
1.4 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	7
2.1 แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต.....	9
2.2 วิศวกรรมของการบำรุงรักษา.....	10
2.3 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	13
2.4 ผังแสดงสาเหตุการเสื่อมสมรรถภาพ.....	16
2.5 เป้าหมายของการรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา.....	20
2.6 ผังการวิเคราะห์เหตุขัดข้อง.....	24
2.7 การใช้แผนภาพพาเรโตในการอธิบายความมีเสถียรภาพ.....	26
2.8 การค้นหาสาเหตุของการขัดข้อง.....	27
2.9 การตรวจสอบ การวิเคราะห์สาเหตุ.....	28
3.1 โครงสร้างการบริหารงานบำรุงดูแลรักษาของโทรศัพท์ WLL ณ ปัจจุบัน.....	35
3.2 ภาพจำลองการให้บริการ โทรศัพท์ระบบ WLL.....	36
3.3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลปัญหาและการแก้ไขกรณีสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	39
3.4 แหล่งจ่ายไฟให้กับสถานีฐานของโทรศัพท์ระบบ WLL.....	41
3.5 เครื่องปรับอากาศและตัวควบคุม.....	41
3.6 ขุมสายโทรศัพท์และอุปกรณ์ควบคุม โครงข่าย.....	42
3.7 โปรแกรมควบคุมสถานีฐาน.....	42
3.8 สายอากาศ (Omni Antenna) ส่งสัญญาณ และ Calibration Unit.....	43
3.9 อุปกรณ์สถานีฐานและจุดเชื่อมต่อสัญญาณ.....	43
3.10 ภาพโครงสร้างอุปกรณ์ส่วนประกอบของสถานีฐาน.....	44

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.11 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาที่ทำให้สถานี ไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ.....	46
3.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานเมืองยะลา.....	51
3.13 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน โพนทอง.....	52
3.14 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง.....	53
3.15 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานูร์ลักษบุรี.....	54
3.16 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย.....	55
3.17 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง.....	56
3.18 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง.....	57
3.19 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานไทรงาม.....	58
3.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา.....	59
3.21 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐาน โพนทอง.....	60
3.22 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง.....	61
3.23 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูร์ลักษบุรี.....	62
3.24 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย.....	63
3.25 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง.....	64
3.26 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง.....	65
3.27 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานไทรงาม.....	66
4.1 โครงสร้างเอกสารคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	71
4.2 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานเมืองยะลา.....	77
4.3 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน โพนทอง.....	78
4.4 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง.....	79
4.5 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานูร์ลักษบุรี.....	80
4.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย.....	81
4.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง.....	82
4.8 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง.....	83

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม.....	84
4.10 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา.....	86
4.11 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโพนทอง.....	87
4.12 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง.....	88
4.13 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานวลลักษบุรี.....	89
4.14 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลไสย.....	90
4.15 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง.....	91
4.16 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง.....	92
4.17 ความดีในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม.....	93
4.18 จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก่อน และหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	95
4.19 จำนวนเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก่อน และหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	96
4.20 ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง (MTBF) ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	97
4.21 ร้อยละของอัตราความพร้อมใช้งานในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	97
4.22 มูลค่าความเสียหายที่ลดลงในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐาน ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....	101

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปัญหาสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ของโทรศัพท์ระบบ WLL (Wireless Local Loop)
ชื่อผู้เขียน	ผกามาศ ภูมิสุราษฎร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

เนื่องจากการเจริญเติบโตทางด้านการสื่อสารมีผลต่อระบบเศรษฐกิจและความเจริญเติบโตของประเทศ ในปัจจุบันนี้การแข่งขันในการให้บริการเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าจึงเป็นที่มาของงานบำรุงรักษาโทรศัพท์ระบบ WLL ของบริษัทกรณีสึกษา

จากการศึกษาข้อมูล พบว่าบริษัทผู้ดูแลระบบ ไม่มีมาตรฐานในการบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างเป็นระบบ โดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่ขึ้นเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุดหรือได้รับแจ้งเสียจากผู้ให้บริการ อีกทั้งจำนวนครั้งและเวลาในการแก้ไขปัญหาค่อนข้างสูง เป็นผลให้ผู้ให้บริการขาดความเชื่อมั่นและความไว้วางใจ จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถานีฐานต้นแบบโดยมีจำนวนครั้งการขัดข้องของระบบจากเฉลี่ยอยู่ที่ 6.13 ครั้งต่อสถานีฐาน เวลาที่อุปกรณ์เกิดขัดข้องอยู่ที่ 624 ชั่วโมงต่อสถานีฐาน ค่าเฉลี่ยของระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง(MTBF) โดยเฉลี่ยต่อสถานีฐานเท่ากับ 1,932.89 ชั่วโมง ค่าอัตราความพร้อมใช้งานเฉลี่ยอุปกรณ์สถานีฐาน อยู่ที่ 0.94% และมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 346,106 บาทต่อสถานีฐาน ทั้งนี้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและให้ระบบสามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้มุ่งเสนอการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับบริษัทกรณีสึกษา โดยตั้งเป้าหมายเพื่อลดจำนวนครั้งการเกิดเหตุการณ์ สถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพจากสาเหตุในส่วนของ WLL อย่างน้อย 20%

หลังการปรับปรุงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับพบว่า จำนวนครั้งการขัดข้องของระบบลดลงเหลือ 3.75 ครั้งต่อสถานีฐาน(ลดลง 35.46%) เวลาที่อุปกรณ์เกิดขัดข้องอยู่ที่ 270 ชั่วโมงต่อสถานีฐาน (ลดลง 53.28%) ค่าเฉลี่ยของระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง (MTBF) โดยเฉลี่ยต่อสถานีฐานเท่ากับ 3,104.75 ชั่วโมง (เพิ่มขึ้น71.46%) ค่าอัตราความพร้อมใช้งานเฉลี่ยอุปกรณ์สถานีฐาน อยู่ที่ 0.98 % (เพิ่มขึ้น 3.52%) และมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 141,396 บาทต่อสถานีฐาน (ลดลง 55.62%)

Thesis Title WLL (Wireless Local Loop) Preventive Maintenance
for reduction problem from Base Station unworkable.
Author Phakamat Phumsurat
Thesis Advisor Assistant Professor Suparatchai Vorarat Ph.D.
Department Engineering Management.
Academic Year 2007

ABSTRACT

According to the telecommunication business in the country has been growing obviously. It may push the economy and the growth of business in country up or down. Nowadays, there's a high competition in the market to service customer to give them a satisfaction. So, it is one of a case study to maintenance WLL system.

From the research, we found that the company does not have a standard to maintenances equipment fully system. Therefore, the maintenance will begin mostly when the system has a problem, damaged devices or receiving call from customer. Moreover, a number of frequency and period time to find out the solution are quit high level. This will make the customer inconvincible to the system. We found that there was the frequency of the problem has occurred from devices average 6.13 times per BS. A period time of the device's problem 624 hours per BS. The Mean time between failures (MTBF) 1,932.89 hours per BS. Availability Rate is 0.94 % per BS. In addition, damage cost around 346,106 Bath per BS in average. So, to resolve these problems and the system able to service fully efficiency. This thesis aims to propose the preventive maintenance to the company. The final goal is to reduce frequency at least 20% from WLL BS is not able to service fully efficiency.

After the beginning of preventive maintenance, we did compare the result between before and after. The frequency of problem was reduced 3.75 times per BS (decrease 35.46%) A period time of the device's problem 270 hours per BS (decrease 53.28%). The Mean time between failures (MTBF) 3,104.75 hours per BS (increase 71.46%).Availability Rate is 0.98 % per BS (increase 3.52%) and a damage cost around 141,396 Bath per BS in average (decrease 55.62%).

บทที่ 1

บทนำ

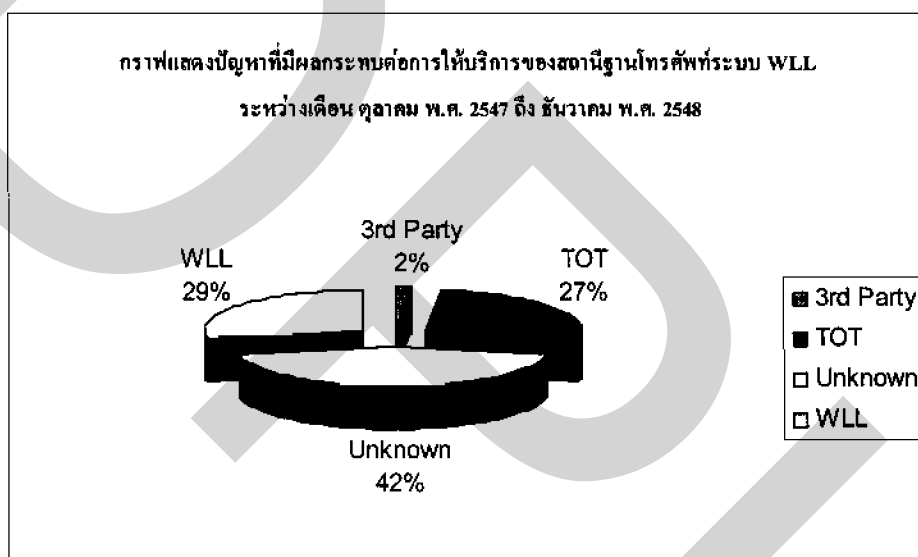
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การติดต่อสื่อสาร มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและความเจริญของประเทศ ในอดีตที่ผ่านมา การให้บริการ โทรศัพท์พื้นฐานในประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่อยู่นอกบริเวณข่ายสาย ยังไม่เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน การให้บริการโทรศัพท์ไม่อาจขยายได้รวดเร็ว ด้วยข้อจำกัดหลายประการ เช่น การขาดเงินลงทุน หรือต้องใช้เวลาในการอนุมัติ ในการจัดหา และการดำเนินงานเป็นต้น ทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันในการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ความสามารถในการพัฒนาความรู้ความเจริญ ระหว่างประชาชนในเขตเมืองกับในเขตชนบท บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) จึงได้พิจารณาหาทางเร่งรัดแก้ไขปัญหานี้โดยอาศัย ดำเนินการเช่าอุปกรณ์เพื่อให้บริการ โทรศัพท์ในพื้นที่รอบนอกข่ายสายจากบุคคลภายนอกซึ่งจะ ดำเนินการได้ทันที โครงการนี้มีชื่อว่า “โครงการเช่าระบบและอุปกรณ์ให้บริการ โทรศัพท์นอกข่าย สายพร้อมการบำรุงรักษา” หรือ โทรศัพท์ระบบ WLL (บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2545) โดยมีเป้าหมายที่จะขยายพื้นที่ให้บริการ โทรศัพท์พื้นฐานออกไปยังบริเวณนอกข่ายสายเดิม เพิ่มขึ้นอีก 240,000 เลขหมาย โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 12 โซนทั่วประเทศ

เนื่องจากการให้บริการทางโทรศัพท์จัดเป็นงานบริการที่มีเป้าหมายหลักคือตอบสนอง ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการและทัศนคติที่ดีต่อผู้ให้บริการ ปัจจัยส่วนหนึ่งที่สามารถทำให้องค์กร ประสบความสำเร็จคือ การบริการที่มีคุณภาพจากการทำงานของอุปกรณ์ระบบ และการลดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายหลัก บริษัทกรณีสึกษาคือ ชุมิโตโมอิเล็กทรอนิกส์ อินดัสตรี ลิมิเต็ด เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการบำรุงรักษาระบบ โดยการดูแลรักษาอุปกรณ์ให้ สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงเมื่อระบบเกิดปัญหา สถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ คือไม่สามารถรับ-ส่งสัญญาณได้ หมายถึง จำนวนผู้ใช้งานในบริเวณที่ สถานีฐานส่งสัญญาณครอบคลุม ไม่สามารถใช้โทรศัพท์ได้ และที่สำคัญคือ ถ้ามีการแก้ไขงานล่าช้าก็มีการงดค่าเช่าจาก ทศท.และต้อง จ่ายค่าปรับให้ทศท. ตามข้อตกลงหรือสัญญาระหว่าง ทศท.กับ บริษัทคู่สัญญา โดยรายได้หลักของ โทรศัพท์ระบบนี้คือค่าเช่าเลขหมายและค่าใช้จ่ายบริการ โทรศัพท์ระบบ WLL เปิดให้บริการตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 ปัจจุบันมีสถานีฐานทั้งหมด 191 แห่ง มีผู้ให้บริการ 140,000 เลขหมาย จากทั่วประเทศ

โครงสร้างการทำงานของอุปกรณ์โทรศัพท์ระบบ WLL ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบไปด้วยทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานของระบบต้องมีการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ของระบบ WLL และของ ทศท. ดังนั้นที่มาของปัญหาเกิดมาจากหลายส่วนด้วยกัน ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการศึกษาเฉพาะอุปกรณ์ในส่วนรับผิดชอบของบริษัทกรณีศึกษาคือ ปัญหาที่เกิดจากสถานีฐานเท่านั้น

โดยมีการแบ่งสัดส่วนของปัญหาจากข้อมูลการบำรุงรักษาในเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547- ธันวาคม 2548 ที่ผ่านมาดังนี้



ภาพที่ 1.1 สรุปปัญหาซึ่งมีสัดส่วนของสาเหตุเสียที่ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ

จากกราฟเห็นถึงสัดส่วนการเกิดเหตุการณ์ที่ระบบไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งมาจากปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน ดังนี้

(1) ปัญหาที่เกิดจากภัยธรรมชาติ (3rd Party) หรืออื่นๆ ได้แก่ น้ำท่วม ไฟฟ้าดับ ซึ่งเกิดขึ้นจำนวน 13 ครั้งคิดเป็น 2 % ซึ่งเป็นจำนวนน้อยและปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่นอกการควบคุมและไม่สามารถคาดการณ์ได้

(2) ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ของ ทศท. (TOT) ได้แก่ อุปกรณ์ทางด้านสวิทชิง และสื่อสัญญาณโทรคมนาคม หรืออุปกรณ์ทุกอย่างที่อยู่ในส่วนรับผิดชอบของ ทศท. จากกราฟเกิดปัญหา

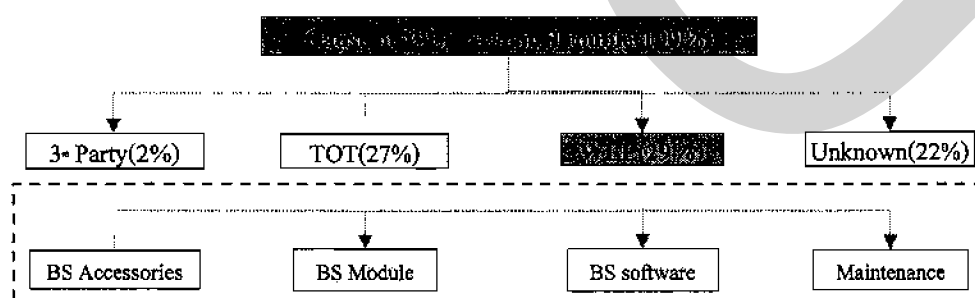
ขึ้นจำนวน 217 ครั้ง คิดเป็น 27% เนื่องด้วยระบบ WLL จะทำงานได้ต่อเมื่อทศท. ทำการเชื่อมต่อและส่งสัญญาณให้เท่านั้นและอยู่ภายใต้การควบคุมและข้อตกลงตามสัญญาระหว่างบริษัท ฉะนั้นปัญหาที่เกิดจากทศท.เป็นปัญหาที่ไม่สามารถควบคุมได้ และอยู่ภายนอกขอบเขตความรับผิดชอบของบริษัทการศึกษา

(3) ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ของระบบ WLL ได้แก่ สถานีฐาน, แหล่งจ่ายไฟ และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในส่วนที่บริษัทศึกษามีหน้าที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษา จากกราฟเกิดเหตุที่ระบบไม่สามารถให้บริการได้เป็นจำนวน 232 ครั้ง คิดเป็น 29 % ด้วยหน้าที่และความรับผิดชอบต่องาน ปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและต้องรีบแก้ไข โดยผู้ดูแลระบบสามารถปรับปรุงให้ระบบทำงานมีประสิทธิภาพขึ้น ฉะนั้นปัญหานี้จึงเป็นปัญหาที่อยู่ภายในขอบเขตของบริษัทการศึกษาที่สามารถหาวิธีการแก้ไขได้

(4) ไม่สามารถระบุปัญหา (Unknown) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถระบุได้ว่าสาเหตุที่ระบบไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพเกิดมาจากส่วนไหน ซึ่งอาจจะเป็นทางทศท.หรือ WLL จากข้อมูลเกิดขึ้นจำนวน 349 ครั้ง คิดเป็น 42% และเป็นสัดส่วนของการเกิดปัญหามากที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาทางด้านเทคนิคที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ คือเจ้าของระบบเป็นผู้วิเคราะห์และหาสาเหตุเสีย หรือจะต้องแก้ไขร่วมกันระหว่างทศท.และผู้เชี่ยวชาญเจ้าของระบบเมื่อเกิดปัญหานี้บริษัทศึกษามีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นทางด้านเทคนิคให้เจ้าของระบบนำไปวิเคราะห์และหาทางแก้ไขและทำให้ระบบสามารถให้บริการได้เร็วที่สุด

1.1.1 ประเด็นปัญหาที่จะทำการวิจัย

ปัญหาที่จะนำมาวิจัย คือ ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ของระบบ WLL เป็นสัดส่วน 29% จากปัญหาทั้งหมด และสามารถจำแนกปัญหาตามสาเหตุที่เกิดขึ้นและเลือกอุปกรณ์ในส่วนของ WLL ที่มีผลกระทบต่อสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ มาทำการวิจัย ดังแผนภาพ

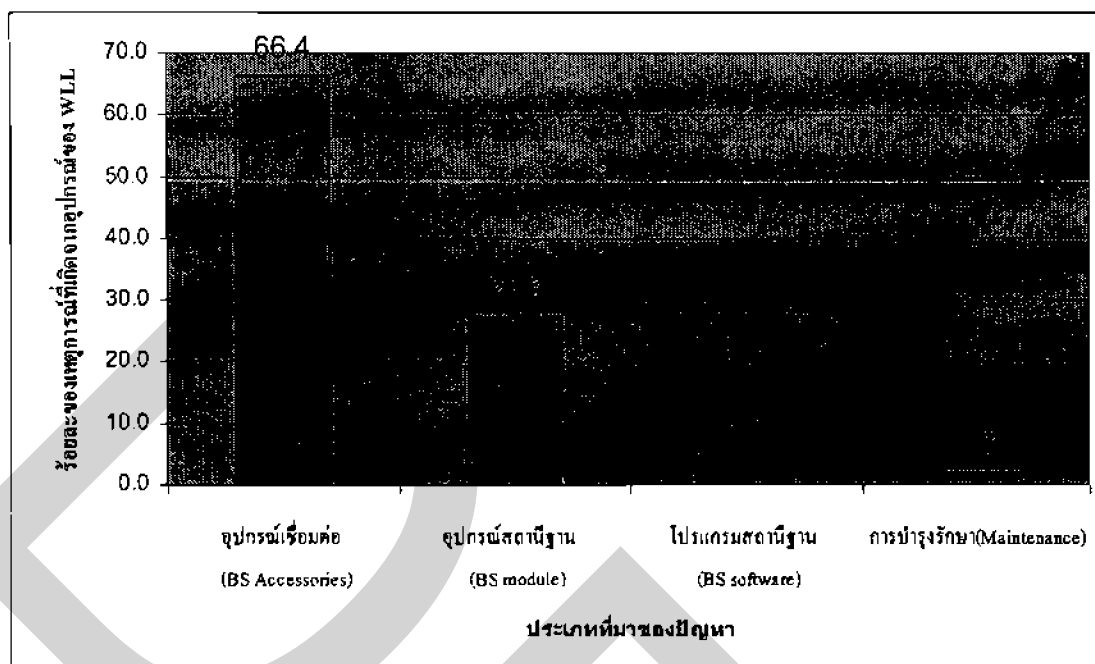


ภาพที่ 1.2 แผนภาพการแบ่งสาเหตุที่มาของปัญหาและขอบเขตของปัญหาที่จะนำมาวิจัย

ตารางที่ 1.1 สถิติการเกิดของปัญหาที่มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ภายในของระบบ WLL

ปี พ.ศ.	เดือน	สาเหตุจากอุปกรณ์ของระบบ WLL ที่มีผลกระทบต่อการใช้งานบริการของ สถานีฐาน (จำนวนครั้ง)/191 BS			
		อุปกรณ์ เชื่อมต่อ (BS Accessories)	อุปกรณ์ สถานีฐาน (BS module)	โปรแกรม สถานีฐาน (BS software)	การบำรุงรักษา (Maintenance)
2547	ต.ค.	4	9	-	-
	พ.ย.	4	1	1	-
	ธ.ค.	3	7	-	1
2548	ม.ค.	9	6	-	1
	ก.พ.	3	2	-	-
	มี.ค.	12	10	-	1
	เม.ย.	4	1	8	-
	พ.ค.	6	2	-	-
	มิ.ย.	11	6	-	-
	ก.ค.	7	-	-	-
	ส.ค.	8	2	-	-
	ก.ย.	18	6	-	1
	ต.ค.	25	1	1	-
	พ.ย.	22	6	1	-
	ธ.ค.	18	4	-	-
รวม(ครั้ง)	232	154	63	11	4
ร้อยละ	100	66.4	27.2	4.7	1.7

ที่มา : ชุมิต โมอิลีเกดริกส์ อินคัสตรี ลิมิเต็ด



ภาพที่ 1.3 ร้อยละของปัญหาจากอุปกรณ์ภายในของ WLL ที่มีผลกระทบต่อการให้บริการของสถานีฐาน

ที่มา : ชุมิโต โมอิเส็กตริกส์ อินคัสตรี ลิมิเต็ด

จากแผนภาพปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ภายในระบบ WLL แม้ว่าปัญหาที่เกิดจากโปรแกรมสถานีฐานจะเป็นปัญหาที่สำคัญเป็นลำดับที่ 3 แต่ก็ได้มีการแก้ไขแล้วโดยการปรับเปลี่ยนโปรแกรมสถานีฐานทั้ง 191 สถานีฐานในเดือนเมษายน พ.ศ.2548 จึงไม่นำปัญหานี้มาวิเคราะห์ส่วนอีก 3 ปัญหาเป็นปัญหาที่บริษัทกรณีศึกษาต้องหาแนวทางในการป้องกันการเกิดปัญหาสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้เพราะเมื่อระบบเกิดปัญหาขึ้นมีผลกระทบต่อผู้ใช้บริการที่อยู่ในบริเวณข่ายสายของสถานีฐานนั้นและ เนื่องจากสถานีฐานมีพื้นที่การติดตั้งกระจายทั่วประเทศ ระยะทางและเวลาในการแก้ไขปัญหาส่งผลต่อ การบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์ ด้วย

1.1.2 สรุปที่มาของปัญหามีดังนี้

1.1.2.1 ในอดีตที่ผ่านมามีบริษัทใช้วิธีการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นโดยไม่มีวิธีป้องกันก่อนที่จะเกิดปัญหาขึ้นและผลกระทบจากปัญหาการขัดข้องของอุปกรณ์ทำให้ความ

นำเชื้อดีของผู้ให้บริการลดน้อยลงไปส่งผล ทำให้รายได้ส่วนหนึ่งจากผู้ให้บริการขาดหายไป เนื่องจากมีการยกเลิกการใช้บริการ

1.1.2.2 ไม่มีการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสม เป็นผลให้ข้อมูลการบำรุงรักษาและวิธีการแก้ไขปัญหา ที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในเชิงป้องกันรวมทั้งไม่มีมาตรการในการวางแผนการบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาคือต้อง

เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้มุ่งเสนอจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(Preventive Maintenance) โดยการออกแบบเอกสารวิธีการในการตรวจเช็ค อุปกรณ์ ได้แก่ คู่มือการบำรุงรักษาและการวางแผนการนำไปใช้งานรวมถึงการจัดเก็บเอกสารข้อมูลในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อให้เกิดมาตรฐานระบบการบำรุงรักษาอุปกรณ์และสามารถควบคุมหรือติดตามการทำงานของผู้ที่อยู่หน้างาน, ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลดลง และปัญหาที่ระบบไม่สามารถให้บริการได้ลดลง นำมาซึ่งการทำงานของระบบมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพมากขึ้น เป็นผลให้ผู้ให้บริการระบบเกิดความพึงพอใจมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการบำรุงรักษาโทรศัพท์ระบบ WLL โดยการออกแบบคู่มือการบำรุงรักษาซึ่งเป็นเครื่องมือในการตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบ

1.2.2 เพื่อลดปัญหา สถานีสถานไม่สามารถให้บริการได้ โดยการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นกับสถานีสถานของโทรศัพท์ระบบ WLL หรือเรียกว่า “โครงการเช่าระบบและอุปกรณ์ให้บริการ โทรศัพท์นอกข่ายสายพร้อมการบำรุงรักษา” ของ ทศท.เฉพาะอุปกรณ์ส่วนของ WLL เท่านั้นซึ่งมีจำนวน 191 สถานีสถานจากทั่วประเทศ

1.3.2 จัดแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการบำรุงรักษาโทรศัพท์ระบบ WLL และออกแบบ คู่มือการบำรุงรักษาโดยอาศัยประวัติข้อมูลการบำรุงรักษาที่ผ่านมา

1.3.3 นำแผนงานดังกล่าวมาใช้งาน ติดตาม และสรุปผล โดยตั้งเป้าหมายเพื่อลดจำนวนครั้งการเกิดเหตุการณ์ สถานีสถานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพจากสาเหตุในส่วนของ WLL อย่างน้อยร้อยละ 20

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการบำรุงรักษาโทรศัพท์ระบบ WLL และ คู่มือการบำรุงรักษา ที่เหมาะสมที่ให้แก่ข้อมูล ไปวิเคราะห์และวางแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์โทรศัพท์ระบบ WLL ซึ่งช่วยลดต้นทุนการบำรุงรักษาและสามารถลดปัญหาการเกิด สถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้

1.4.2 สร้างความพึงพอใจและความเชื่อมั่นต่อองค์กรให้กับผู้ใช้บริการด้วยการบริการที่มีคุณภาพ

1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย

งาน	ลำดับ	2548					2549					2550						
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	1																	
วิเคราะห์ข้อมูล	5																	
ออกแบบระบบ	3																	
นำผลไปปฏิบัติใช้งาน	48																	
ติดตามผลและสรุปผล	20																	

ภาพที่ 1.4 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 โทรศัพท์ระบบ WLL (Wireless Local Loop) หมายถึง โทรศัพท์ไร้สายที่ติดตั้งนอกพื้นที่ ข่ายสายของทศท. หรือเรียกอีกอย่างว่าระบบโทรศัพท์นอกข่ายสาย

1.6.2 ทศท. หมายถึง บริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด(มหาชน)

1.6.3 Base Station (BS) หมายถึง สถานีฐานรับ-ส่ง สัญญาณ โทรศัพท์ระบบ WLL

1.6.4 Site Controller (SC) หมายถึง ระบบโครงข่ายที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ของโทรศัพท์ระบบ WLL

1.6.5 BS system down หมายถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นกับสถานีฐานของโทรศัพท์ระบบ WLL และ ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้

1.6.6 BS Accessories หมายถึง อุปกรณ์เชื่อมต่อสถานีฐาน

1.6.7 BS module หมายถึง อุปกรณ์โครงสร้างภายในของสถานีฐาน

1.6.8 BS software หมายถึง โปรแกรมสถานีฐาน

1.6.9 Maintenance หมายถึง การบำรุงรักษาอุปกรณ์ของโทรศัพท์ระบบ WLL

บทที่ 2

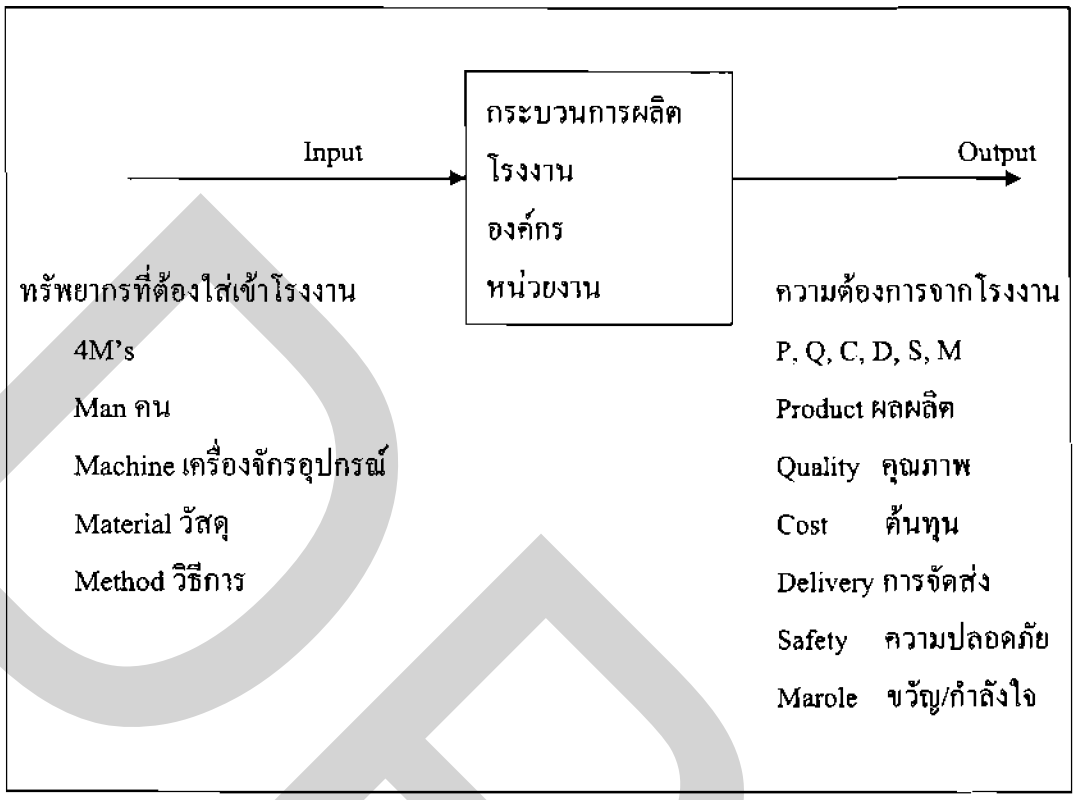
แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษา

ปัจจุบันประเด็นของการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมได้เป็นที่กล่าวถึงอย่างกว้างขวางก็เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญต่อการแข่งขันทางธุรกิจ โดยเฉพาะในภาคธุรกิจการผลิตที่มีปัจจัยสำคัญ นั่นคือเครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งได้มีการพัฒนาให้มีรูปแบบการทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงส่งผลให้เครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นสินทรัพย์ที่มีการลงทุนสูง ถ้าหากมีการขัดข้องหรือหยุดเครื่องเกิดขึ้น ก็จะเกิดความสูญเสียทั้งในเชิงเศรษฐศาสตร์ ที่รวมถึงโอกาสในการแข่งขัน ดังนั้นการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจึงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตโดยรวมนั่นหมายถึง การมุ่งกิจกรรมบำรุงรักษาและดูแลเครื่องจักร(Maintenance) มากกว่าการซ่อมแซมซึ่งจะส่งผลให้เครื่องจักรสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดีหรือมีค่าผลิตผลได้จริง (Yield) ที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลและตรวจเช็คสภาพตามระยะเวลา เพื่อทำการซ่อมแซมและปรับตั้งก่อนที่จะเกิดความขัดข้อง แต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิผลต่อการดำเนินงาน

2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตนั้นมีวิธีต่างๆมากมายนักพัฒนาการผลิตทั้งหลายได้พยายามหาวิธีการจากการพัฒนาเทคโนโลยีในเรื่องของการผลิตจนถึงการพัฒนานุเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงการจัดการเรื่องวัสดุ ความปลอดภัย การจัดส่ง และการลดต้นทุนนอกจากแล้วปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในยุคสมัยใหม่นี้ต้องเป็นเรื่องเครื่องจักร อุปกรณ์ หากมีการเสียหายเกิดขึ้นกะทันหันหรือเครื่องจักรอุปกรณ์มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์จะทำให้ลดประสิทธิภาพการผลิตหรือการให้บริการลงไปทันทีและอาจเกิดความเสียหายอื่นๆ ตามมาอีกมากมายดังนั้นจึงมีการหาวิธีการแนวทางบำรุงรักษาสมัยใหม่ในการดูแลเครื่องจักรอุปกรณ์ตั้งแต่จัดซื้อจนจำหน่ายออก



ภาพที่ 2.1 แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (พูนพร แสงบางปลา, 2542)

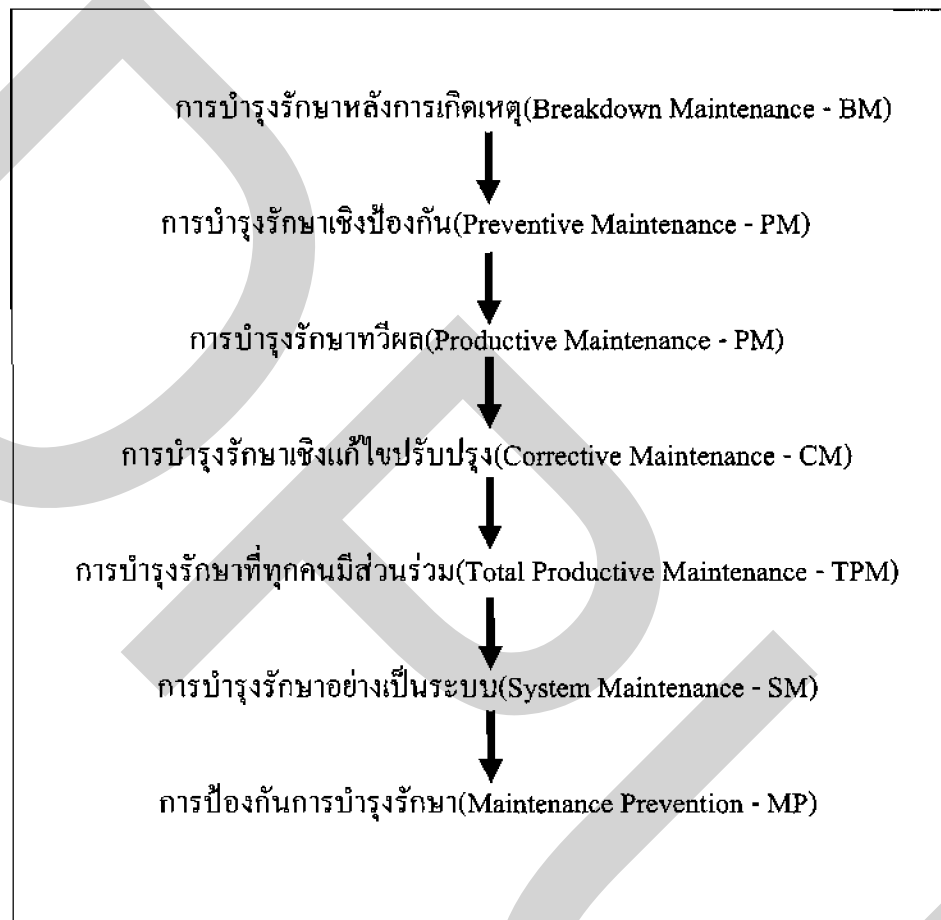
ประสิทธิภาพการผลิตคือการพัฒนา P Q C D S M และ 4M ให้ดีขึ้น ไม่ว่าจะพัฒนาตัวไหนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งนั้น

การบำรุงรักษา คือการดูแลเครื่องจักร/อุปกรณ์ นับตั้งแต่จัดซื้อจนถึงจำหน่ายออก

2.3 วิวัฒนาการและประเภทของการบำรุงรักษา

ในยุคต้นๆของการใช้เครื่องจักรนั้นมักจะใช้จนกว่าจะเกิดการเสียจึงทำการซ่อม ซึ่งทำให้เกิดการเสียหายอื่นๆตามมา จนถึงยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ได้มีการวางระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้น เพื่อยืดอายุของเครื่องจักร และป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสียกะทันหัน ต่อมาสหรัฐอเมริกาได้วางระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลขึ้น คือมีการบำรุงรักษาป้องกันแต่ขณะเดียวกันต้องประเมินผลว่าค่าบำรุงรักษาต้องคุ้มกับผลผลิตที่เกิดขึ้นสำหรับการบำรุงรักษาที่

ผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมนั้น พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่นโดยนำอาระบบบำรุงรักษาที่ผลมาพิจารณาที่จะไม่ให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องได้เลยซึ่งทั้งนี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหาร ฝ่ายวางแผนฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายบำรุงรักษา ฝ่ายจัดซื้อ รวมถึงผู้ปฏิบัติงานทุกคนในองค์กร



ภาพที่ 2.2 วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา, (ขุนพร แสงบางปลา, 2542)

2.4 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โดยทั่วไปเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกจะมีการสึกหรอจากการใช้งาน และสภาพแวดล้อมจึงต้องมีการดูแลและตรวจเช็คสภาพตามรอบเวลาเพื่อทำการซ่อมแซมและปรับตั้ง ก่อนที่จะเกิดข้อขัดข้องรวมทั้งยืดอายุหบต่อผลเสียที่ตามมาเวลาการใช้งาน แต่การดำเนินการดังกล่าว จะต้องกระทำในช่วงเวลาอันเหมาะสมเพื่อลดผลกระทบที่ตามมา กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมีบทบาทที่สำคัญในการปกป้องการเสื่อมสภาพก่อนเวลาและลดความสูญเสียจากการขัดข้องเช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม เสียเวลาในการรอคอย การหยุดผลิต ปัญหาทางคุณภาพ เป็นต้น รวมทั้งยังทำให้สูญเสียโอกาสในการแข่งขัน การวางแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะสามารถลดความสูญเสียโดยรวม และเป็นการรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาอุปกรณ์ให้มีสภาพที่พร้อมใช้งานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงผลิตภาพโดยรวม

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือเรียกว่าการบำรุงรักษาเชิงวางแผน และการบำรุงรักษาตามกำหนดการ โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการรักษาสภาพการเดินเครื่องที่เหมาะสมก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้อง โดยมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสของการชำรุดทำให้เครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่สูงขึ้น ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสภาพเครื่อง ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมุ่งเน้นในการระบุดต้นตอของปัญหา และทำการแก้ไขก่อนที่จะเกิดการ การขัดข้องแบบฉับพลัน ความสัมฤทธิ์ผลของการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงขึ้นกับความถี่ของการตรวจสอบและการดำเนินการ ซึ่งความถี่ของการขัดข้องจึงเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์และการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน โดยกิจกรรมดังกล่าวจะมีการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ กิจกรรมที่สำคัญของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีดังนี้

2.4.1 การดูแลทำความสะอาดเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวก โดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเครื่องจักร ก็คือ ความสกปรก ดังนั้นกิจกรรมพื้นฐานอย่าง 5 ส จึงมีบทบาทที่สำคัญ

2.4.2 การรักษาเงื่อนไขการเดินเครื่องให้อยู่สถานะที่ปกติ เนื่องจากเครื่องจักรทุกชนิดได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานภายใต้ข้อกำหนด มีข้อเสนอแนะที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการ ซึ่งสภาพการใช้งานเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพและการขัดข้องของเครื่องจักร โดยมีปัจจัยที่สำคัญ เช่น ความเร็ว อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะมุ่งรักษาสถานะการใช้งานไม่ให้เกินจากข้อกำหนดเพื่อเป็นการรักษาสภาพเครื่อง ไม่ให้เสื่อมสภาพก่อนกำหนดและยังยืดอายุการใช้งาน

2.4.3 การตรวจสอบตามรอบเวลา เพียงแต่กิจกรรมทำความสะอาดเครื่องคงไม่เพียงพอ ดังนั้น การตรวจติดตามการปฏิบัติการจึงเป็นการตรวจจับอาการที่เป็นสัญญาณเตือน ซึ่งผู้ปฏิบัติการจะทำการตรวจเช็คทั้งภายนอกและภายใน โดยที่การตรวจภายนอกกระทำโดยการสังเกตและการใช้ความรู้สึก ในการตรวจจับความผิดปกติ เช่นการสั่นสะเทือน ความร้อนที่สูงขึ้น เสียง เป็นต้น ส่วนการตรวจภายในสามารถดำเนินการโดยตรวจสอบชิ้นส่วนภายใน เช่น เกียร์ ลูกปืน พีกัดเหื้อของชิ้นส่วน เมื่อเกิดอาการขึ้นก็ดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นโดยผู้ปฏิบัติการ เช่นการขันตัวยึดให้แน่น การเติมน้ำมัน หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนถ้าหากไม่มีการตรวจจับอาการหรือการแก้ปัญหาเบื้องต้น ก็อาจเกิดปัญหาตุกติก จนก่อให้เกิดความเสียหายขึ้น ดังนั้นความถี่ของการตรวจจับควรที่จะกำหนดและพิจารณาอย่างรอบคอบ ถ้าหากทำการตรวจบ่อยครั้งก็อาจทำให้เกิดความสูญเปล่าของเวลาการเดินเครื่องและผลิตภาพทางแรงงานซึ่งการกำหนดระยะเวลาและความถี่ในการตรวจสอบอาจใช้ประสบการณ์และการกำหนดการที่จำแนกตามประเภทเครื่องจักร

2.4.4 การบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล เป็นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเฉพาะการเก็บประวัติการซ่อมบำรุง ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญที่จะสนับสนุนต่อการวางแผนและการจัดทำกำหนดการบำรุงรักษา

2.4.5 การวางแผนเพื่อกำหนดตารางการบำรุงรักษา สำหรับในทุกกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันควรมีการวางแผนล่วงหน้าในรายละเอียดโดยใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาที่ถูกบันทึก ดังนั้นการจัดทำแผนงานจะต้องทำอย่างรอบคอบ โดยมีการระบุรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน

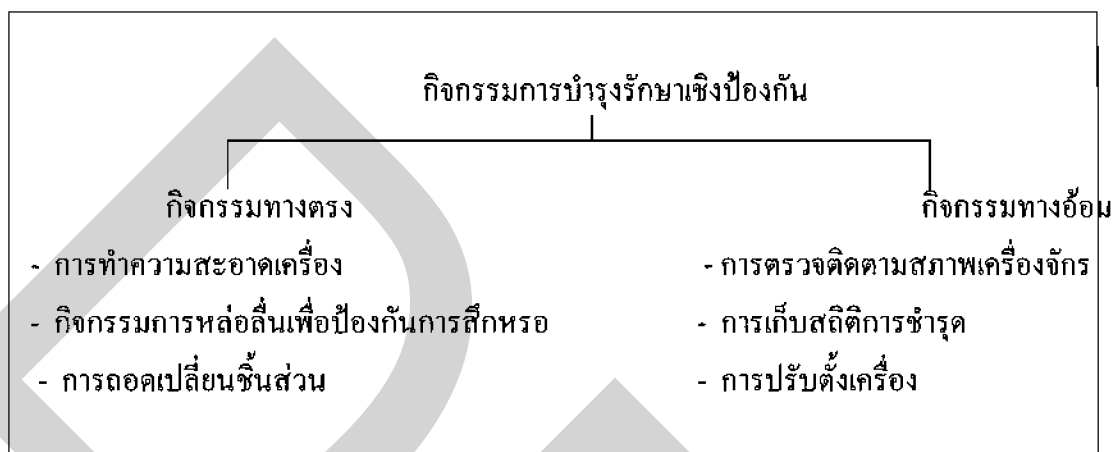
2.4.6 การฝึกอบรมบุคลากร ที่เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษา โดยเฉพาะบุคลากรที่เป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่นช่างเทคนิคและผู้ควบคุมงาน ควรได้รับการฝึกอบรม ให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆอย่างเป็นระบบเช่น การบำรุงรักษา การตรวจติดตาม และการซ่อมแซม

2.5 เป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

- (1) เพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมการใช้งานสูงสุด โดยหลีกเลี่ยงการเกิดการขัดข้องกะทันหัน และลดเวลาการหยุดของเครื่อง
- (2) รักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ที่จะส่งผลต่อคุณภาพของสินค้า
- (3) ลดอัตราการชำรุดและการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร
- (4) เพื่อให้เครื่องจักรมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ในขณะที่เดินเครื่อง

(5) เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องอย่างเต็มประสิทธิภาพ

(6) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและการจัดอุปกรณ์สำรองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม



ภาพที่ 2.3 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ที่มา: การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม (โกศล ดิสิลธรรม, 2547)

2.6 ความสำคัญของระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และผลประโยชน์ที่ได้รับ

ปัจจุบันเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ถูกค้นคว้าและนำมาใช้อย่างกว้างขวาง การใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติทางด้านอุตสาหกรรม ย่อมทำให้ตัวจักรสำคัญในการผลิตเปลี่ยนรูปจากกำลังคนไปเป็นอุปกรณ์เครื่องจักร อันเป็นผลทำให้ปัจจัยสำคัญในการกำหนดปริมาณการผลิต คุณภาพและราคาต้นทุนเปลี่ยนไปด้วย อุปกรณ์เครื่องจักรเริ่มมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

เนื่องจากการทำให้มีการควบคุมอัตโนมัติ และการทำให้มีความก้าวหน้าสูงในตัวอุปกรณ์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เงินจำนวนมากในการลงทุนด้านอุปกรณ์เพื่อให้คุ้มค่ากับการถอนคืนเงินทุนอันมหาศาลนี้ จะต้องใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ให้ได้ผลเต็มที่ มิฉะนั้นแล้ว แทนที่จะได้รับผลกำไรตอบแทนอย่างคุ้มค่า อาจทำให้กิจการขององค์กรเอาตัวไม่รอด หากปฏิบัติไม่ถูกต้องตามหลักวิธีที่ถูกต้อง การทำให้อุปกรณ์มีความก้าวหน้าล้ำยุคยิ่งขึ้นเท่าใดกิจกรรมในการควบคุมรักษาอุปกรณ์ ดังกล่าวยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น และกลายเป็นปัญหาสำคัญของการบริหารองค์กร การบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือระบบงานที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ได้ ซึ่งในการบริหารงานสมัยใหม่นั้นจะขาดการดำเนินงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเสียมิได้

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน ถ้าระดับความเชื่อถือในอุปกรณ์เพิ่มสูงขึ้นโดยทั่วไปแล้ว ผลประโยชน์สำคัญๆอันเกิดจากการดำเนินงานพอสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

2.6.1 ทำให้ความเสียหายจากการหยุดเครื่องเมื่อเกิดเหตุขัดข้องลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานที่มีขบวนการผลิตต่อเนื่องจะได้รับผลกำไรตอบแทนมากขึ้น

2.6.2 ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาให้ต่ำลง

2.6.3 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพมาตรฐานหรือของเสียจะมีจำนวนลดน้อยลงอย่างมาก

2.6.4 อัตราผลกำไรเพิ่มสูงขึ้น

2.6.5 ความจำเป็นในการจัดอุปกรณ์สำรองน้อยลงดังนั้น การลงทุนจึงลดน้อยลงด้วย

2.6.6 ทำให้เกิดความคล่องตัวในการจัดวัสดุสำรองและช่วยลดปริมาณของวัสดุคงคลังด้วย

2.6.7 ลดต้นทุนการผลิต

2.6.8 ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยในการทำงาน การป้องกันรักษาอุปกรณ์ได้ผลดี ทำให้ช่วยลดค่าชดเชยและค่าเบี้ยประกันได้มาก

2.6.9 ทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ที่ปฏิบัติงานร่วมกัน ไม่มีเหตุการณ์อันใดเช่นการขัดข้อง ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อขัดแย้งและกำลังใจในการทำงานต่ำลงหรือว่าการเกิดเหตุขัดข้องโดยฉับพลันลดน้อยลง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเชื่อมั่นในการทำงาน

2.6.10 สามารถจัดความล่าช้าในขบวนการผลิตที่กำหนดไว้อันเนื่องจากเหตุขัดข้องและป้องกันไม่ให้เกิดส่งมอบล่าช้าขึ้นอีก

2.7 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)

แผนในการบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกเป็น แผนการปฏิบัติตามระบบการบำรุงรักษา และแผนการปฏิบัติเมื่อเครื่องจักรเสียหาย ซึ่งเป็นการเสียหายแบบฉับพลันการบำรุงรักษาตามแผนดังกล่าวจะทำให้การเสียของเครื่องจักรขณะใช้งานลดลงได้ หรือหากเกิดขึ้นก็จะกลับมาใช้งานได้ตามปกติอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการบำรุงรักษานั้นมีความจำเป็น

2.7.1 กิจกรรมในการบำรุงรักษาตามแผนคือ กิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา ประกอบไปด้วยกิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรมีอัตราความพร้อมใช้งานสูงและเพื่อความสามารถในการซ่อมบำรุง โดยวิธีการบำรุงรักษาที่จะช่วยส่งเสริม อัตราความพร้อมใช้งานและ ความสามารถในการซ่อมบำรุง ประกอบด้วยการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) เพื่อหยุดความเสียหาย

- (1.1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
 - (1.2) การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
 - (2) เพื่อป้องกันความเสียหาย
 - (2.1) การบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance)
 - (2.2) การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
 - (3) เพื่อความพร้อมเมื่อเกิดการเสียหาย
 - (3.1) การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง(Breakdown Maintenance)
- 2.7.2 ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามแผน
- ขั้นตอนที่ 1: การวิเคราะห์ความแตกต่างของสภาพพื้นฐานกับสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร
 - ขั้นตอนที่ 2: การปรับสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรให้เข้าสู่สภาพพื้นฐาน
 - ขั้นตอนที่ 3: การกำหนดมาตรฐานการใช้งาน และสภาพพื้นฐาน
 - ขั้นตอนที่ 4: การยืดอายุการใช้งาน
 - ขั้นตอนที่ 5: การปรับปรุงวิธีการตรวจสอบ และประสิทธิภาพการบำรุงรักษา
 - ขั้นตอนที่ 6: การตรวจสอบภาพรวมทั้งหมด
 - ขั้นตอนที่ 7: การใช้เครื่องจักรให้เต็มความสามารถของเครื่อง

2.8 การเสื่อมสภาพการใช้งานของอุปกรณ์

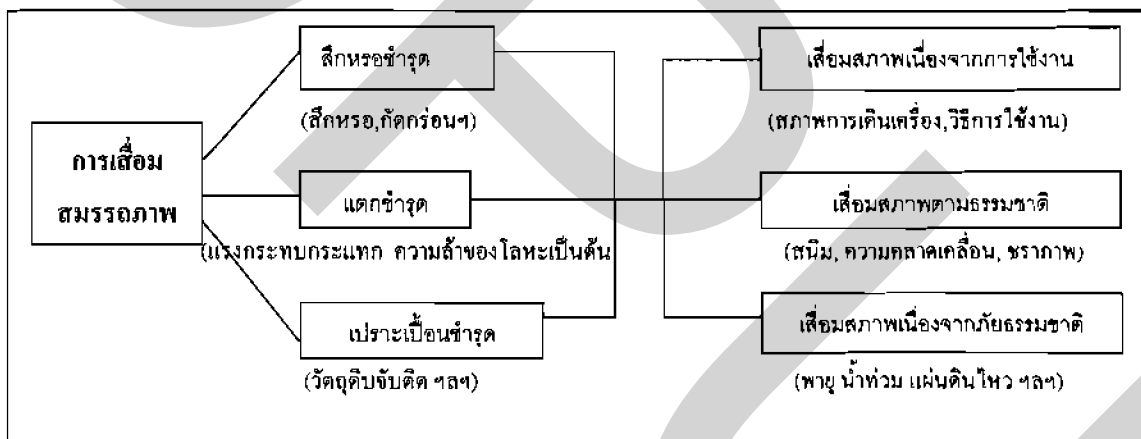
ก่อนที่จะทำการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ต้องทราบถึงลักษณะคุณสมบัติของสิ่งของอุปกรณ์เสียก่อนว่า มีลักษณะเป็นอย่างไรบ้าง ของหรืออุปกรณ์ทุกชนิดย่อมมีการเสื่อมสภาพการใช้งานซึ่งการเสื่อมสภาพนี้มีอยู่ 2 แบบด้วยกันดังนี้

2.8.1 แบบค่อยๆเสื่อมสภาพ หมายถึง ของหรืออุปกรณ์ที่ใช้อยู่ นั้นเมื่อเริ่มใช้คุณภาพจะสูง แต่เมื่อใช้ไปนานๆ คุณภาพจะเสื่อมหรือตกต่ำลงมา ซึ่งค่อยเป็นไปอย่างธรรมดาและการใช้อุปกรณ์ในระยะแรกค่าใช้จ่ายอาจจะไม่สูงเท่าใดนัก แต่เมื่อใช้ไปนานๆ ค่าใช้จ่ายจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นนี้มาจากค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

2.8.2 แบบเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด หรือแบบวิบัติ การเสื่อมสภาพแบบนี้ คือกรณีของหรืออุปกรณ์บางประเภทขณะที่ใช้งานอยู่นั้น คุณภาพก็ได้ตกต่ำ หรือเสื่อมคุณภาพแต่อย่างใด และค่าใช้จ่ายต่างๆก็ไม่ค่อยได้เพิ่มขึ้น แต่พอใช้ได้ไปสักระยะหนึ่งคุณภาพของอุปกรณ์ก็ตกต่ำลงทันที (โดยที่ไม่มีอาการบอกล่วงหน้าถึงการเสื่อมสภาพ) จนทำให้ไม่สามารถใช้อุปกรณ์นั้นได้อีกดังตัวอย่างเช่น เผลาของเครื่องสูบน้ำ ขณะใช้งานอยู่ จะไม่มีโอกาสทราบได้เลยว่าคุณภาพของ

เพลาจจะเสื่อมเนื่องจากแรงเครียด แรงเค้นสะสมหรือยังจะรู้ว่ามันใช้ไม่ได้แล้วก็ต่อเมื่อมันขาดจากกันแล้ว ซึ่งในกรณีเช่นนี้ จะหาวิธีตรวจสอบได้ยากมาก

สาเหตุที่ทำให้สมรรถภาพของอุปกรณ์เสื่อมลง มีอยู่หลายประการ ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 พอจะแบ่งออกเป็นหัวข้อใหญ่ๆ ได้แก่ การเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งาน(มีลักษณะหนักเบาแล้วแต่สภาพการเดินเครื่อง,วิธีการใช้งานเป็นต้น) การเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ(เกิดจากความเป็สนิม,ความคลาดเคลื่อน,ชราภาพเป็นต้น)และการเสื่อมสภาพเนื่องจากภัยธรรมชาติ(พายุ, น้ำท่วม, แผ่นดินไหว เป็นต้น) สาเหตุเหล่านี้ล้วนแต่มีผลกระทบกระเทือนทำให้อุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่เกิดการชำรุดในลักษณะสึกหรอ, ผุกร่อน และอื่นๆ หรือเกิดการแตกชำรุดเนื่องจากแรงกระทบกระแทก และความล้าของโลหะหรือเกิดปรากฏการณ์เปราะเป็อนชำรุดเนื่องจากการจับตัดของวัตถุคืบ และในที่สุดกำลังความสามารถในตัวอุปกรณ์อันเป็นคุณสมบัติจำเพาะมาตั้งแต่เดิมก็จะค่อยๆหมดสภาพลงลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่า"การเสื่อมสมรรถภาพ"



ภาพที่ 2.4 ผังแสดงสาเหตุการเสื่อมสมรรถภาพ

ที่มา: การบำรุงรักษาทวิผล (กล้าหาญ วรพุทธพร, 2524)

2.9 ดัชนีสมรรถนะงานบำรุงรักษา

เมื่อก้าวถึงดัชนีในการวัดสมรรถนะอะไรก็ตาม สิ่งที่เราต้องคำนึงถึงเสมอ คือ วัตถุประสงค์และเป้าหมายของสิ่งนั้นคืออะไร ถ้าเราไม่ทราบวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่แท้จริงก็ไม่สามารถกำหนดดัชนีชี้วัดได้ ในงานบำรุงรักษาก็เช่นเดียวกัน

2.9.1 เป้าหมายหลักของงานบำรุงรักษา มีอยู่ 5 เรื่องหลัก คือ

2.9.1.1 การทำให้ความพร้อมเกิดขึ้นกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสูงสุดหรือกล่าวง่าย ๆ คือ ฝ่ายผลิตต้องการใช้เครื่องจักรเมื่อไรก็สามารถเดินได้เมื่อนั้น เวลาที่พร้อมใช้งานมีสูงเท่าที่จะทำได้

2.9.1.2 การทำให้เครื่องจักรที่อยู่ในความรับผิดชอบมีความน่าเชื่อถือได้นั้นคือถ้าเดินเครื่องจักรขึ้นมาเมื่อไร นอกจากจะเดินได้นานแล้ว ยังมีความมั่นคงสูง ไม่หยุดหรือเสียบ่อยๆ

2.9.1.3 มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน การดำเนินงานบำรุงรักษาที่ดีจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ เนื่องจากงานบำรุงรักษา เป็นงานที่สามารถเกิดอันตรายได้ตลอดเวลาทั้งตัว

2.9.1.4 มีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน การดำเนินงานบำรุงรักษาที่ดีจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยอยู่เสมอ เนื่องจากงานบำรุงรักษา เป็นงานที่สามารถเกิดอันตรายได้ตลอดเวลาทั้งตัวผู้ปฏิบัติงานเอง ไปจนถึงคนที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

2.9.1.5 ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีต่อหน่วยงาน โรงงาน และชุมชน ซึ่งงานบำรุงรักษามักเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม เช่นระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกรองฝุ่นหรือควันที่ออกจากโรงงาน

2.9.1.6 งานทั้งหมดที่ทำนั้นจะต้องมีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม คงจะไม่สามารถกล่าวได้ว่าค่าใช้จ่ายต่ำสุด เนื่องจากการทำงานบำรุงรักษาของแต่ละโรงงานจะคำนึงถึงนโยบายเป็นหลัก ซึ่งนโยบายบางอย่างอาจทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงมาก ดังนั้นการทำให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามความจำเป็นเหมาะสมกับนโยบายนั้นๆ เป็นสิ่งที่สามารถทำได้

2.9.2 วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability engineering)

ปัญหาความชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ เป็นประเด็นสำคัญของทุกองค์กร เนื่องจากปัญหาดังกล่าวได้ก่อให้เกิดความสูญเสียไม่เพียงแต่เวลาการผลิต แต่ยังทำให้สูญเสียโอกาสในการแข่งขันดังนั้นความน่าเชื่อถือระบบจะสามารถขจัดความผันแปรของระบบ ซึ่งระบบจะต้องถูกออกแบบเพื่อให้มีสัมรรถนะและมาตรฐานตามที่คาดหวัง การบำรุงรักษาจึงเป็นการรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาอุปกรณ์ ให้มีสภาพที่พร้อมใช้งาน ส่วนความน่าเชื่อถือเป็นค่าความน่าจะเป็นที่ชิ้นส่วนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมตามช่วงเวลาที่กำหนด ดังนั้นการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาเครื่องจักร จึงเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่จะเพิ่มผลิตภาพในการดำเนินงาน โดยที่ความน่าเชื่อถือหมายถึงคุณภาพตลอดช่วงเวลาการใช้งาน ส่วนการประกันคุณภาพ ณ เวลาการตรวจสอบ ดังนั้นการทดสอบความน่าเชื่อถือจึงเป็นส่วนงานหนึ่งของฝ่ายงานวิศวกรรมและงานคุณภาพ

2.9.3 ดัชนีเครื่องจักร

2.9.3.1 ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability Factor) เป็นดัชนีหลักที่แสดงให้เห็นภาพรวมของการบริหารงานบำรุงรักษา ว่ามีประสิทธิภาพเพียงไร โดยเฉพาะประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมของเครื่องจักร} &= \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \\ \text{หรือ ความพร้อมใช้งาน (Availability)} &= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \end{aligned}$$

2.9.3.2 เวลาเดินเครื่องจักรต่อเนื่องโดยเฉลี่ย MTBF (Mean Time between Failures) เป็นดัชนีที่บอกถึงความน่าเชื่อถือได้ (Reliability) ของเครื่องจักร โดยเฉลี่ยจะเดินได้นานเท่าไร โดยไม่หยุดซ่อมเลย

$$\text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย (MTBF)} = \frac{\text{เวลาที่เดิน}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม}}$$

2.9.3.3 เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย MTTR (Mean Time to Repair) เป็นดัชนีที่บอกถึงความสามารถในการดูแลเครื่องจักรของหน่วยงานบำรุงรักษา โดยมีความหมายว่า ถ้าเครื่องจักรหยุดจะใช้เวลาซ่อมโดยเฉลี่ยนานเท่าไร ต่อครั้ง

$$\text{เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (MTTR)} = \frac{\text{เวลาที่หยุดซ่อม}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม}}$$

2.9.3.4 อัตราการเสีย (Failure Rate) เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่บอกความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในแต่ละช่วงการใช้งานซึ่งจะมีอัตราการเสียแตกต่างกัน อัตราการเสียจะเป็นส่วนกลับของ MTBF นั่นคือแสดงให้เห็นถึงถึงความถี่ของการเกิดความเสียหายในช่วงเวลาหนึ่งๆ

$$\text{Failure rate } (A) = \frac{1}{MTBF}$$

การใช้สถิติเพื่อประเมินหรือคาดการณ์ความน่าเชื่อถือ เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการออกแบบที่รวมถึงการจัดวางตำแหน่งและกำหนดการเดินทางเครื่อง

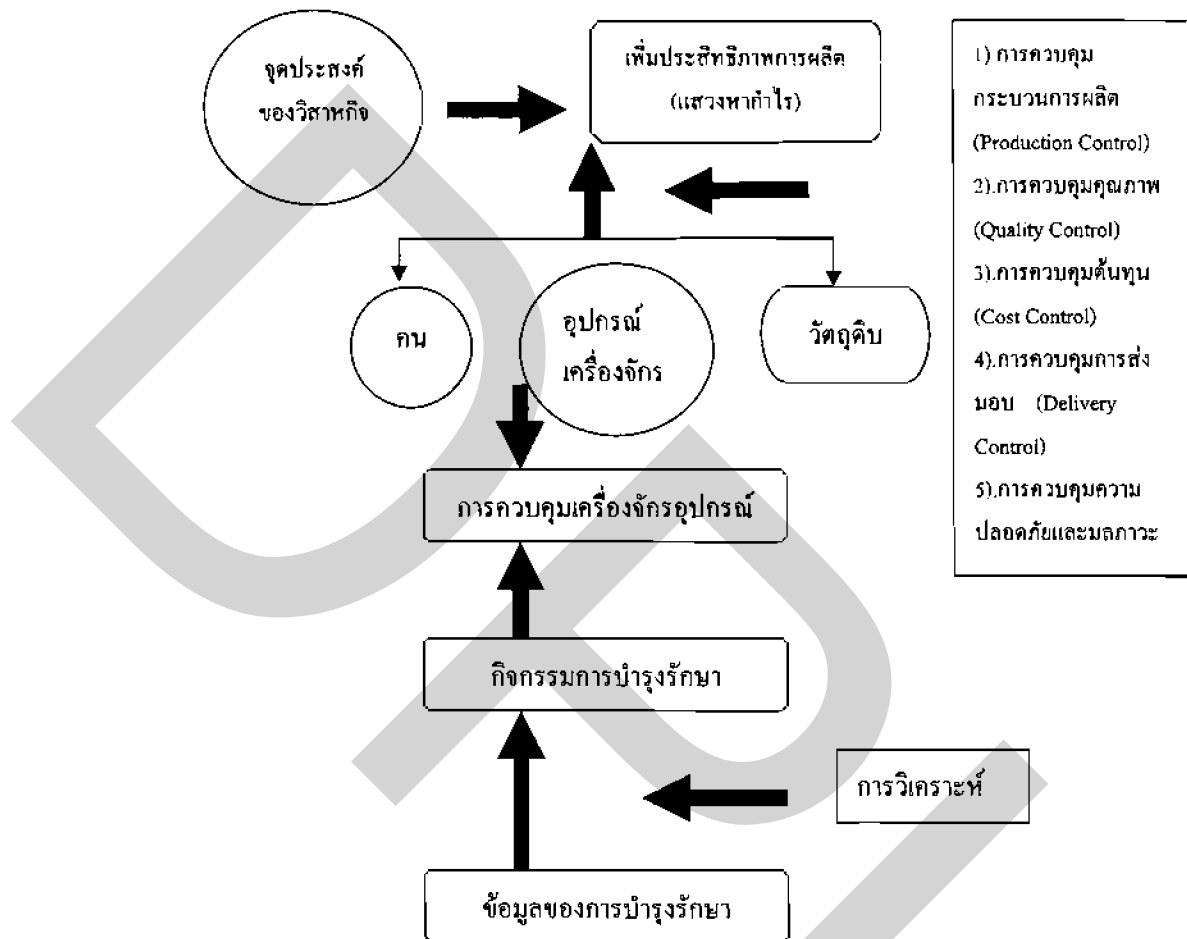
2.10 การเก็บข้อมูลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการบำรุงรักษา

การเก็บข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในงานบำรุงรักษา เพื่อไว้ใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น รวมถึงการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดงานบำรุงรักษาลงไปด้วยการเก็บข้อมูลควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ควรจะเก็บให้น้อยที่สุด แต่มีข้อมูลพอใช้งานควรเป็นแบบฟอร์มง่ายๆ สำหรับผู้ปฏิบัติงานและช่าง กรอกข้อมูลควรมีการตรวจสอบเพื่อความถูกต้องมิฉะนั้นหากนำข้อมูลที่ผิดมาใช้วางแผน จะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายหลังได้ในการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาหากไม่ได้นำมาใช้จะเสียเวลาเก็บข้อมูลโดยเปล่าประโยชน์ จึงควรนำข้อมูลมาวิเคราะห์และใช้งานอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อการพัฒนางานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของข้อมูลการบำรุงรักษาและการนำไปใช้งานมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- (1) กำหนดมาตรฐานของการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นรากฐานของการบำรุงรักษา
- (2) การช่วยเหลือแนะนำทางเทคนิคเพื่อการปฏิบัติ, การบำรุงรักษา
- (3) รวบรวมผลของการบำรุงรักษา เพื่อนำไปกำหนดแผนการปรับปรุง
- (4) ใช้แผนการปรับปรุง
- (5) กำหนดมาตรฐานใหม่

2.10.1 เป้าหมายของการรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา



ภาพที่ 2.5 เป้าหมายของการรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (พูนพร แสงบางปลา, 2542)

2.10.2 วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

2.10.2.1 เพื่อให้ผลิตได้ตามแผน

ทั้งนี้เพื่อให้เหตุขัดข้องนับพันหมื่นล้านไปโดยการดำเนินการอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับ การซ่อม ตรวจสอบ ซะ โลมทาหรือเติมน้ำมันให้เป็นไปตามข้อกำหนด

2.10.2.2 เพื่อรักษาและเพิ่มคุณภาพ

เป็นการรักษาไว้และเพิ่มสมรรถนะการใช้งาน ทั้งนี้โดยการตรวจสอบ ตรวจวัด ซ่อมแซมและปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ควรทำ

2.10.2.3 เพื่อการลดต้นทุน

การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องจักร การดัดแปลงสร้างใหม่ หรือเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักร การประหยัดแรงงานด้วยการเปลี่ยนระบบอัตโนมัติ การประหยัดพลังงาน

2.10.2.4 เพื่อส่งมอบตามกำหนด

การทำให้เหตุขัดข้องดับพ้นหมดสิ้นไป การเพิ่มขีดความสามารถ การซ่อมแซม(โดยทางเทคนิคและให้รวดเร็วทันเหตุการณ์)

2.10.2.5 เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม

2.10.2.6 เพื่อให้ขวัญและกำลังใจบุคลากร

2.10.3. ข้อมูลการบำรุงรักษา

ข้อมูลการบำรุงรักษาที่ดี

2.10.3.1 เป็นข้อมูลที่ถูกต้องไม่คดหล่น

2.10.3.2 เรื่องที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์นั้นชัดเจน

2.10.3.3 ความจำเป็นและจุดประสงค์ของการใช้ปฏิบัตินั้นชัดเจน

2.10.3.4 5W 1H

(1) ใคร...ข้อมูลนั้นมีความจำเป็นสำหรับใคร

(WHO ผู้มีตำแหน่งประเภทไหน)

(2) อะไร...จะควบคุมอะไร

(WHAT)

(3) ทำไม...การควบคุมนั้นทำไมจึงจำเป็น จำเป็นเพื่อที่จะทำอะไร

(WHY)

(4) ข้อมูลประเภทไหน...เพื่อการควบคุมที่ดีนั้นต้องการข้อมูลประเภทไหน

(HOW)

(5) เมื่อไหร่...ต้องการเมื่อไหร่ ทุกวัน ทุกเดือน หรือตลอดเวลา

(WHEN) เมื่อต้องการ

(6) ที่ไหน...ขบวนการไหน, อุปกรณ์ไหน

(WHERE)

2.10.4 ประเภทต่างๆของการรวบรวมข้อมูล (ตัวอย่าง)

2.10.4.1 บันทึกประจำวันสำหรับการบำรุงรักษา

2.10.4.2 ตารางควบคุมการตรวจสอบประจำ

2.10.4.3 ตารางบันทึกข้อมูล EDPS (Electronic Data Processing System)

2.10.4.4 รายงานอุบัติเหตุของเครื่องจักรอุปกรณ์

2.10.4.5 ตารางบันทึกการบำรุงรักษา

2.10.4.6 การ์ดสำหรับงานบำรุงรักษา

2.10.5 วิธีการเก็บข้อมูล (ตัวอย่าง)

วิธีบันทึกเหตุขัดข้อง

การบันทึกเหตุขัดข้องนับเป็นการบันทึกที่มีความสำคัญ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนปรับปรุงแก้ไข เพื่อการลดเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้นอีกในภายหลัง หรือการซ่อมแซมแก้ไขเหตุขัดข้องให้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น สำหรับวิธีการบันทึกนั้นมีจุดที่ควรระวังดังนี้

2.10.5.1 เข้าใจในอาการของเหตุขัดข้องให้ถ่องแท้

อาการของเหตุขัดข้องก็คือ ลักษณะที่ปรากฏของเหตุขัดข้องและตำแหน่งตัวอย่างเช่น บิดเบี้ยว สายขาด สาเหตุของเหตุขัดข้องนั้นจะถูกตีความจากอาการที่ปรากฏให้เห็นภายนอกเท่านั้นซึ่งเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าความถูกต้อง 100% ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องคิดแยกกัน ระหว่างสาเหตุของเหตุขัดข้องที่ปรากฏนั้นให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.10.5.2 เข้าใจถึงสภาพที่ผิดปกติ ที่จะทำให้เกิดเหตุขัดข้อง

เหตุขัดข้องนั้น ถึงแม้ว่าอาจจะเกิดขึ้นได้ทุกเมื่ออย่างฉับพลันก็ตามก่อนที่จะเกิดขึ้นนั้นส่วนมากมักจะมีสิ่งบอกเหตุซึ่งเป็นความผิดปกติเกิดขึ้นมาก่อน เช่นเสียงที่ผิดปกติ อุณหภูมิสูง ผิดปกติหรือเกิดการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติขึ้น ดังนั้นถ้าเข้าใจถึงสภาพเหล่านี้แล้ว การตีความถึงสาเหตุของเหตุขัดข้องนี้ก็ง่ายขึ้น ซึ่งจะเป็ข้อมูลที่สำคัญในการป้องกันการเกิดเหตุขัดข้องขึ้นได้

2.10.5.3 แสดงด้วยการ SCETCH

เป็นการยากยิ่งที่จะอธิบายถึงตำแหน่งที่เกิดเหตุขัดข้องนั้น ด้วยข้อความ ดังนั้นการใช้ SCETCH ซึ่งเป็นการแสดงตำแหน่ง และลักษณะอาการของเหตุขัดข้องได้โดยง่าย และผู้มาดูทีหลังก็จะเข้าใจได้ง่ายวิธีการคือ ทำการสำเนาแผนผังของอุปกรณ์นั้น จากนั้นก็บันทึกตำแหน่งและลักษณะของเหตุขัดข้องลงไป ซึ่งจะเป็นการสะดวกเข้าใจง่ายสำหรับผู้มาดูภายหลัง

2.10.6 การใช้ประโยชน์จากข้อมูล

2.10.6.1 PLAN – กำหนดมาตรฐานและแผนการบำรุงรักษา

2.10.6.2 DO - ซ่อมแซม ทำการรับแต่ง ตรวจสอบน้ำมัน/ตรวจสอบ

2.10.6.3 CHECK – บันทึกและวิเคราะห์ผล

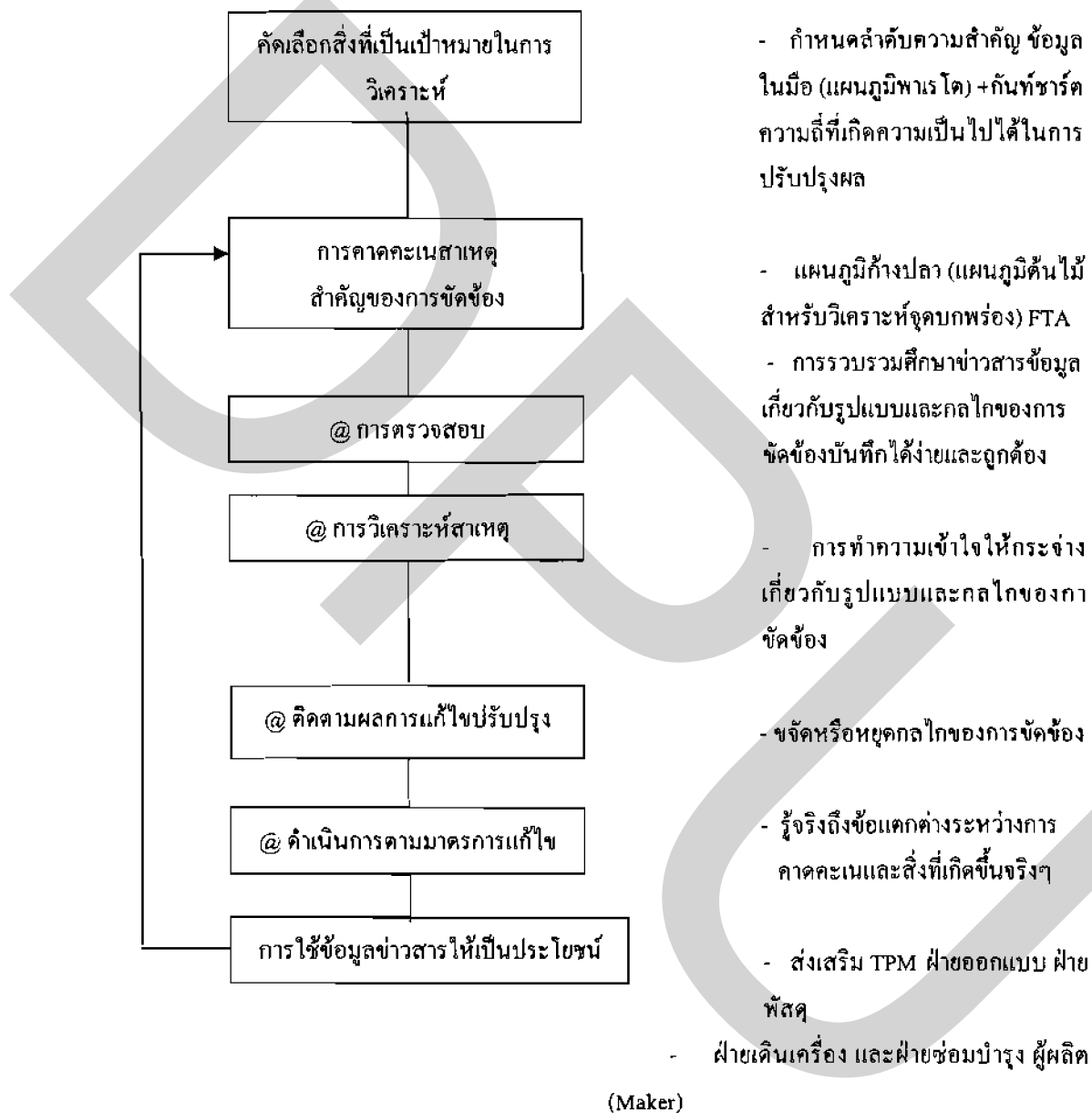
2.10.6.4 ACTION – ป้อนข้อมูลกลับ/ประมวลผลข้อมูลในการวางแผนครั้งต่อไป

จุดมุ่งหมาย ของ PDCA คือ

- (1) การป้องกันการเกิดซ้ำสองการป้องกันการเกิด อุบัติเหตุทำนองเดียวกัน
- (2) รายงานถึงผู้เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา
- (3) หนังสือสั่งการจากผู้เกี่ยวข้องและผู้เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา
- (4) ข้อมูลการวิเคราะห์การระยะขาว
- (5) การส่งข่าวสารไปยังหน่วยออกแบบ

2.11 การวิเคราะห์เหตุขัดข้อง

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์เหตุขัดข้อง และผังการวิเคราะห์เหตุขัดข้อง



ภาพที่ 2.6 ผังการวิเคราะห์เหตุขัดข้อง

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (พูนพร แสงบางปลา, 2542)

2.11.1 การค้นหาสาเหตุของการขัดข้อง

โดยการใช้เครื่องมือแก้ปัญหา 7 อย่าง ได้แก่ กราฟ แผนภาพก้างปลาและแผนภาพ พารेटโต

2.11.1.1 กราฟ

ในการวิเคราะห์ความผันแปรเพื่อการดำเนินการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหานั้น นอกจากจะอาศัยการวิเคราะห์โดยใบตรวจสอบแล้ว ยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยกราฟ โดยที่กราฟนี้จะมีจุดเด่นเหนือว่าใบตรวจสอบคือ เป็นการวิเคราะห์ผ่านภาพ แต่อย่างไรก็ตาม กราฟมีจุดอ่อนกว่าใบตรวจสอบตรงที่ ใบตรวจสอบสามารถระบุถึงสาเหตุของความผันแปรได้ ในขณะที่กราฟนั้นสามารถระบุได้เพียงอาการและสาเหตุอย่างกว้างๆ เท่านั้น

กราฟมีอยู่หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลที่พิจารณามีความผันแปรอยู่ในรูปแบบใด เช่น ปริมาณ อนุกรมเวลา หรือสัดส่วน ฯลฯ แต่กราฟที่มักจะนิยมใช้กันมากประกอบด้วย

(ก) กราฟเส้นตรง หรือกราฟแสดงแนวโน้ม เป็นกราฟที่ต้องการแสดงความผันแปรตามอนุกรมเวลา

(ข) กราฟแท่ง เป็นกราฟที่แสดงถึงความผันแปรในเชิงปริมาณที่ทำการระบุเป็นตัวเสขที่สามารถสร้างได้ด้วยการกำหนดขนาดของแท่งกราฟแต่ละแท่งให้คงที่แล้วจึงทำการศึกษาค่าความผันแปรจากความสูงของแท่งกราฟ

(ค) กราฟวงกลม เป็นกราฟที่แสดงความผันแปรในรูปของสัดส่วนของข้อมูลแต่ละประเภท และในบางครั้งอาจแสดงสารสนเทศเพิ่มเติมสำหรับการตีความหมายด้วย

คุณค่าแท้จริงของกราฟคือ การมุ่งสู่ประเด็นว่าอะไรคือความแตกต่าง และสาเหตุของความแตกต่างนั้นคืออะไร แต่อย่างไรก็ตาม การตอบคำถามถึงสาเหตุของความแตกต่างนั้นมีความจำเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานที่สามารถสอบกลับข้อมูลได้ซึ่งเป็นจุดอ่อนอีกประการหนึ่งสำหรับทิวชีเซอร์เคิลในอุตสาหกรรมไทยที่มักจะทำการบันทึกข้อมูลโดยไม่มีภาระระบุแหล่งที่มา ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถตีความหมายความผันแปรด้วยกราฟได้

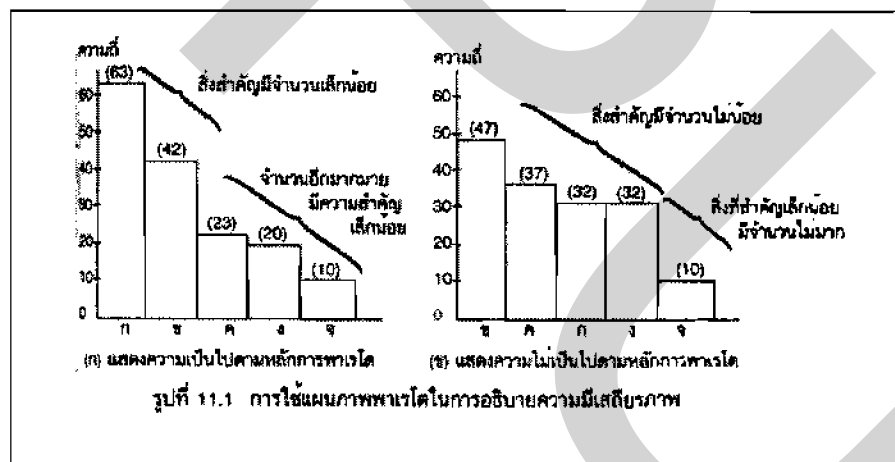
2.11.1.2 แผนภาพพารेटโต

จากหลักการของนักเศรษฐศาสตร์ ชาวอิตาลี ชื่อ พารेटโต ได้ศึกษารายได้ประชาชาติของคนยุโรปว่าคนจำนวนเล็กน้อยมีรายได้จำนวนมาก ขณะที่คนส่วนใหญ่(จำนวนมาก)มีรายได้เพียงเล็กน้อย เช่น คนรวยเพียง 20%มีรายได้รวมกันถึง 80% ในขณะที่ คนที่เหลืออีก 80 % มีรายได้รวมกันแค่ 20%หลักการของพารेटโต คือ ในปัญหาใด ๆ ก็ตามย่อมเกิดขึ้นย่อมเกิดขึ้นจากสาเหตุหลาย ๆ อย่างและในบรรดาสาเหตุทั้งหมดนี้จะมีสาเหตุหลักเพียงไม่กี่อย่างที่มึบทบาทสำคัญต่อ

ปัญหาที่เกิดขึ้นดั่งนั้นถ้าแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องแก้ไขสาเหตุหลักเสียก่อน

การนำแผนภูมิพารेटอเป็นเครื่องมือที่ใช้ลำดับสำคัญของสาเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์กราฟแท่งที่แสดงการเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้าย แล้วเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่ลดลงมาทางขวาของกราฟ เพื่อใช้เปรียบเทียบให้เห็นถึงการลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมกับระบุขนาดหรือปริมาณของความสำคัญที่เสนอนั้น ๆ

ดร.โจเซฟ จูราน ได้สังเกตพบในช่วงปี ค.ศ.1925 และได้ทำการวิจัยเรื่อยมาพร้อมอธิบายลักษณะข้อมูลสะสมดังกล่าวว่า ถ้าข้อมูลอยู่ในสถานะเสถียรภาพแล้ว “ข้อมูลที่มีความสำคัญจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อยในขณะที่ข้อมูลที่เหลืออีกจำนวนมากมาจะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย” และ ดร.จูราน จึงเรียกหลักการที่ศึกษาพบนี้ว่า “หลักการพารेटอ” โดยได้แยกแยะความผันแปรในข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพสำหรับการเลือกประเภทของข้อมูลนี้ ดร.จูราน ได้แสดงด้วยกราฟแท่งแสดงลำดับตามค่าสะสม ดังแสดงในรูป 2.7 และ ดร.จูราน ได้เรียกชื่อว่า แผนภาพพารेटอ ซึ่งมีแนวคิดมาจากหลักการของนักเศรษฐศาสตร์ ชาวอิตาลี ที่ชื่อ พารेटอ



ภาพที่ 2.7 การใช้แผนภาพพารेटอในการอธิบายความมีเสถียรภาพ

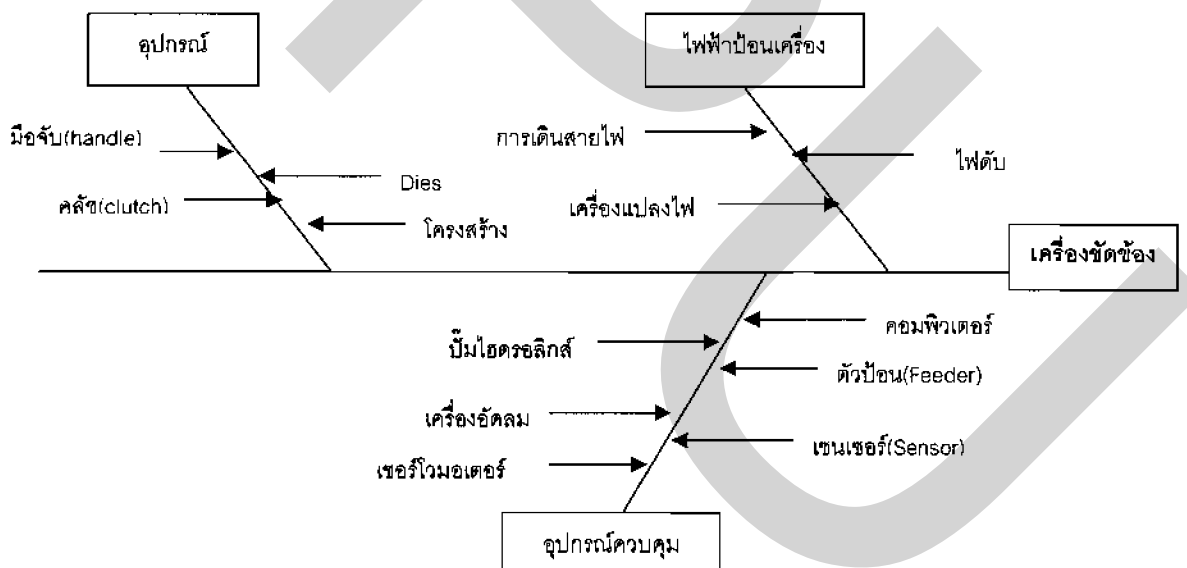
ที่มา: ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน คิวซีเซอร์เกิล (กิตติศักดิ์, 2539)

2.11.1.3 แผนภาพกังปลา

แผนภาพกังปลา บางครั้งก็เรียกว่า แผนภาพ อิชิกาวา หรือแผนภาพเหตุและผล (Cause and effect diagram) "ได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว เมื่อ ค.ศ.1943 โดยครั้งแรกนั้นดร.อิชิกาวา ได้ใช้แผนภาพนี้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพในการผลิตแก้ววิศวกรจากบริษัท คาวาซากิสตีลเวิร์ค จำกัด

ในการวิเคราะห์ความผันแปรเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการระดมสมอง ถึงสาเหตุต่างๆ ของความผันแปรเพื่อการพิสูจน์ตามข้อเท็จจริงสำหรับการแก้ไขต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาที่กลุ่มคิซึเซอ์เคิลเลือกมาเป็นหัวข้อปัญหานั้น เป็นปัญหาที่กลุ่มไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงและวิธีการแก้ไขมาก่อน

การวิเคราะห์ กำหนดแนวความคิดของการจำแนกสาเหตุ โดยใช้แนวความคิดจากแหล่งกำเนิดของสาเหตุ คือ 4M คือ Man คน Machine เครื่องจักร Material วัตถุดิบ และ Method วิธีการทำงาน



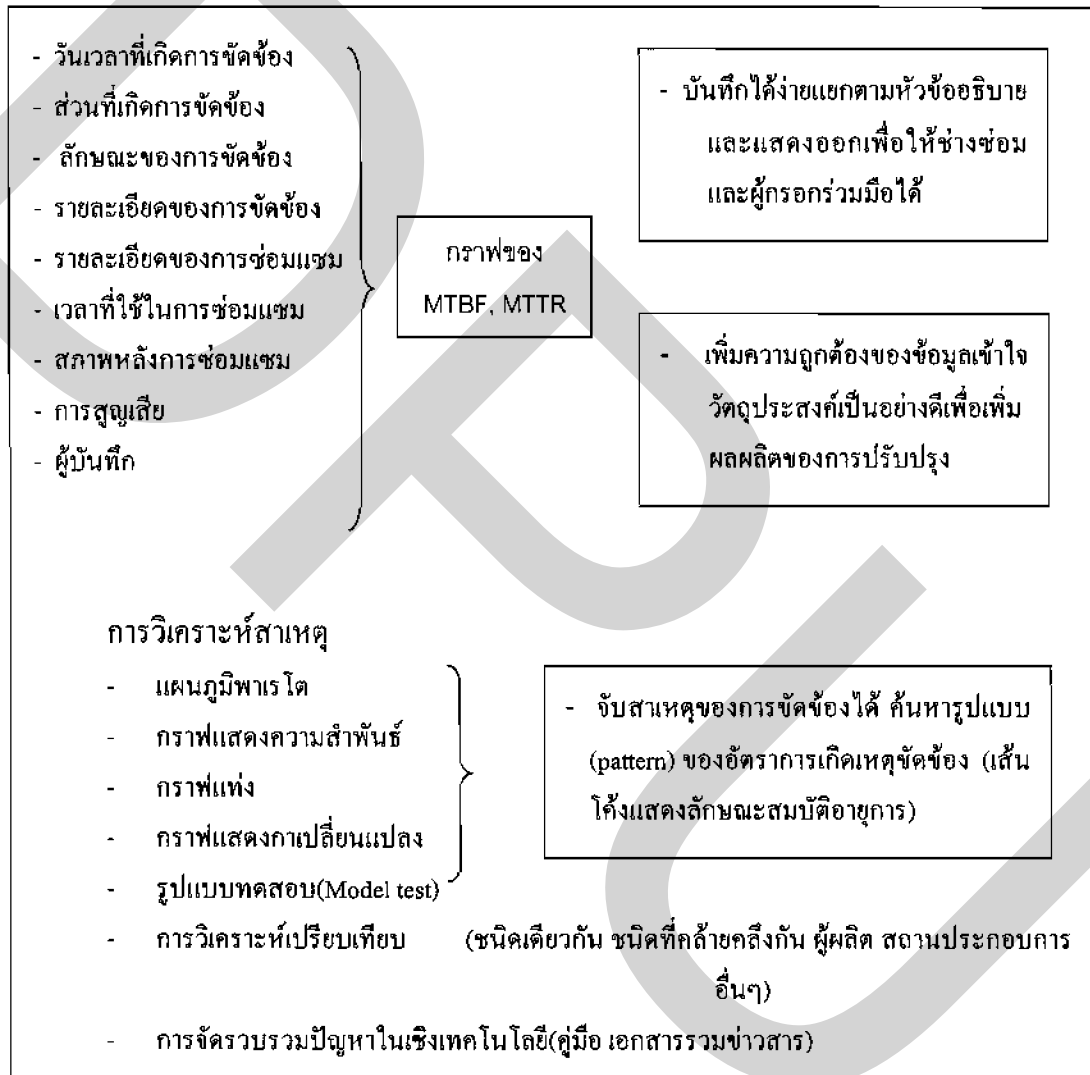
ภาพที่ 2.8 การค้นหาสาเหตุของการขัดข้อง

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (ขุนพร แสงบางปลา, 2542)

2.11.2 การตรวจสอบ การวิเคราะห์สาเหตุ

การตรวจสอบ

- (1) เมื่อไหร่ (2) ส่วนใดของอุปกรณ์ (3) ชัดข้องอย่างไรบ้าง (4) สาเหตุคืออะไร
(5) ทำการแก้ไขแล้วอย่างไร (6) การสูญเสียมีอะไรบ้าง



ภาพที่ 2.9 การตรวจสอบ การวิเคราะห์สาเหตุ

ที่มา: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (พูนพร แสงบางปลา, 2542)

2.11.3 การดำเนินการตามมาตรการแก้ไขและติดตามผล

มาตรการขจัดและทำลายกลไกการขัดข้องที่มีวิธีการเกิดการขัดข้องสูง

2.11.3.1 การแก้ไขปรับปรุง

(ก) เพิ่มความแข็งแรง (แก้ไขวัสดุ ขนาด)

(ข) กระจายความเครียด (เช่น กันกระแทกหรือให้มีรัศมีความโค้ง(R) ณ ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนเส้นผ่าศูนย์กลางของเพลลา)

(ค) ปรับปรุงสภาพแวดล้อมของสถานที่ทำงานให้ดีขึ้น(ความชื้น อุณหภูมิ การสั่นสะเทือน เสียงรบกวน)

(ง) มีมาตรการป้องกันการการทำงานผิดพลาด

2.11.3.2 การบำรุงรักษา

(ก) ปรับปรุงเครื่องมือ เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานเพื่อให้การซ่อมแซมมีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น

(ข) ปรับปรุงวิธีการและช่วงเวลาในการตรวจสอบเพื่อให้การบำรุงรักษาที่ถูกต้องสมบูรณ์

(ค) มีเครื่องตรวจสอบสภาพระหว่างการทำงาน ถ้าหากหัวข้อเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับการขัดข้องสูงมีค่าการวัดเกินค่าที่กำหนด ก็ให้มีสัญญาณเตือน

2.11.3.3 การเดินเครื่อง

ไม่ให้เครื่องรับภาระเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ในการออกแบบการติดตามผลอย่างจริงจัง เป็นการเพิ่มระดับของการซ่อมบำรุง

บันทึกข้อมูลหลังการแก้ไขปรับปรุงลงในตารางที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสาเหตุการขัดข้องเพื่อให้รู้ผลที่เปรียบเทียบกับค่าคาดหมายได้อย่างชัดเจนในกรณีที่ไม่ได้ผลตามที่คาดก็ให้เริ่มงานจากการคาดคะเนสาเหตุอีกครั้ง

ผลงานวิจัยและงานเขียน

ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์(2535) กล่าวถึงการศึกษาเพื่อหาแนวทางเพิ่มผลผลิตของโรงงานกระป๋องขนาดเล็กโดยการปรับปรุงระบบบำรุงรักษาจากการศึกษาพบว่าการบำรุงรักษา ยังไม่มีการวางแผนที่ดีและทำการซ่อมเมื่อเครื่องจักรเสีย จึงได้นำเสนอการจัดโครงสร้างของหน่วยงานบำรุงรักษา การสร้างระบบการบำรุงรักษาและระบบสารสนเทศ โดยสามารถเพิ่มความ

พร้อมใช้งานของเครื่องจักรและในขณะเดียวกันการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง โดยเฉลี่ยร้อยละ 11.63 ส่วนอัตราการผลิตกระป๋องเพิ่มขึ้น 873 ใบต่อชั่วโมง

พรชัย ลิ้มภูวัฒน์และคณะ(2537) กล่าวถึงการเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักรให้สูงขึ้น โดยใช้แนวความคิดทางด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข การป้องกัน การบำรุงรักษามาใช้และได้ทำการปรับปรุงให้การใช้เวลาในการทำงานบำรุงรักษาในแต่ละครั้งสั้นลง นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธีการวัดที่นิยมใช้กัน เช่น อัตราความรุนแรงของการซ่อมด่วน แนวโน้มของการเกิดเวลาสูญเสีย และวิธีใหม่ที่เรียกว่าระบบการบำรุงรักษาฮิบี ซึ่งหลักการดังกล่าวเป็นแนวคิดของโซเฮ

สุขุม จันทร์ตรี(2539) กล่าวถึงการนำหลักการแก้ปัญหาโดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จเพื่อให้โรงงานเกิดความเสียหายน้อยที่สุดจากความพร้อมการใช้งานเพิ่มขึ้นและใช้เวลาในการซ่อมลดน้อยลง โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิเคราะห์ผลกระทบจากความเสียหาย แล้วจัดลำดับความเสียหายให้เป็นหมวดหมู่เพื่อทำให้ง่ายในการแก้ไขปัญหาและง่ายในการซ่อมบำรุง ผลการวิจัยพบว่าทำให้สามารถลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงลงจากเดิม 20% เป็นเงิน 204,688 บาท/ปี ต่อ โรงงานนอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของระยะห่างของเวลาในการเสียของโรงงานแต่ละครั้ง(MTBF) เพิ่มขึ้นจากเดิม 3.47 ชั่วโมง ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมโรงงานแต่ละครั้ง(MTTR) ลดลง 3.95 ชั่วโมงต่อครั้ง

วิกรม สุวิกรม(2540) ทำการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกรณีศึกษาเครื่องจักรกลหลักเหมืองแม่เมาะ ได้ศึกษาการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลภายในเหมืองแม่เมาะปรากฏว่า อัตราการชำรุดของรถบรรทุกเท้าย 85 คันในระหว่างการปฏิบัติงานเกิดขึ้น สูงสุดโดยในปีพ.ศ.2540 เกิดขึ้นถึง 89,000 ชั่วโมง ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเป็นเงิน 104,525,000บาท และการใช้งานของรถบรรทุกเท้าย 85 คันในปี พ.ศ.2540 คิดเป็นจำนวนถึง108,000 ชั่วโมงซึ่งสูงกว่าเครื่องจักรกลอื่นเช่นกัน จึงได้นำข้อมูลประวัติการซ่อมและการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงการบำรุงรักษา โดยทำการวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยระหว่างการเสียหรือสาเหตุของการเสีย ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหลัก จากการใช้ข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร ทำให้ได้การบำรุงรักษาเชิง

ป้องกันที่เหมาะสม สำหรับรถบรรทุกทุกเที่ยวขนาด 85 คันตามเงื่อนไขการใช้งานจริงและจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงได้ 6,140,025 บาทต่อปี

อนันต์ โชติพิพัฒน์พร(2541) ทำการศึกษาถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงการโทรศัพท์สาธารณะทางไกลชนบทระยะที่ 2 และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับเตรียมความพร้อมในการซ่อมบำรุงหลังจากบริษัทหมุดสัญญาในการซ่อมบำรุงโครงการระยะที่ 2 และหาแนวทางในการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับ โครงการในระยะที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า จำนวนสถานีลูกข่ายในแต่ละจังหวัดบำรุงรักษาส่วนใหญ่มีจำนวนอยู่ระหว่าง 50 ถึง 100 สถานี ส่วนใหญ่จำนวนช่างซ่อมเครื่องมือ ยานพาหนะและอุปกรณ์สำรอง (Spare Part) มีจำนวนไม่เพียงพอ พนักงานส่วนใหญ่มีความต้องการรถขับเคลื่อน 4 ล้อมากเนื่องจากทางเข้าสถานีลูกข่ายส่วนใหญ่เป็นทางลูกรังช่วงหน้าฝนเดินทางลำบากมาก และเหตุเสียส่วนใหญ่เกิดในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูอื่นๆ เหตุเสียจากฟ้าผ่าส่วนใหญ่เกิดจากฟ้าผ่าบริเวณใกล้เคียงแล้วส่งผลกระทบต่อให้อุปกรณ์เสียเนื่องจากระบบ Ground ที่มีค่าความต้านทานสูง Card Power Supply มีเหตุเสียมากเนื่องจาก Surge ทางด้าน AC Line ทางด้านขั้วสายส่วนใหญ่มีระยะทางประมาณ 2.6-5 ก.ม. ซึ่งเป็นระยะทางที่ยาวมากจึงมีโอกาสที่จะรับไฟเหนี่ยวมาได้มากจึงทำให้ Card 2 Wire มีเหตุเสียจำนวนมากส่วนใหญ่จะเสียประมาณ 10-20 Card ต่อเดือนในช่วงฤดูฝนเนื่องจากอุปกรณ์กันฟ้าที่ทำหน้าที่ป้องกันทางด้านขั้วสายไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการป้องกันเหตุเสีย

พิสิทธิ์ พิพัฒน์โกศลกุล(2542) ทำการศึกษาสภาพทั่วไปในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องเล่นวีดีโอเทป พบว่าไม่มีมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างมีระบบ ค่าอะไหล่ที่สั่งซื้อในการบำรุงรักษาเครื่องจักรมีมูลค่าสูง ไม่มีระบบเอกสารและรายงาน รวมถึงประวัติการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่แน่นอนและเครื่องจักรเกิดการขัดข้องในระหว่างการผลิตอยู่เป็นประจำจึงนำเสนอการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเครื่องเล่นวีดีโอเทป ประกอบด้วยการสร้างระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการนำไปปฏิบัติใน โรงงานกรณีศึกษา หลังจากการปรับปรุงแล้วพบว่า เวลาที่สูญเสียในการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องลดลงร้อยละ 32 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรลดลงร้อยละ 45 และจำนวนครั้งที่เครื่องจักรขัดข้องลดลงร้อยละ 12

ยงคัวิทย์ ทองนาค(2542) เสนองงานวิจัยผลกระทบของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยนำแนวความคิดการบำรุงรักษาด้วยตนเอง(Self Maintenance) เข้ามาประยุกต์ใช้กับ โรงงานเป่าภาชนะพลาสติกกอลวง โดยการคัดเลือกเครื่องจักรต้นแบบเป็นเครื่องเป่าภาชนะพลาสติกกอลวง จากการตั้งเป้าหมายของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่เป็นต้นแบบที่ 65% ซึ่งประกอบด้วยเป้าหมายของอัตราความพร้อมของเครื่องจักร 85% อัตราเชิงสมรรถนะของเครื่องจักร 85% และอัตราเชิงคุณภาพผลิตภัณฑ์ 95% จากผลการวิจัยพบว่าสามารถดำเนินการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้ตามเป้าหมายที่กำหนดและได้เสนอแนะวิธีการปรับปรุงการบำรุงรักษาเป็นแนวทางต่อไปในอนาคต

นัญฐรินทร์ อักษรนำ(2545) ได้นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษาโรงงานฉีดโพนโดยกำหนดวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยเพื่อเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งาน ของเครื่องจักรที่ทำการศึกษาจำนวน 8 เครื่องให้มีความพร้อมใช้งานมากกว่า 80% หลังการปรับปรุงนำข้อมูลมาเปรียบเทียบพบว่าจำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายลดลงเหลือเพียง 10 ครั้งต่อเครื่อง (ลดลง 60.98%) เวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุดการผลิต ลดลงเหลือ 12.81 ชั่วโมงต่อเครื่อง (ลดลง 95.73%) ระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรเสียหายในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นเป็น 196.32 ชั่วโมงหรือเพิ่มขึ้น 167.61 % และอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเท่ากับ 95.08% ต่อเครื่อง หรือเพิ่มขึ้น 18.60%

อนุวัฒน์ ผลวัฒนา(2547) ได้นำเสนอการพัฒนาประสิทธิภาพของแผนกรอด้วยโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยจัดลำดับการแก้ไขปัญหาโดยใช้ผังก้างปลาและแผนภาพพาเรโตในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพของแผนกรอด้วยมีค่าต่ำและนำผลที่ได้ไปออกแบบแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หลังจากการวิจัยและนำวิธีการ ไปปฏิบัติในแผนกรอด้วยพบว่าสามารถลดความสูญเสียโอกาสในการผลิตได้ทั้งหมด และสามารถลดเวลาการผลิตของแผนกรอด้วยจากวันละ 22 ชั่วโมงเหลือเพียงวันละ 16 ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพแผนกรอด้วยเพิ่มขึ้น 10.03%และเพิ่มความพร้อมใช้งานเครื่องจักร 11.30% และสามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธนบดี ประทุมรัตน์(2549) ได้นำเสนอระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องประดับเงิน โดยการนำระบบทางด้านเอกสารเข้าไปประยุกต์เข้ากับการจัดการทางด้านงานบำรุงรักษา

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบระบบการซ่อมบำรุง คือระบบการประเมินและตรวจเช็คเครื่องจักรด้วยตัวเอง แผนการซ่อมบำรุง ขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างถูกวิธีและแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลต่างๆโดยทำการวัดผลทางด้านการบริหารงานซ่อมบำรุงภายในองค์กร หลังจากที่ได้นำระบบไปใช้ปรากฏว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น มากที่สุดคือเครื่องขัดแม่เหล็กไฟฟ้า(8.81%), รองลงมาคือ มอเตอร์ขัด (5.98%), อันดับที่สาม คือ เตอบ (5.96%), เครื่องปั๊มซ้อ (5.55%), เครื่องหล่อโลหะ (4.44%), เครื่องหล่อปูน (2.70%), เครื่องขัดลูกเหล็ก (1.54%)

บทที่ 3

ระเบียบและวิธีวิจัย

เนื่องจากการให้บริการของโทรศัพท์ระบบ WLL จัดเป็นงานบริการอย่างหนึ่งที่ต้องตอบสนองความพึงพอใจให้กับผู้ใช้บริการฉะนั้นงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ของระบบให้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมงจึงเป็นงานหลักของผู้ดูแลรักษาระบบ การบริหารงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมีส่วนสำคัญและต้องการวิธีการในการป้องกันการเกิดสถานการณ์ที่ไม่สามารถให้บริการได้ โดยออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการบำรุงรักษาระบบคือคู่มือการตรวจเช็คให้เหมาะสมกับลักษณะงาน โดยการใช้ข้อมูลการบำรุงรักษาที่มีอยู่และประสบการณ์ในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบ เนื่องด้วยลักษณะงานของบริษัทกรณีศึกษามีสำนักงานสนามอยู่ทั่วประเทศ 12 แห่งจึงเป็นการยากที่จะควบคุมผู้ที่อยู่หน้างานให้ปฏิบัติหน้าที่อย่างเป็นระบบและถูกต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน ฉะนั้นคู่มือการตรวจเช็คในบริษัทกรณีศึกษาถือได้ว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการปฏิบัติงานด้วย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการป้องกันการเกิดสถานการณ์ที่ไม่สามารถให้บริการได้ ของโทรศัพท์ระบบ WLL โดยศึกษาปัญหาเบื้องต้นเฉพาะที่เกิดจากอุปกรณ์ของระบบ WLL เท่านั้น

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

- 3.1.1 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- 3.1.2 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลความถี่ของการเกิดปัญหาที่ได้รับแจ้งจากสำนักงานสนามทั่วประเทศ ได้แก่ ข้อมูลทางด้านเทคนิคการแก้ไขปัญหาของอุปกรณ์
- 3.1.3 ศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์เพื่อหาจุดที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบมากที่สุดโดยใช้ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์และเครื่องมือ 7QC tool
- 3.1.4 ออกแบบระบบหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหา
- 3.1.5 นำเอาวิธีการและแนวทางที่ศึกษามาใช้กับการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา
- 3.1.6 สรุปผลงานวิจัยและเสนอแนะ

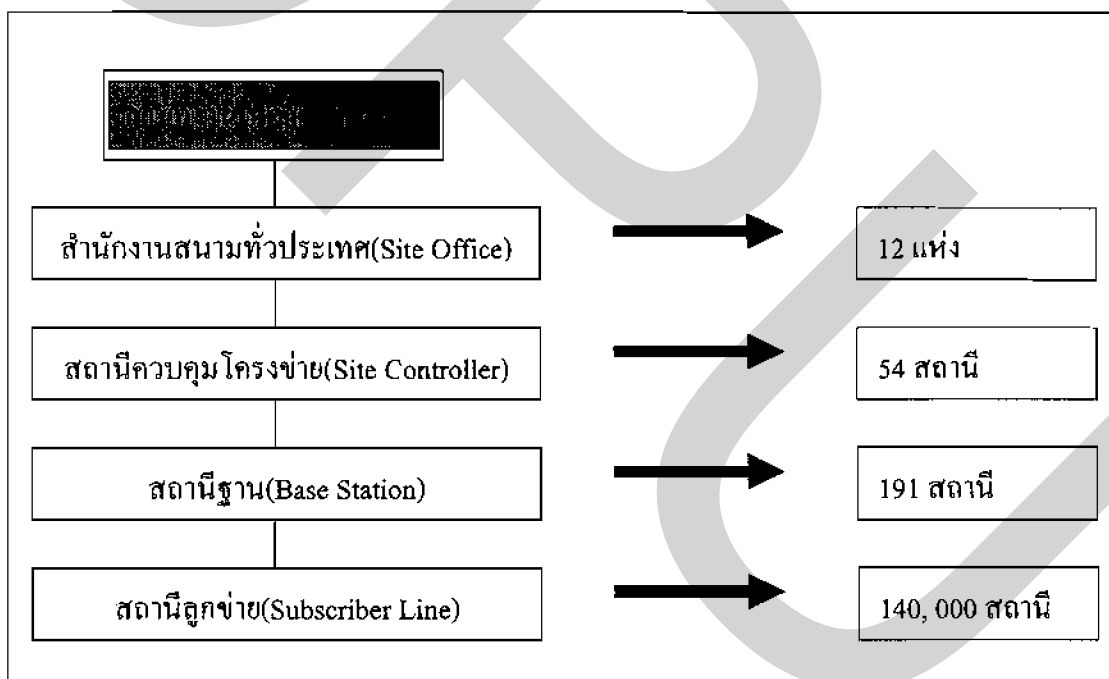
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

- 3.2.1 สถิติข้อมูลจำนวนครั้งของการเกิดสถานีฐานรับ-ส่งสัญญาณผิดปกติ
- 3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์
- 3.2.3 โปรแกรม Microsoft office (Word, Excel และ Visio)
- 3.2.4 ทฤษฎีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- 3.2.5 7QC Tool ได้แก่ กราฟ แผนภาพพารेटโต และแผนภาพก้างปลา

3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

3.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

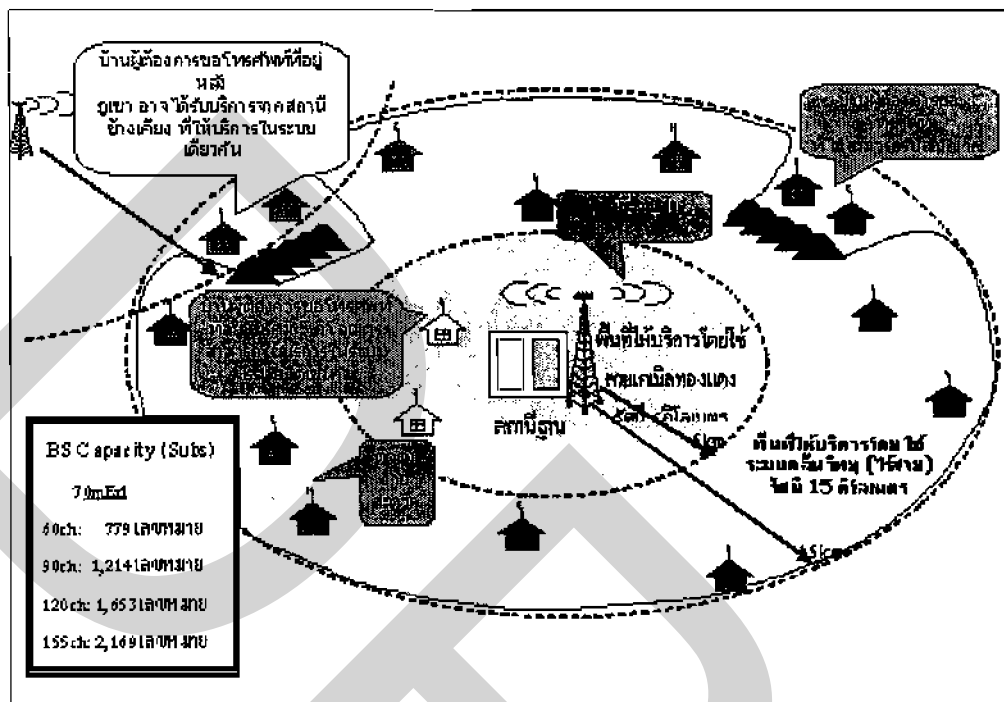
การวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อลดปัญหาการเกิดสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ของโทรศัพท์ระบบ WLL เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลสภาพทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษาก่อนที่จะทำการแก้ไขปัญหา ซึ่งโครงสร้างภายในองค์กรประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการบริหารงานบำรุงดูแลรักษาของโทรศัพท์ WLL ณ ปัจจุบัน

ที่มา: ชุมิโตโมอิลีกคริก อินค์สตรีลิมิเต็ด

3.3.2 ศึกษาสภาพการทำงานของระบบ WLL และปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.2 ภาพจำลองการให้บริการ โทรศัพท์ระบบ WLL

ที่มา: ชุมิโต โมอิเล็คทริก อินดัสตรี ลิมิเต็ด

3.3.3 หลักการทำงานระบบ WLL

WLL เป็นระบบวิทยุที่พัฒนาขึ้นมาแทนคู่สายทองแดงที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยใช้คลื่นวิทยุผ่านความถี่ 1900 MHz. เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีฐาน เพื่อส่งข้อมูล หรือ เสียง โดยสถานีฐาน 1 แห่ง สามารถครอบคลุมสถานีลูกข่ายได้ในรัศมี 15 km. รอบสถานีฐาน ทำให้สามารถรองรับสถานีลูกข่ายได้เป็นจำนวนมาก

เนื่องจากระบบ WLL ไม่ต้องใช้คู่สายทองแดงในการเชื่อมต่อ จึงมีความรวดเร็วในการติดตั้ง การบำรุงรักษาสามารถทำได้รวดเร็ว โดยจะมีระบบตรวจสอบเหตุเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

(1) สถานีลูกข่าย (Single Line Subscriber Unit) ต้องติดตั้ง ณ บ้านผู้ให้บริการ โดยจะต้องติดตั้งเสาอากาศรับสัญญาณพร้อมอุปกรณ์รับ-ส่ง

- (2) คุณสมบัติของโทรศัพท์ Wireless Local Loop จะใช้ได้เหมือนกับโทรศัพท์ทั่วไป
- (3) สามารถใช้กับเครื่องรับ-ส่งเอกสารได้
- (4) อุปกรณ์รับ-ส่ง ที่ติดตั้งที่บ้านผู้ใช้บริการ จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้า 220 V (ผู้ใช้บริการจะต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเอง เดือนละไม่เกิน 10 บาท) กรณีไฟฟ้าดับ มีแบตเตอรี่สำรองนาน 8 ชั่วโมง และยังสามารถสนทนาต่อเนื่องได้ 2 ชั่วโมง

ระบบโทรศัพท์ไร้สายประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

- (1) สถานีลูกข่าย (Single Line Subscriber Unit) ติดตั้ง ณ บ้านผู้ใช้บริการ
- (2) สถานีฐาน (Radio BS) หรือ BS
- (3) ศูนย์สายโทรศัพท์และอุปกรณ์ควบคุมโครงข่ายวิทยุ (Exchange Office and Wireless Network Control device or site Controller)

ซึ่งการทำงานของระบบเกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนจะต้องทำงานร่วมกัน ตารางต่อไปนี้แสดงถึงความสามารถในการส่งสัญญาณแต่ละสถานีฐาน มีทั้งหมด 4 ขนาด ซึ่งออกแบบมารองรับตามความต้องการใช้งานโทรศัพท์ของประชากรแต่ละพื้นที่ซึ่งมีจำนวนผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3.1 แสดงความสามารถในการส่งสัญญาณและจำนวนสถานีลูกข่ายที่ให้บริการได้

ลำดับที่	จำนวนช่องสัญญาณ Channel(CH)	สถานีลูกข่าย Capacity(SLSU)
1	60	779
2	90	1,214
3	120	1,653
4	155	2,169

ที่มา: ชุมิตโต โมอิลีกตริกส์ อินดัสตรี ลิมิเต็ด

3.3.4 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

บริษัทกรณีสศึกษามีสำนักงานสนามทั่วประเทศจำนวน 12 แห่ง และมีจำนวนสถานีฐานทั้งหมด 191 สถานี เมื่อระบบเกิดปัญหาขึ้นผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่หน้างานต้องรายงานปัญหาต่อสำนักงานใหญ่ (กรุงเทพฯ) โดยเร็ว ซึ่งมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา ดังต่อไปนี้

(1) ผู้ใช้บริการ โทรศัพท์ไม่สามารถใช้บริการได้จึงแจ้งมายังผู้ดูแลระบบเพื่อทำการแก้ไข

(2) ผู้ดูแลตรวจสอบระบบทั้งด้านอุปกรณ์และ โปรแกรมควบคุมเพื่อทำการแก้ไขปัญหา พร้อมเก็บข้อมูลการเกิดปัญหาในกรณีที่มีสาเหตุมาจากสถานีฐาน และรายงานเหตุเสียต่อสำนักงานใหญ่ (กรุงเทพฯ) ในรูปแบบรายงานและข้อมูล

(3) สำนักงานใหญ่ (กรุงเทพฯ) มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

(3.1) สอบถามข้อมูลความเสียหายเพิ่มเติมและวิเคราะห์สาเหตุเสียเพื่อให้รู้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากส่วนไหนของระบบ

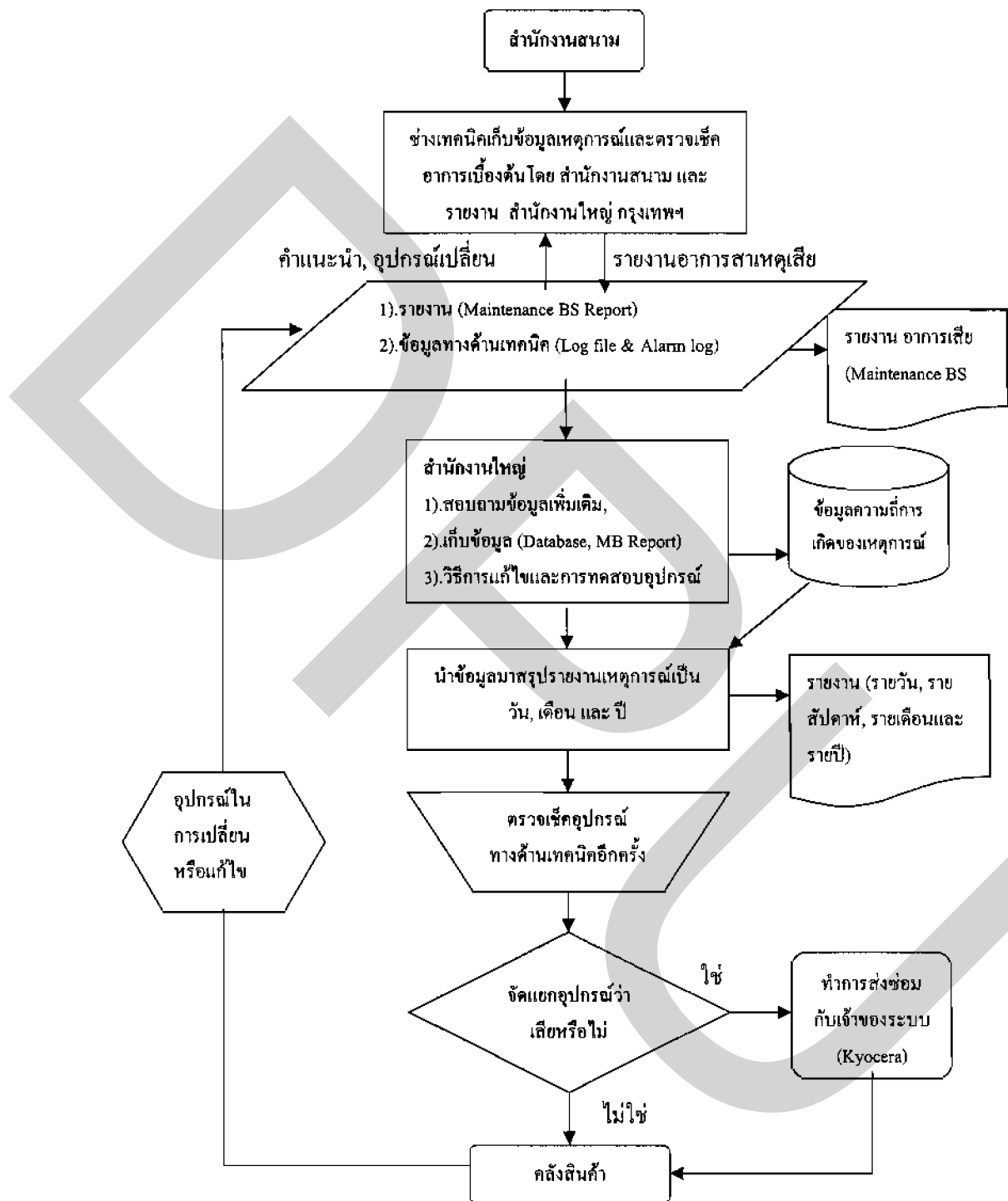
(3.2) ให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาแก่ผู้ดูแลระบบเพื่อนำไปแก้ปัญหาให้ระบบกลับมาให้บริการได้เร็วที่สุด

(3.3) จัดเก็บข้อมูลและสรุปรายงาน (รายวัน, สัปดาห์, เดือน และปี)

(3.4) ในกรณีที่อุปกรณ์เสียจะส่งอุปกรณ์ใหม่สำหรับการเปลี่ยนซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีระยะเวลาในการรออุปกรณ์พอสมควร

(3.5) ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ทางผู้ดูแลส่งมาอีกครั้ง และ ส่งไปซ่อมกับเจ้าของระบบ (Kyocera) ที่ประเทศญี่ปุ่น ถ้าตรวจสอบเบื้องต้นแล้วว่าอุปกรณ์นั้นไม่เสียจะจัดส่งให้สำนักงานสนามเพื่อนำไปเปลี่ยนตัวเก่าที่ขึ้นมาซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นได้เมื่อผู้ดูแลระบบขาดทักษะหรือความชำนาญในการแก้ไข ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเดินทางและขนส่งอุปกรณ์

มีแผนภาพการไหลของงาน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลปัญหาและการแก้ไขกรณีสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้
เต็มประสิทธิภาพก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.4 การนำข้อมูลการบำรุงรักษามาวิเคราะห์

ปัญหาการให้บริการไม่เต็มประสิทธิภาพซึ่งเกิดจากอุปกรณ์ในส่วนของ WLL เป็นปัญหาที่นำมาศึกษาและหาทางแก้ไขซึ่งอยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของบริษัทกรณีสีกา จากปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นในส่วนของ WLL เท่ากับ 29% ดังแผนภาพที่ 2 ซึ่งใน 191 สถานีฐานจะมี ส่วนประกอบพื้นฐานที่เหมือนกัน สามารถแบ่งที่มาของปัญหาออกได้ดังนี้

3.4.1 อุปกรณ์เชื่อมต่อกับสถานีฐาน ได้แก่

3.4.1.1 แหล่งจ่ายไฟ(Rectifier)

3.4.1.2 เครื่องปรับอากาศ

3.4.1.3 อุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์, Router, Hub, LAN Cable และUPS

3.4.1.4 อุปกรณ์เชื่อมต่อและอุปกรณ์ส่งสัญญาณ ได้แก่ Connector (BNC), Calibration Unit,GPS ,OMNI Antennaและ Feeder

3.4.2 อุปกรณ์ภายในสถานีฐาน

3.4.2.1 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์สถานีฐาน

3.4.2.2 อุปกรณ์ที่เป็นโครงสร้างของสถานีฐาน

(1) Network Interface Module

(2) IntelliCell® Modem Module

(3) Transceiver Module

(4) Power Supply Module

(5) RF Amplifier Module

(6) Local Oscillator Module

(7) Security Module

(8) Fan Tray Unit

(9) Back Panel

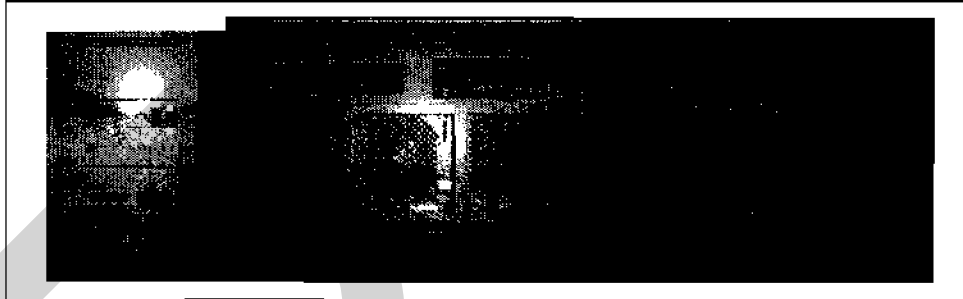
3.4.3 ความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิบัติหน้าที่ของผู้ดูแลระบบ

3.4.3.1 ทักษะและความชำนาญในการแก้ไขปัญหา

3.4.3.2 ลำดับขั้นตอนการแก้ไขปัญหา

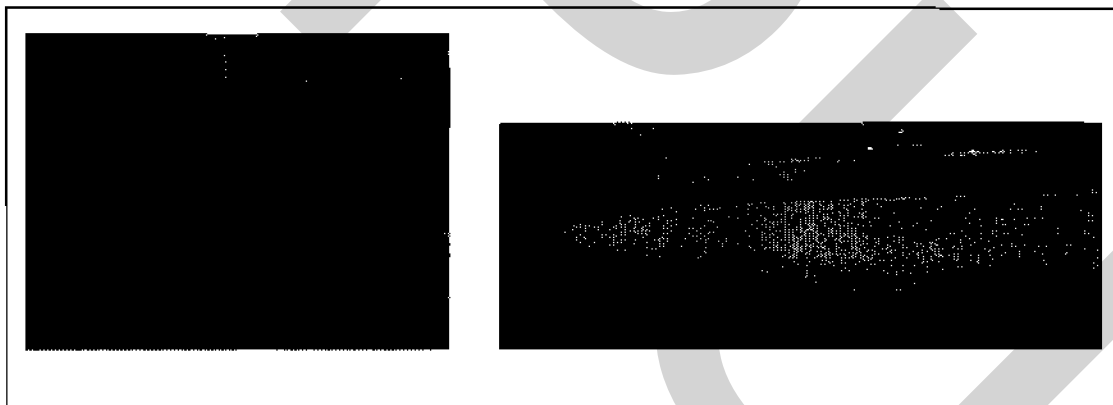
แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าสลับ 220V (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 48 V (DC) จ่ายให้สถานีฐาน และมีแบตเตอรี่สำรองกระแสไฟไว้เมื่อไฟฟ้าดับซึ่ง แบตเตอรี่จะ

สำรองไว้ได้ประมาณ 8 ชั่วโมงซึ่งเวลานั้นสถานีฐานสามารถให้บริการได้ปกติ ฉะนั้นแหล่งจ่ายไฟจัดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากที่สุดต่อระบบ WLL



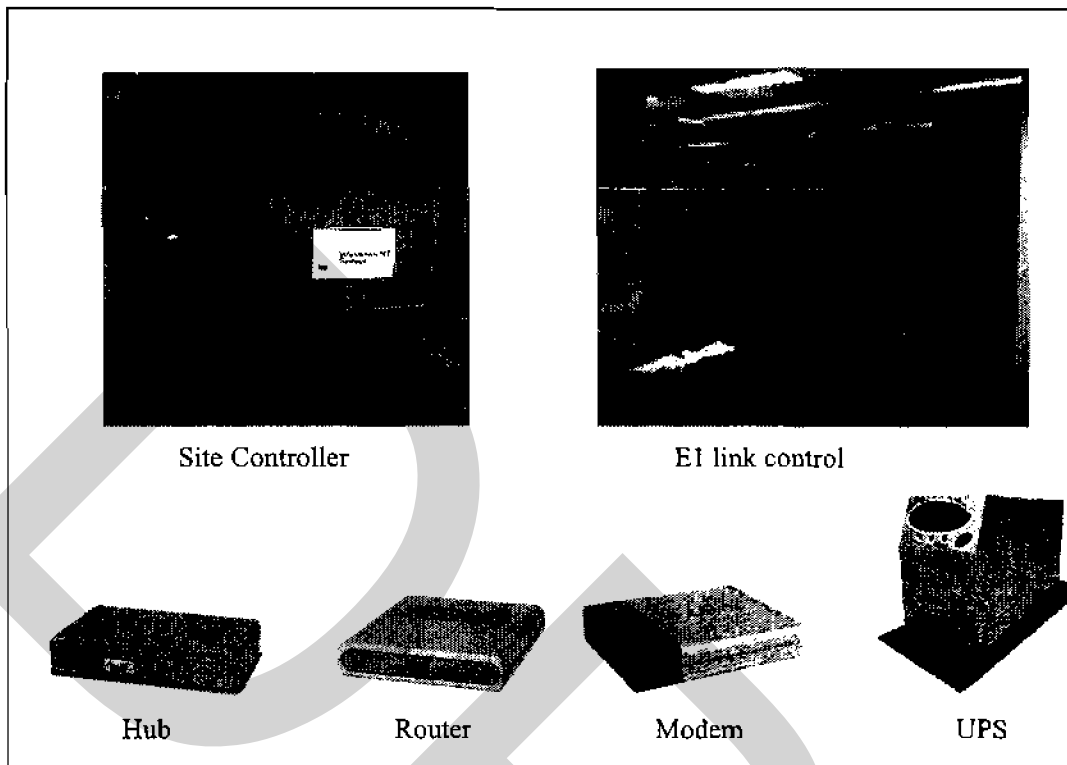
ภาพที่ 3.4 แหล่งจ่ายไฟให้กับสถานีฐานของโทรศัพท์ระบบ WLL

เครื่องปรับอากาศเนื่องด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและมีอายุการใช้งานที่คุ้มค่าต่อเมื่อทำงานอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิเหมาะสมที่สุดในส่วนของอุปกรณ์ระบบ WLL จะตั้งอุณหภูมิอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส

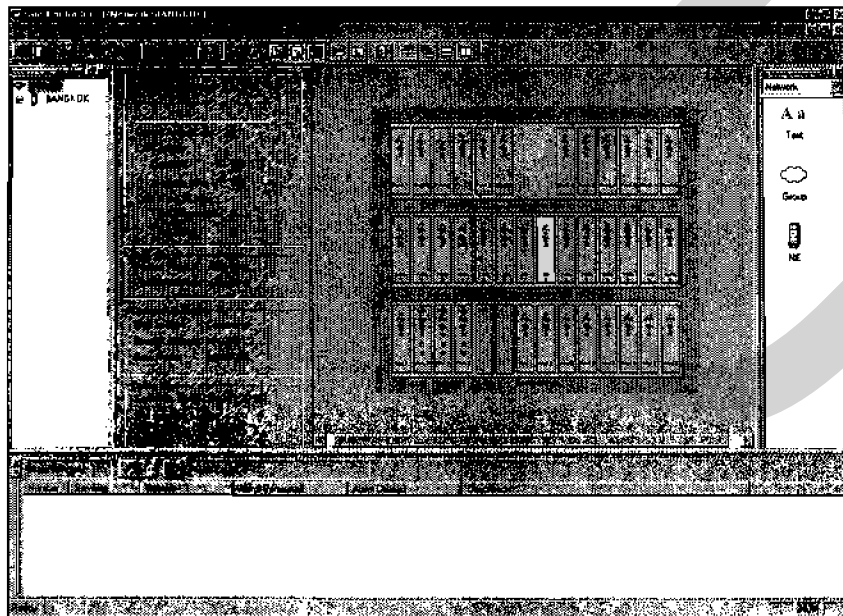


ภาพที่ 3.5 เครื่องปรับอากาศและตัวควบคุม

อุปกรณ์ควบคุมโครงข่ายเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเพื่อควบคุมการทำงานของสถานีฐานที่นอกเหนือไปจากโปรแกรมสถานีฐาน และเนื่องจากสถานีฐานมีอยู่ทั่วประเทศและมีระยะทางที่ห่างไกล ซึ่งการเฝ้าระวังหรือตรวจสอบสถานีฐานสามารถทำได้ผ่านอุปกรณ์นี้ ทำให้ผู้ดูแลสามารถปฏิบัติงานได้เร็วขึ้นและประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

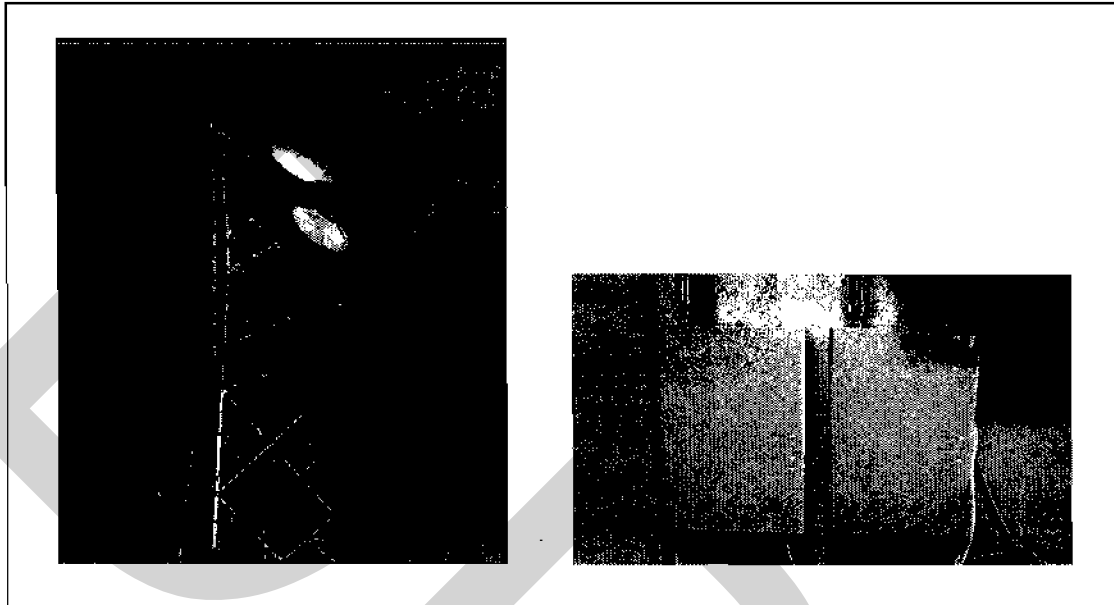


ภาพที่ 3.6 ชุดสายโทรศัพท์และอุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย



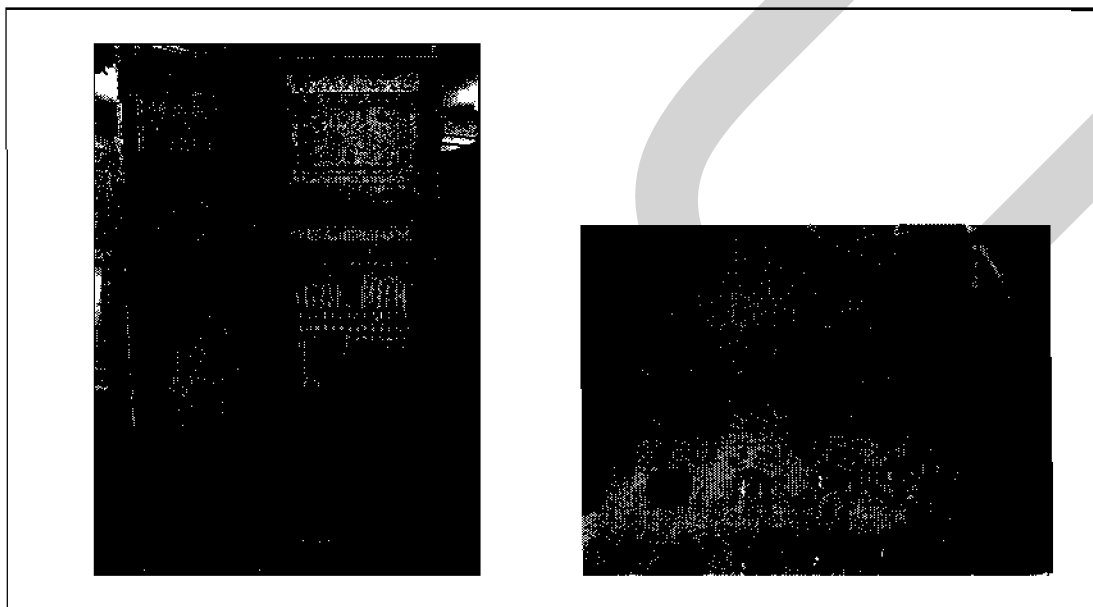
ภาพที่ 3.7 โปรแกรมควบคุมสถานีฐาน

อุปกรณ์เชื่อมต่อและอุปกรณ์ส่งสัญญาณ หรือสายอากาศ ที่ติดตั้งเชื่อมกับสถานีฐาน ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณเพื่อติดต่อกับสถานีลูกข่าย ณ บ้านผู้ใช้บริการ

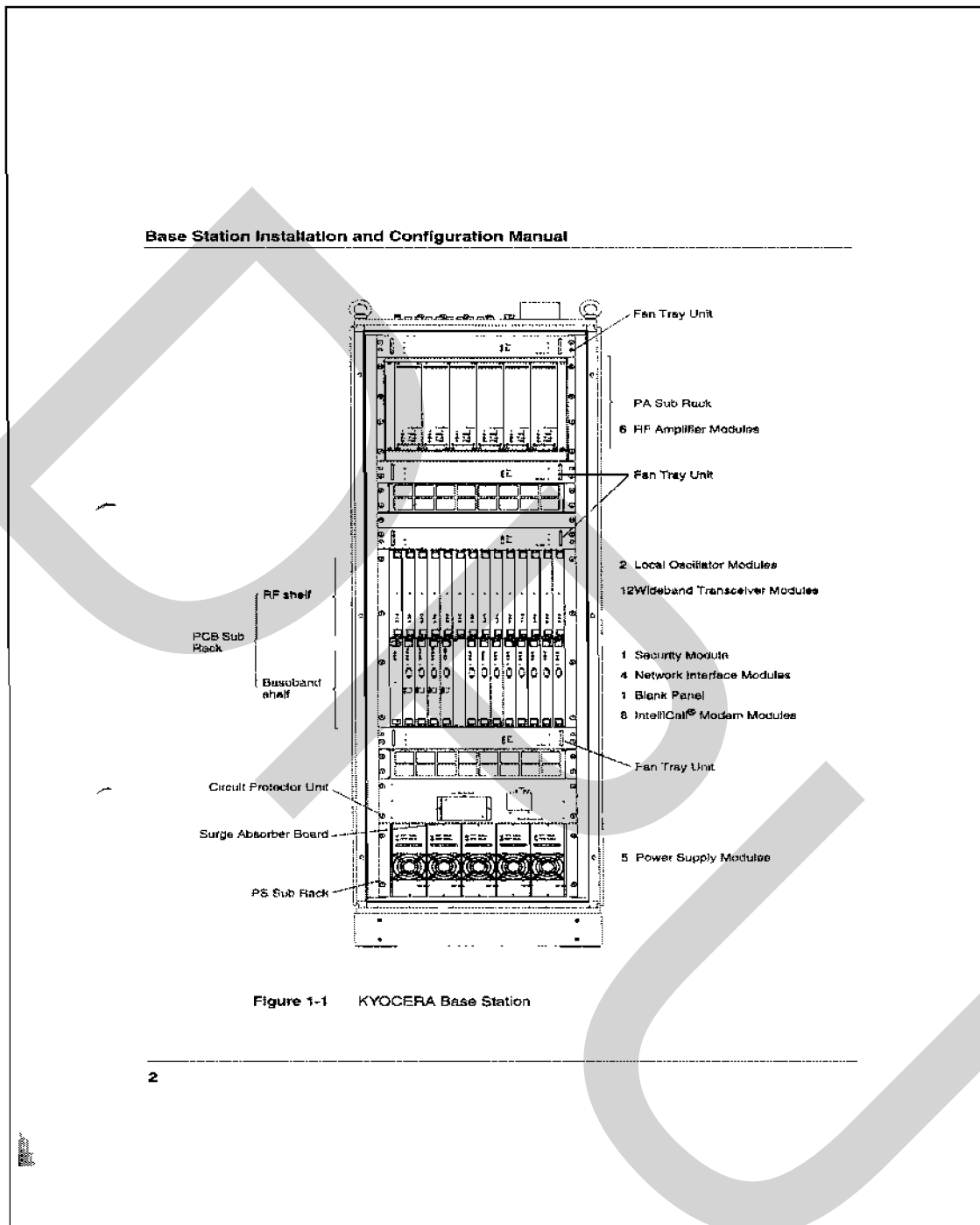


ภาพที่ 3.8 สายอากาศ (Omni Antenna) ส่งสัญญาณ และ Calibration Unit

อุปกรณ์โครงสร้างของสถานีฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ทางด้านชิ้นส่วนอุปกรณ์ และ โปรแกรมควบคุม



ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์สถานีฐาน และจุดเชื่อมต่อสื่อสารสัญญาณ



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงโครงสร้างอุปกรณ์ส่วนประกอบของสถานีฐาน

3.5 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ระบบ WLL

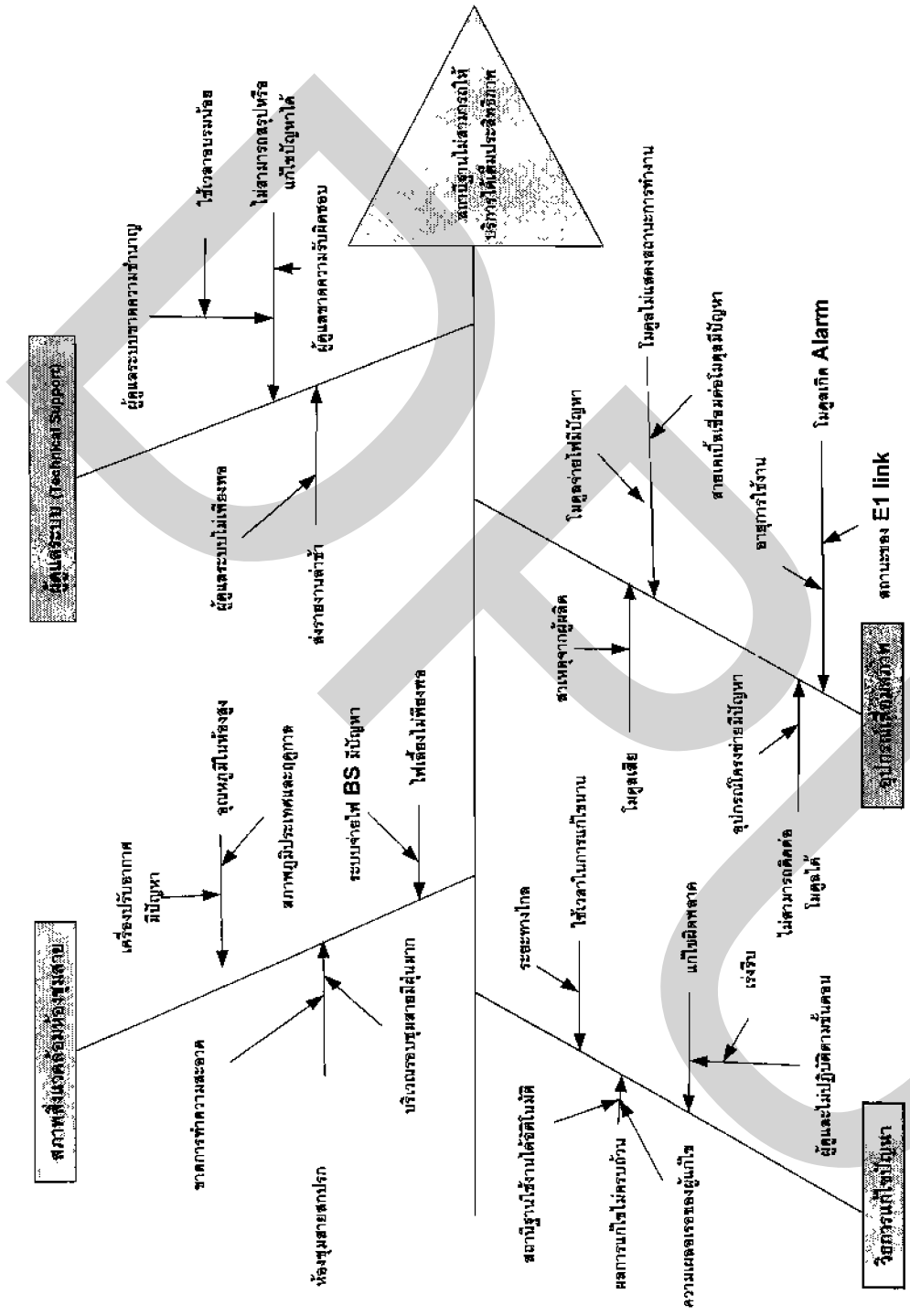
อุปกรณ์ระบบ WLL เริ่มมีการใช้งาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 จัดเป็นอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และมีการเปิดใช้งานตลอดเวลา ฉะนั้นอายุการใช้งานย่อมมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ จากการบำรุงดูแลรักษาระบบของบริษัทการศึกษา สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ คือ

3.5.1 บริษัทการศึกษาไม่มีมาตรฐานในการบำรุงดูแลรักษาอุปกรณ์อย่างมีระบบ โดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุดและไม่สามารถให้บริการได้

3.5.2 ไม่มีระบบเอกสารและรายงานการตรวจเช็ค รวมถึงการบำรุงรักษาระบบที่แน่นอน

3.5.3 จำนวนครั้งที่ระบบเกิดปัญหาและทำให้ไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพมีจำนวนเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลที่ผ่านมาทำให้ทราบถึงสาเหตุและผลของปัญหา ส่วนหนึ่งได้จากการระดมสมองหรือจากประสบการณ์ของผู้ที่ประสบกับปัญหาภายในแผนก สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพก้างปลาเพื่อระบุสาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ไขให้ไปในทิศทางที่ถูกต้องดังแผนภาพข้างล่างนี้



ภาพที่ 3.11 แผนภูมิแสดงการเกิดปัญหาทำให้สถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้เพิ่มประสิทธิภาพ

ทั้งนี้เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว วิทยานิพนธ์นี้จึงได้มุ่งเสนอการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับบริษัทกรณีศึกษา เพื่อก่อให้เกิดมาตรฐานในการบำรุงรักษา เป็นผลให้การบำรุงรักษาอุปกรณ์ของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้ระบบมีความพร้อมในการทำงานเกิดผลดีต่อการให้บริการที่เต็มประสิทธิภาพ เพื่อให้ทราบถึงผลการวิจัยว่านำไปปฏิบัติแล้วจะประสบความสำเร็จหรือไม่ จึงขอเสนอดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

(1) จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบที่มีผลต่อการให้บริการของสถานีสาน

(2) เวลาที่ใช้ในการแก้ไขให้อุปกรณ์ในระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

(3) ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีสานในแต่ละครั้ง

MTBF(Mean Time Between Failure)

(4) อัตราความพร้อมในการทำงานของสถานีสาน : Availability Rate

(5) มูลค่าความเสียหายที่เกิดมาจากสถานีสานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ คือค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเฉพาะในส่วนของชิ้นส่วนอุปกรณ์และการดำเนินการแก้ไข

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย คือข้อมูลของการเกิดปัญหาที่ทำให้สถานีสานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ ของเดือน ตุลาคมพ.ศ. 2547 - ธันวาคม 2548 โดยดูที่สถิติการเกิดปัญหาและรายละเอียดของการแก้ไขที่ผ่านมา โดยยกตัวอย่างสถานีสานที่นำมาศึกษาจำนวน 8 สถานีสานจาก 191 สถานีสานทั่วประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการบำรุงรักษาสถานีสานอื่นๆที่เหลือ

(1) สถานีสาน เมืองยะลา จังหวัดยะลา

(2) สถานีสาน โพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด

(3) สถานีสาน คลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร

(4) สถานีสาน ขามวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร

(5) สถานีสาน กมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์

(6) สถานีสาน หัวเวียง จังหวัดอุบลราชธานี

(7) สถานีสาน ชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์

(8) สถานีสาน ไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร

3.6 ประวัติการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ตารางที่ 3.2 สรุปจำนวนครั้งของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนของWLL ทั้ง 8 สถานีฐาน

ลำดับที่	ชื่อสถานีฐาน	BS Accessories	BS module	Maintenance	รวม(ครั้ง)
1	เมืองยะลา	2	7	1	10
2	โพนทอง	5	1	-	6
3	คลองขลุง	3	3	-	7
4	ขามูร์ลักษบุรี	2	1	-	3
5	กมลาไสย	3	1	-	4
6	หัวเวียง	3	4	1	8
7	ชุมแสง	1	5	-	6
8	ไทรงาม	1	3	1	5

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากตาราง 3.2 สถานีฐาน ยะลาเมือง มีจำนวนครั้งของการเกิดปัญหามากที่สุดรองลงมา คือ สถานีฐานคลองขลุงจังหวัดกำแพงเพชรและ สถานีฐานอื่นๆถัดไป ที่มาของสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ดังแผนภาพก้างปลา (ภาพที่ 3.11)

ส่วนผลกระทบอื่นๆ ที่ตามมาคือมูลค่าความเสียหายที่เกิดมาจากสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพที่สำคัญอีกอย่างที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนคือค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเฉพาะในส่วนของชิ้นส่วนอุปกรณ์คือราคาอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมแซมหรือการแก้ไขก่อนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 มูลค่าความเสียหายก่อนการปรับปรุงของการเกิดปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ในส่วนของWLL
ทั้ง 8 สถานีฐานต้นแบบ

ลำดับ ที่	รายละเอียด	ชื่อสถานีฐาน							
		เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ขลุง	ขามรลักษ์บุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพรจาม
1	ค่าอุปกรณ์ใหม่	794,493	208,927	165,227	128,865	168,977	164,677	171,563	0
2	ค่าซ่อมแซม อุปกรณ์	241,230	1,350	172,527	0	1,350	168,477	164,677	164,677
3	ค่าขนส่ง	3,880	750	2,100	2,300	650	1,000	1,000	1,400
4	ค่าเดินทาง	9,350	8,700	3,000	2,350	5,800	4,400	2,000	800
5	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	625	260	350	145	150	350	290	180
	รวม	1,049,578	219,987	343,204	133,660	176,927	338,904	339,530	167,057

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากตารางมูลค่าความเสียหายสถานีฐานยะลามีมูลค่าความเสียหายสูงที่สุด จะเห็นได้ว่า มีทั้งค่าอุปกรณ์ใหม่และค่าซ่อมแซมอุปกรณ์เพราะว่าอุปกรณ์บางชิ้นไม่สามารถซ่อมแซมได้ต้องเปลี่ยนใหม่เท่านั้น ฉะนั้นถ้าเป็นอุปกรณ์ที่ต้องซ่อมแซมจะมีค่าขนส่งซึ่งประกอบไปด้วย 2 ช่วงคือ สำนักงานสนามต่างจังหวัด กับสำนักงานใหญ่กรุงเทพฯ และ สำนักงานใหญ่กรุงเทพฯกับบริษัท Kyocera ซึ่งเป็นเจ้าของอุปกรณ์ที่ประเทศ ญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังมีค่าติดต่อประสานงาน ค่าเดินทางเข้าไปแก้ไขที่สถานีฐาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ดังนั้นมูลค่าความเสียหายของแต่ละสถานีฐานที่ยกมาเป็นกรณีศึกษาจึงแตกต่างกันออกไปซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- (1) จำนวนครั้งการเกิดปัญหา
- (2) สถานที่ตั้งสถานีฐาน

- (3) สถานที่ตั้งของสำนักงานสนาม
- (4) ราคาอุปกรณ์ใหม่
- (5) ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์
- (6) ประเภทของบริการที่ใช้ขนส่ง เช่น เครื่องบิน รถไฟ เป็นต้น
- (7) การติดต่อประสานงาน เช่น ทางโทรศัพท์ หรืออีเมล

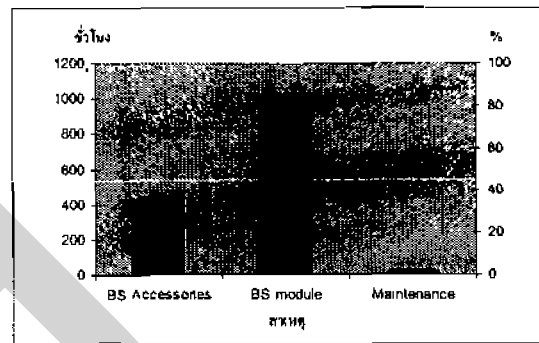
จากข้อมูลการบำรุงรักษาที่ผ่านมานำมาคำนวณค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงาน ทั้ง 8 สถานีฐาน ที่นำมาเป็นต้นแบบ มีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 ค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานก่อนการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ลำดับ ที่	ดัชนี	ชื่อสถานีฐาน							
		เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ขลุง	ขามวังก์ชัยบุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพศراجัม
1	เวลาบริการ (Loading Time)	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968
2	จำนวนครั้งที่ขัดข้อง (ครั้ง)	10	6	7	3	4	8	6	5
3	เวลาที่อุปกรณ์ ขัดข้อง(ชั่วโมง)	1,488	600	600	432	480	600	384	408
4	MTBF(ชั่วโมง)	948	1,728	1,481	3,512	2,622	1,296	1,764	2,112
5	อัตราความพร้อมใช้ งาน(เปอร์เซ็นต์)	0.86	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากข้อมูลการบำรุงรักษาทั้งหมดสามารถนำมาแจกแจงเพื่อดูระยะเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแต่ละสถานีฐานต้นแบบเพื่อนำไปออกแบบในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้กับสถานีฐานอื่นๆ



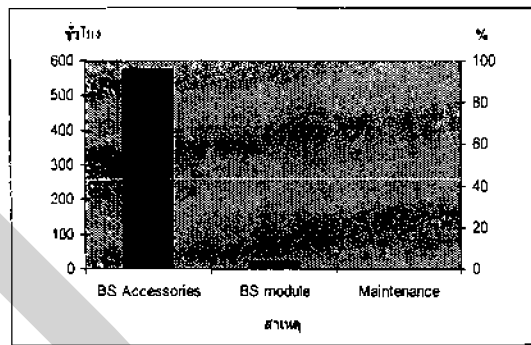
ภาพที่ 3.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานเมืองยะลา

ตารางที่ 3.5 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน เมืองยะลา (ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.			
	พ.ย.		24	
	ธ.ค.		168	
2548	ม.ค.	264	168	24
	ก.พ.		216	
	มี.ค.		240	
	เม.ย.			
	พ.ค.	168	96	
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.		120	
	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
	รวม(ชั่วโมง)	1488	432	1032
ร้อยละ	100	29.0	69.4	1.6
เฉลี่ยต่อเดือน		28.80	68.80	1.60

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.12 และตาราง 3.5 สาเหตุเกิดจาก BS module ร้อยละ 69.4 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS Accessories ร้อยละ 29 และ Maintenance ร้อยละ 1.6



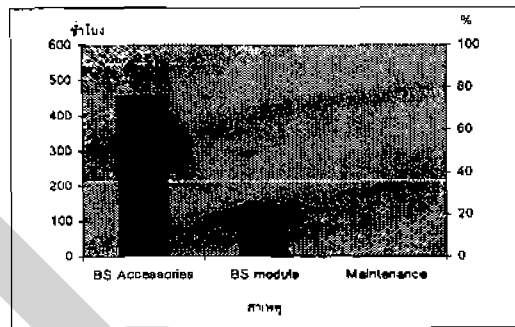
ภาพที่ 3.13 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรทง

ตารางที่ 3.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรทง (ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2548	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.	24		
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.	240	24	
	ต.ค.	192		
พ.ย.	96			
ธ.ค.	24			
รวม(ชั่วโมง)	600	576	24	0
ร้อยละ	100	96.0	4.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		38.40	1.60	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพและตารางสาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 96 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 4



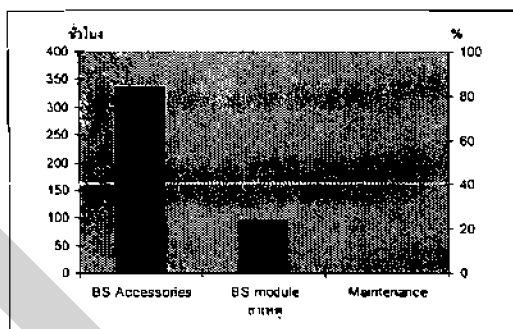
ภาพที่ 3.14 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง

ตารางที่ 3.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2548	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.	96	144	
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.	192		
	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.	168		
	รวม(ชั่วโมง)	600	456	144
ร้อยละ	100	76.0	24.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		30.40	9.60	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.14 และตาราง 3.7 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 76 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 24



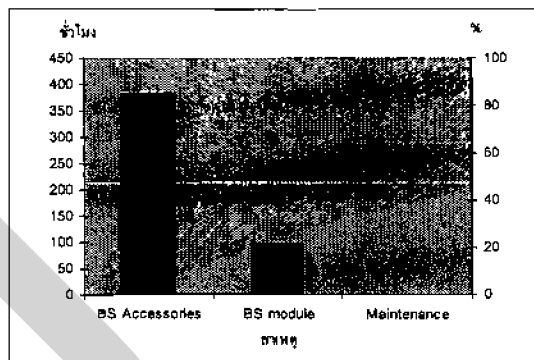
ภาพที่ 3.15 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานวนวลักษณ์บุรี

ตารางที่ 3.8 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานวนวลักษณ์บุรี(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.พ.			
2548	ม.ค.		96	
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.	192		
	ค.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.	144		
รวม(ชั่วโมง)	432	336	96	0
ร้อยละ	100	77.8	22.2	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		22.40	22.40	7.38

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.15 และตาราง 3.8 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 77.8 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 22



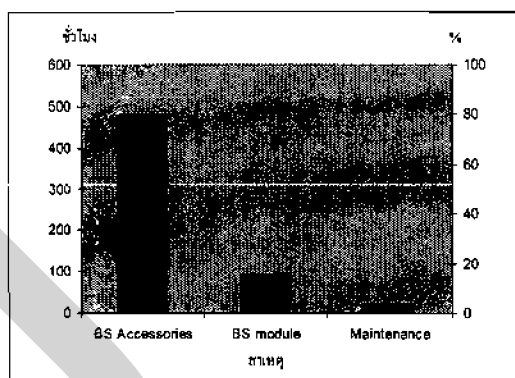
ภาพที่ 3.16 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย

ตารางที่ 3.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ค.ค.			
	พ.ธ.			
	ธ.ค.			
2548	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.		96	
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.	168		
	ต.ค.			
	พ.ย.	216		
	ช.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	480	384	96	0
ร้อยละ	100	80.0	20.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		25.60	25.60	6.40

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ค.ค. 2547- ช.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.16 และตาราง 3.9 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 80 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 20



ภาพที่ 3.17 แสดงร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง

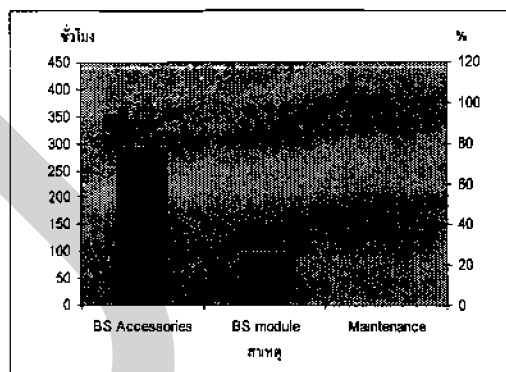
ตารางที่ 3.10 แสดงร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.		24	
2548	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.	264	24	24
	เม.ย.			
	พ.ค.	216		
	มิ.ย.		48	
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	600	480	96	24
ร้อยละ	100	80.0	16.0	4.0
เฉลี่ยต่อเดือน		32.00	6.40	1.60

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.17 และตาราง 3.10 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 80 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุดรองลงมาคือ BS module ร้อยละ 16 และ Maintenance ร้อยละ 4 ซึ่งเป็นความ

ผิดพลาดที่เกิดจากผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ขั้นตอนการตรวจเช็คและทักษะในการปฏิบัติงาน



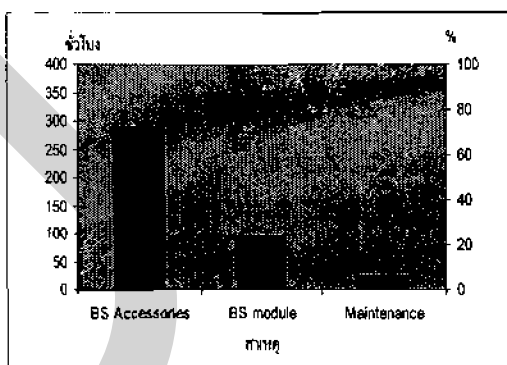
ภาพที่ 3.18 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง

ตารางที่ 3.11 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ค.ค.			
	พ.ค.			
	ธ.ค.		48	
2548	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.	288		
	ก.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.		48	
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	384	288	96	0
ร้อยละ	100	75.0	25.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		19.20	6.40	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ค.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.18 และตาราง 3.11 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 75 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 25 ปัญหาเกิดจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.19 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม

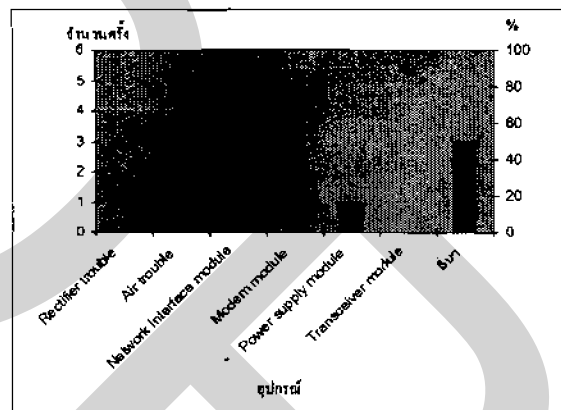
ตารางที่ 3.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2547	ต.ค.		48	
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2548	ม.ค.		14	
	ก.พ.			
	มี.ค.			24
	เม.ย.			
	พ.ค.		14	
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ต.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.			
	ค.ค.			
	พ.ย.	288		
	ธ.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	408	188	96	24
ร้อยละ	100	70.6	23.5	5.9
เฉลี่ยต่อเดือน		19.20	19.20	6.40

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.19 และตาราง 3.12 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 70.6 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 23.5 และ Maintenance ร้อยละ 5.9 ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากผู้ดูแลระบบ

จากข้อมูลการบำรุงรักษาทั้งหมดสามารถนำมาแจกแจงเพื่อดูความถี่ในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแต่ละสถานีฐานต้นแบบเพื่อนำไปออกแบบในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้กับสถานีฐานอื่นๆ



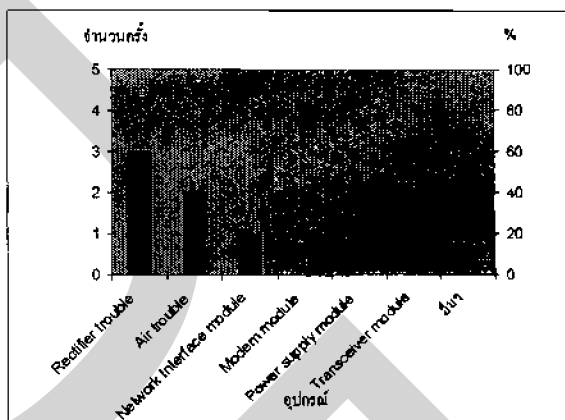
ภาพที่ 3.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา

ตารางที่ 3.13 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	Rectifier trouble	0	0	0
2	Air trouble	0	0	0
3	Network Interface module	1	1	10
4	Modem module	5	6	60
5	Power supply module	1	7	70
6	Transceiver module	0	7	70
7	อื่นๆ	3	10	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ค.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.20 และตาราง 3.13 Modem module มีจำนวนครั้งของการเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ อุปกรณ์อื่นๆ วิธีการแก้ไขปัญหาคือเป็นการรีเซตอุปกรณ์เพื่อให้สามารถทำงานได้ปกติ



ภาพที่ 3.21 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

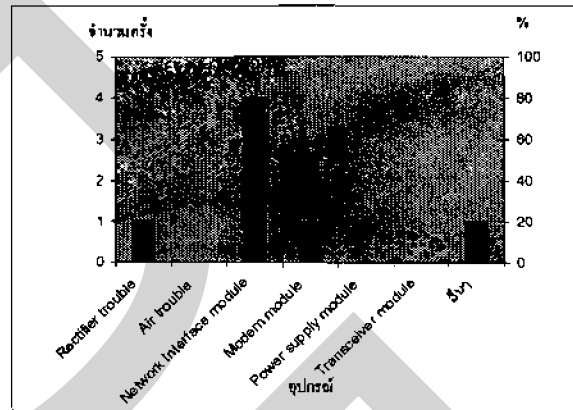
ตารางที่ 3.14 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่(ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	Rectifier trouble	3	3	50
2	Air trouble	2	5	83
3	Network Interface module	1	6	100
4	Modem module	0	6	100
5	Power supply module	0	6	100
6	Transceiver module	0	6	100
7	อื่นๆ	0	6	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.21 และตาราง 3.14 ปัญหาที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟ คิดเป็นร้อยละ 50 ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสถานีฐานมากที่สุด เพราะถ้าไม่มีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง

ให้ สถานีฐานก็ไม่สามารถทำงานได้ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องปรับอากาศมีปัญหาจึงทำให้ อุณหภูมิสูงจึงมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ และลักษณะภูมิอากาศร้อนก็มีผลต่อการทำงานของ อุปกรณ์ด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 3.22 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง

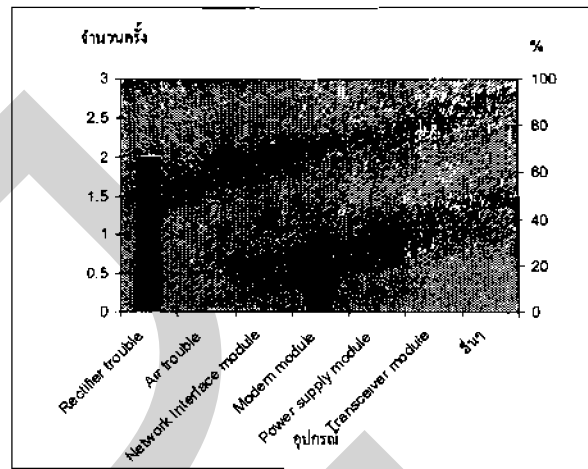
ตารางที่ 3.15 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่(ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	14
2	Air trouble	0	1	14
3	Network Interface module	4	5	71
4	Modem module	1	6	86
5	Power supply module	0	6	86
6	Transceiver module	0	6	86
7	อื่นๆ	1	7	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.22 และตาราง 3.15 ปัญหาจาก Network Interface module มีจำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 57 ของปัญหาทั้งหมด การควบคุมสถานีฐานคือการใช้ Network Interface module เป็น

ตัวส่งผ่านคำสั่งด้วย อุปกรณ์นี้จึงมีความสำคัญต่อระบบมาก



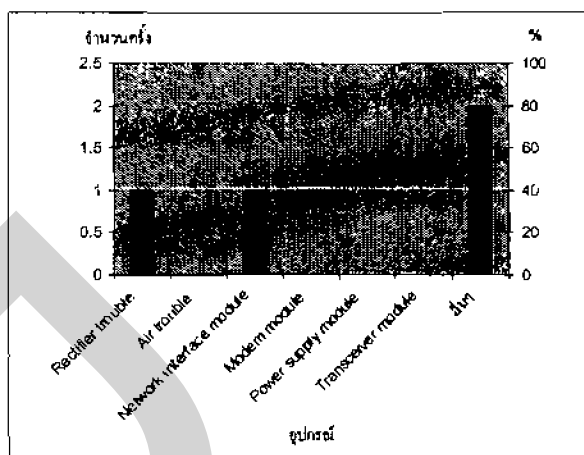
ภาพที่ 3.23 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูร์ลักษบุรี

ตารางที่ 3.16 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูร์ลักษบุรี

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	2	2	67
2	Air trouble	0	2	67
3	Network Interface module	0	2	67
4	Modem module	1	3	100
5	Power supply module	0	3	100
6	Transceiver module	0	3	100
7	อื่นๆ	0	3	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.23 และตาราง 3.16 ปัญหาที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟ คิดเป็นร้อยละ 67 ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสถานีฐานมากที่สุด รองลงมาคือ Modem module คิดเป็นร้อยละ 23



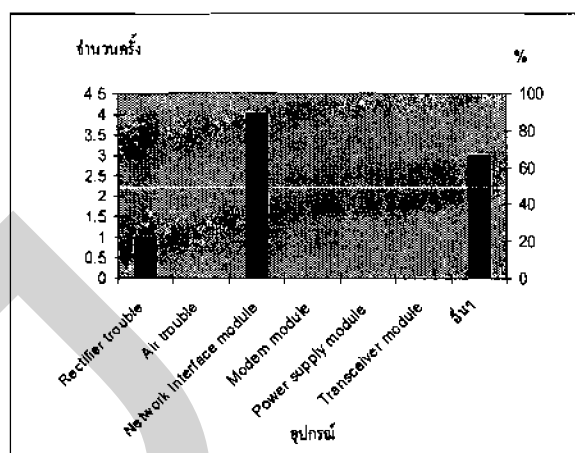
ภาพที่ 3.24 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย

ตารางที่ 3.17 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	25
2	Air trouble	0	1	25
3	Network Interface module	1	1	25
4	Modem module	0	2	50
5	Power supply module	0	2	50
6	Transceiver module	0	2	50
7	อื่นๆ	2	4	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.24 และตาราง 3.17 ปัญหาจากอุปกรณ์อื่นที่ไม่ได้แจกแจง ณ ที่นี้ มีจำนวนสูงถึง ร้อยละ 50 รองลงมา คือ แหล่งจ่ายไฟ และ Modem module คิดเป็นร้อยละ 25



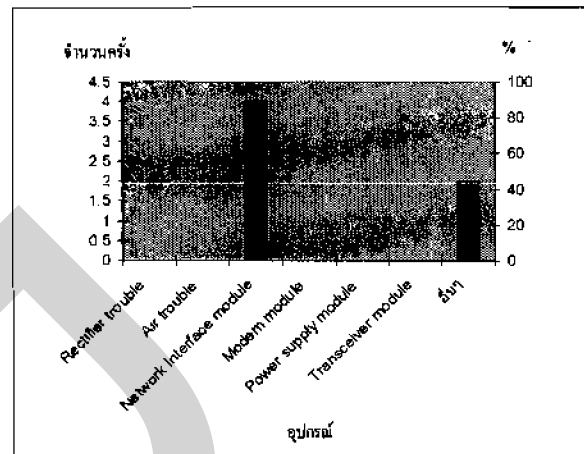
ภาพที่ 3.25 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง

ตารางที่ 3.18 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	13
2	Air trouble	0	1	13
3	Network Interface module	4	5	63
4	Modem module	0	5	63
5	Power supply module	0	5	63
6	Transceiver module	0	5	63
7	อื่นๆ	3	8	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.25 และตาราง 3.18 ปัญหาจาก Network Interface module มีจำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 50 ของปัญหาทั้งหมดรองลงมาคือสาเหตุจากอุปกรณ์อื่นๆคิดเป็นร้อยละ 38



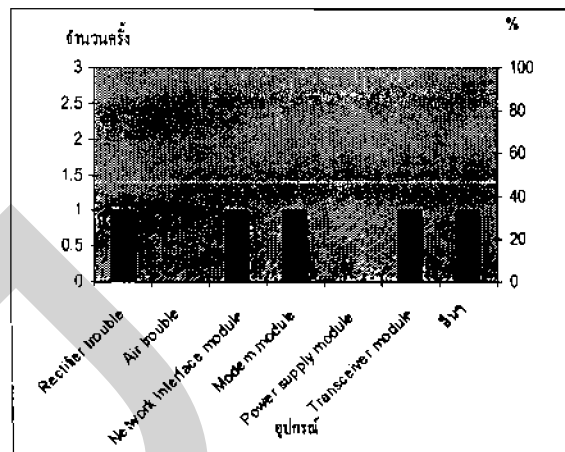
ภาพที่ 3.26 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมชนแสง

ตารางที่ 3.19 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมชนแสง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	0	0	0
2	Air trouble	0	0	0
3	Network Interface module	4	4	67
4	Modem module	0	4	67
5	Power supply module	0	4	67
6	Transceiver module	0	4	67
7	อื่นๆ	2	6	100

ที่มา : จำนวนและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.26 และตาราง 3.19 ปัญหาจาก Network Interface module มีจำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 67 ของปัญหาทั้งหมด ซึ่งจากจำนวนครั้งทั้งหมดมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แค่ครั้งเดียว นอกจากนั้นเป็นการเซตค่าอุปกรณ์ใหม่ให้ระบบกลับมาใช้งานได้ปกติ



ภาพที่ 3.27 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

ตารางที่ 3.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	20
2	Air trouble	0	1	20
3	Network Interface module	1	2	40
4	Modem module	1	3	60
5	Power supply module	0	3	60
6	Transceiver module	1	4	80
7	อื่นๆ	1	5	100

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ต.ค. 2547- ธ.ค. 2548

จากแผนภาพ 3.27 และตาราง 3.20 สถานีฐานโทรคมนาคมเกิดปัญหาจากอุปกรณ์หลายอย่างด้วยกันแม้จะมีจำนวนครั้งน้อยแต่ก็มีหลายปัญหาที่จะต้องรีบแก้ไข

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโทรศัพท์ระบบ WLL ในส่วนของอุปกรณ์ระบบโดยผู้ดูแลรักษาระบบคือ ชุมิโตโม อิเล็กทริกส์ อินคัสตรี ลิมิเต็ด ซึ่งเป็นบริษัทกรณีศึกษา ได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาและศึกษาสภาพทั่วไป ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 เพื่อประกอบการพิจารณาในการจัดตั้งระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปัญหาการเกิดขึ้นกับบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่

(1) บริษัทผู้ดูแลระบบไม่มีมาตรฐานในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ WLL อย่างมีระบบ โดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุดหรือได้รับแจ้งเสียจากผู้ใช้บริการ

(2) ไม่มีระบบเอกสารรายงานที่แน่นอน รวมถึงการบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ WLL ที่แน่นอน เนื่องจากสถานี่ฐานมีการกระจายอยู่ทั่วประเทศและมีระยะทางห่างกันพอสมควรยากต่อการตรวจสอบ

(3) จำนวนครั้งและเวลาในการแก้ปัญหาค่อนข้างสูง

(4) รักษารฐานข้อมูลผู้ใช้บริการ โดยการเพิ่มความเชื่อมั่นและความไว้วางใจต่อผู้ใช้บริการ

มีขั้นตอนในการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.1 การจัดสร้างระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ดังนั้นจึงต้องจัดท้ระบบเอกสารในการตรวจสอบและปฏิบัติในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบ เพื่อให้พนักงานหรือผู้ปฏิบัติได้นำระบบนี้ใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาสามารถนำข้อมูลต่างๆ มาประกอบในการพิจารณาและแก้ปัญหาในการบำรุงรักษาได้ โดยประกอบด้วยเอกสารต่างๆ ดังนี้

4.1.1 เอกสารการบำรุงรักษาสถานีฐานรายวัน (Daily Report)

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษามีหน้าที่บำรุงรักษาสถานีฐานซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศการบำรุงรักษาเบื้องต้น โดยการเฝ้าระวัง (Monitoring) ทางระบบ โครงข่ายจึงมีความจำเป็นมาก สำนักงานสนามของบริษัทกรณีศึกษา 12 แห่งตั้งอยู่ใน 12 จังหวัดซึ่งทำหน้าที่ในการเฝ้าระวังสถานีฐานที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการปฏิบัติงานทำได้ที่สำนักงานไม่ต้องเดินทางไปยังสถานีฐาน การรายงานผลการตรวจเช็คสถานะของสถานีฐานในแต่ละวันต้องรายงานทางอีเมลมายังเจ้าหน้าที่สำนักงานใหญ่ และผลประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้โครงข่ายในการตรวจสอบคือแก้ปัญหาได้รวดเร็ว ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์สถานีฐานเป็นการตรวจสอบสถานะเบื้องต้นทางด้านโปรแกรม มีรายละเอียดของงานประกอบไปด้วย ชื่อสำนักงานบริการ ชื่อเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ วันที่ตรวจสอบ สถานะการทำงานทางด้านโปรแกรม ไฟแสดงสถานะอุปกรณ์ รายละเอียดและจำนวนเบอร์โทรศัพท์ที่โทรทดสอบไปยังผู้ใช้บริการ สถานะของสื่อสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างทศท.และสถานีฐาน หลังจากสำนักงานใหญ่ได้รับข้อมูลจะทำการตรวจสอบทุกวันรายละเอียดในรายงานจะถูกนำมาวิเคราะห์และหาทางแก้ไข ประโยชน์จากขั้นตอนนี้คือสามารถรับทราบการเกิดเหตุการณ์สถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้รวดเร็วและแก้ไขได้อย่างทันที่

4.1.2 เอกสารการบำรุงรักษาสถานีฐานราย 1 เดือน

ใช้ในกรณีที่ตรวจสอบการทำงานของสถานีฐานโดยโปรแกรมจากสถานีควบคุมโครงข่ายโดยเริ่มจากสำนักงานใหญ่นำเอาใบตรวจสอบที่กำหนดงานที่ต้องตรวจเช็คระบบในรอบ 1 เดือน ส่งให้สำนักงานสนามทั่วประเทศ รูปแบบใบตรวจสอบจะเหมือนกับรายงานประจำวันคือ ผู้ปฏิบัติคือ เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานสนามที่ได้รับแต่งตั้งให้เป็นผู้ดูแลจะเป็นคนกรอกข้อมูลจากการตรวจเช็คที่สถานีควบคุมโครงข่ายลงในใบตรวจสอบและรวบรวมเมื่อครบทุกสถานีฐานในรอบ 1 เดือนส่งมายังสำนักงานใหญ่กรุงเทพฯ

4.1.3 เอกสารการบำรุงรักษาสถานีฐานราย 3 เดือน

ใช้ในกรณีที่เข้าไปตรวจสอบที่สถานีฐาน โดยเริ่มจากสำนักงานใหญ่นำเอาใบตรวจสอบที่กำหนดงานที่ต้องตรวจเช็คระบบในรอบ 3 เดือน ส่งให้สำนักงานสนามทั่วประเทศ รูปแบบใบตรวจสอบจะเหมือนกับรายงานประจำวันคือ ผู้ปฏิบัติคือ เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานสนามที่ได้รับแต่งตั้งให้เป็นผู้ดูแลจะเป็นคนกรอกข้อมูลจากการเดินทางไปตรวจเช็คที่สถานีฐาน ใบตรวจสอบนี้ เมื่อผู้ดูแลระบบทำครบทุกสถานีฐานที่ตนรับผิดชอบหรือครบรอบ 3 เดือนก็จะจัดส่งสำนักงานใหญ่กรุงเทพฯ

เอกสารการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้ถูกออกแบบให้มีรูปแบบมาตรฐานเดียวกันเพื่อ
 ได้ใช้ในทุกสถานีฐานทั่วประเทศ แต่แตกต่างกันที่รายละเอียดการตรวจเช็ค ในรายละเอียดทั้ง 3
 ประเภทจะแยกตามระยะเวลาการตรวจสอบ สถานที่ที่การตรวจสอบ และรายละเอียดการตรวจสอบ
 ซึ่งจะทำได้สามารถปรับปรุงวิธีปฏิบัติให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นหรือเพิ่มประสิทธิภาพให้การทำงานดี
 ขึ้นได้ตลอดเวลา ผู้ดูแลระบบสามารถอ่านขั้นตอนการปฏิบัติงานได้โดยตรงจากใบตรวจสอบ
 ทั้งนี้ยังสามารถทราบแผนการบำรุงรักษาอย่างละเอียดรวมถึงวิธีปฏิบัติได้จากคู่มือรายละเอียดการ
 บำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.2 การนำไปปฏิบัติ

หลังจากที่ได้จัดทำมาตรฐานระบบเอกสาร และคู่มือการบำรุงรักษา ระบบโทรศัพท์
 WLL ขั้นตอนต่อไปก็คือการนำไปปฏิบัติให้กับบริษัทกรณีสึกษา ซึ่งต้องเตรียมความพร้อมโดย
 การให้ความรู้และประชาสัมพันธ์การบำรุงรักษา โดยวิศวกรบำรุงรักษาทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่
 ผู้ดูแลระบบในแต่ละสำนักงานสนามถึงขั้นตอนการบำรุงรักษา การใช้เอกสารและคู่มือการ
 บำรุงรักษาอย่างละเอียดสำหรับอุปกรณ์ระบบที่ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุกสถานีฐานเพื่อให้
 เป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง โดยเริ่มจากการบำรุงรักษา
 เครื่องจักรเชิงป้องกันรายวัน โดยให้พนักงานปฏิบัติตามใบตรวจสอบเมื่อเริ่มงานทุกครั้งในแต่ละ
 วัน หลังจากนั้นจึงดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันตามราย 1 เดือน และ 3 เดือน
 ตามลำดับ ดังตัวอย่างแสดงการปฏิบัติงานตามใบตรวจสอบได้ ดังภาพ โดยมีลำดับขั้นตอนในการ
 ปฏิบัติงานดังนี้

4.2.1 ทำการประชาสัมพันธ์ และจัดประชุมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษาที่สำนักงาน
 ใหญ่กรุงเทพฯ เพื่อทำการชี้แจงเกี่ยวกับแผนการดูแลระบบในแต่ละสำนักงานสนามซึ่งกระจายอยู่
 ทั่วประเทศ การสั่งงานทำได้โดยส่งเป็นเอกสารกฎระเบียบการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานเดียวกันไปยัง
 แต่ละสำนักงานสนาม อธิบายถึงปัญหาที่ต้องทำการแก้ไข และกำหนดเป้าหมายที่ทุกคนต้องร่วม
 ปฏิบัติเพื่อให้ประสบความสำเร็จ จัดแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบให้กับพนักงานทุกคน ที่เกี่ยวข้อง
 โดยกำหนดระยะเวลาในการเตรียมความพร้อม 2 เดือน ในการเตรียมเข้าสู่ระบบการบำรุงรักษาเชิง
 ป้องกันตามแผนงานที่ได้วางไว้

4.2.2 ขั้นตอนการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบทำได้ดังนี้เนื่องจากผู้ดูแลระบบปฏิบัติหน้าที่
 สำนักงานสนาม การให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันว่ามีรูปแบบอย่างไร มี
 วิธีปฏิบัติและดำเนินการเช่นไรทำได้โดยการส่งเอกสารคู่มือไปให้ศึกษาก่อนและจะมีเจ้าหน้าที่หรือ

วิศวกรจากสำนักงานใหญ่ออกไปตรวจสอบหรือสอนงานอีกครั้ง โดยสามารถสรุปหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติตามซึ่งมีหัวข้อการอบรม ดังนี้

4.2.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ โทรศัพท์ระบบ WLL ด้วยระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.2.2.2 ระบบการทำงานของอุปกรณ์โทรศัพท์ระบบ WLL

4.2.2.3 การบำรุงรักษาอุปกรณ์และการเฟิร์มแวร์

4.2.2.4 การปฏิบัติใช้เอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.2.3 ปฏิบัติและดำเนินงานตามแผนงานตามระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเริ่มจากการที่แผนกซ่อมบำรุง ส่งไปตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายวัน ราย 1 เดือน และ ราย 3 เดือน ไปยังสำนักงานสนามและมอบหมายให้ผู้ดูแลระบบไปปฏิบัติตามใบตรวจสอบ จากเดิมก่อนที่จะส่งผู้ดูแลระบบไปปฏิบัติงานที่สำนักงานสนาม ทางสำนักงานใหญ่จะเป็นผู้ฝึกอบรมการทำงานก่อน โดยให้เรียนรู้งานประมาณ 1 เดือน ฉะนั้นการปฏิบัติตามใบตรวจสอบจะต้องทำโดยผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบและมีทักษะความรู้หรือความชำนาญพอสมควร ในการตรวจสอบจะต้องใช้โปรแกรมตรวจสอบ ฉะนั้นระบบจะจำกัดผู้ใช้โดยรหัสผ่านซึ่งเป็นการป้องกันความผิดพลาดจากผู้อื่นที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ส่วนรายละเอียดของใบตรวจสอบออกแบบมาให้ง่ายต่อการตรวจสอบและสะดวกต่อผู้ปฏิบัติ ซึ่งจะมีรายละเอียดให้กรอกเพื่อใช้ในการบำรุงรักษา ประกอบด้วย วันเวลาที่ปฏิบัติ ชื่อสถานีฐาน หรือชื่อสถานีโครงข่าย โชน(ทั่วประเทศแบ่งเป็น 12 โชนเช่นเดียวกับสถานีฐาน) ชื่อผู้ปฏิบัติงาน รายละเอียดของงานและวิธีปฏิบัติ เมื่อปฏิบัติเสร็จก็ทำเครื่องหมายหรือกรอกข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ลงในใบตรวจสอบและเมื่อครบ 1 ถึง 3 เดือน เอกสารทุกอย่างที่ได้จากการปฏิบัติที่หน้างาน สำนักงานสนามต้องส่งมายังสำนักงานใหญ่กรุงเทพฯ โดยมีวิศวกรเป็นผู้ตรวจสอบและสรุปปัญหาจากข้อมูลการบำรุงรักษาที่แจ้งมาพร้อมทั้งออกใบสั่งงานและแจ้งไปยังผู้ดูแลระบบให้เข้าไปแก้ไขตามใบสั่งงานอีกครั้งหนึ่ง เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วจะต้องรายงานผลให้ทราบ ข้อมูลที่ได้จากสำนักงานสนามทั่วประเทศจะถูกเก็บไว้เป็นประวัติในการบำรุงรักษาต่อไป

ตัวอย่างการปฏิบัติตามเอกสารใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.2.3.1 การทำงานของอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ WLL ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

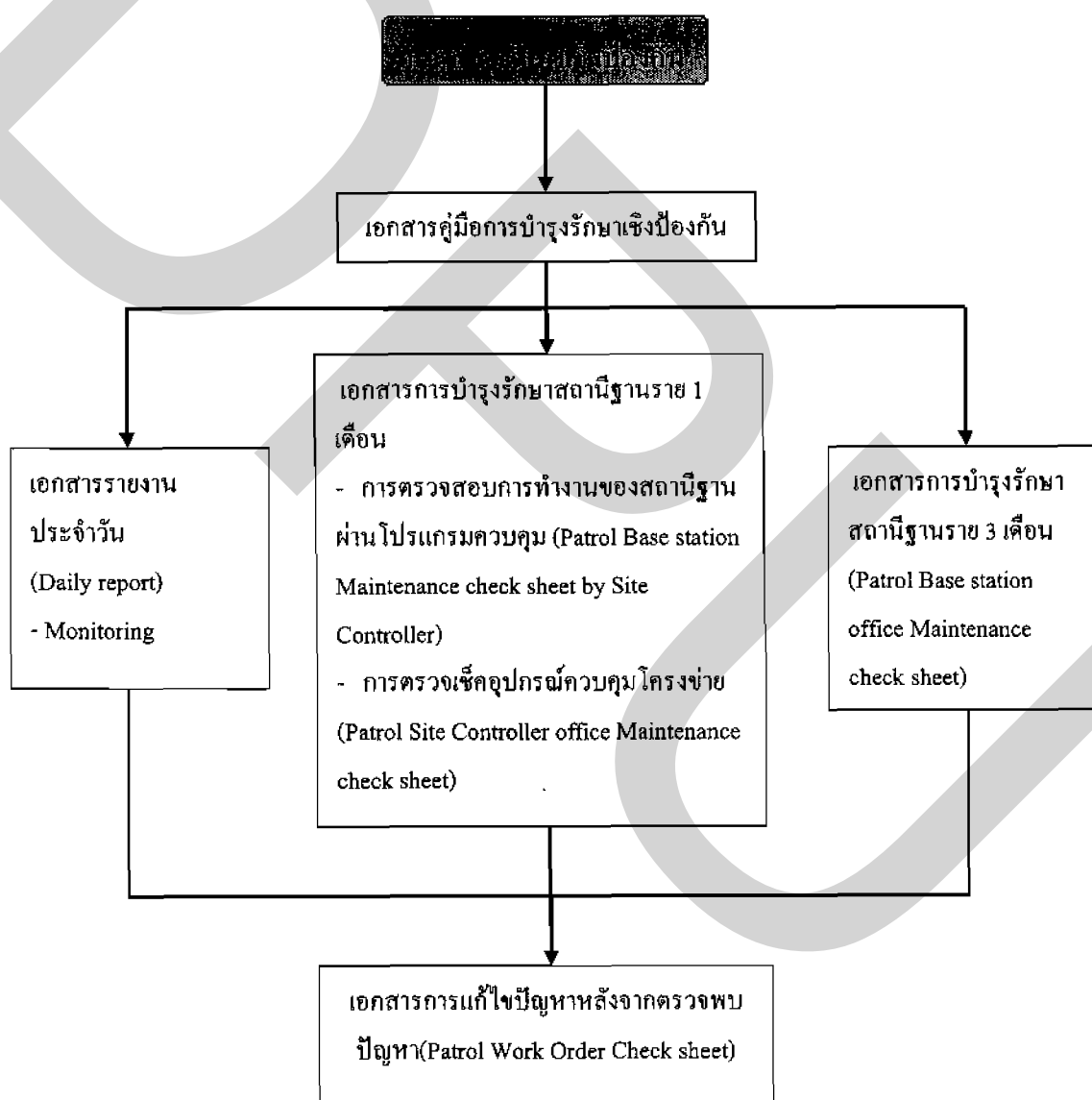
(1) ฮาร์ดแวร์ หรือทางด้านกายภาพ ก็ได้แก่สภาพภายนอกของอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบด้วยสายตา

(2) โปรแกรม ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์โครงข่ายหรือคอมพิวเตอร์ตรวจเช็ค ผ่านคำสั่ง หรือ โปรแกรมควบคุม

4.2.3.2 สถานที่การตรวจเช็คอุปกรณ์ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับตามเอกสารที่ออกแบบ

- (1) ใบตรวจสอบประจำวัน ปฏิบัติโดยใช้โปรแกรมการเฝ้าระวังผ่านโครงข่าย
ควบคุม
- (2) ใบตรวจสอบ 1 เดือน ปฏิบัติที่อุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย
- (3) ใบตรวจสอบ 3 เดือน ปฏิบัติที่สถานีฐาน

โครงสร้างเอกสารที่นำมาใช้ในบริษัทกรณีศึกษามี ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างเอกสารคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

รายละเอียดการใช้คู่มือการบำรุงรักษาเพื่อนำผลการตรวจเช็ค มาใส่ในใบรายงานซึ่งแบ่งตามสถานที่และอุปกรณ์ที่ตรวจเช็ค มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการตรวจเช็ค และ การบำรุงรักษา

ที่สำนักงานสนาม (1 วัน/ครั้ง)	ที่อุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย (Site Controller) (1 เดือน/ ครั้ง)	ที่สถานีฐาน(Base Station) 3 เดือน/ ครั้ง)
1.สถานะการทำงานโดยรวมของสถานีฐาน	1.ทำความสะอาดอุปกรณ์และสถานที่ตั้ง	1.การทำความสะอาดอุปกรณ์และสถานที่ตั้ง
2.โทรทดสอบไปยังสถานีลูกข่าย (บ้านผู้ใช้บริการ)	2.ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย(SC)	2.ตรวจสอบการทำงานของ BS โดยคำสั่ง และทางด้านกายภาพของอุปกรณ์ เช่น ไฟแสดงสถานะอุปกรณ์
3.ตรวจสอบไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์สถานีฐาน	3.ตรวจสอบการทำงานของสถานีฐาน (BS) โดย คำสั่ง(Command check)	3. ตรวจสอบสถานะการทำงาน ของเครื่องสำรองไฟ(UPS)และ แหล่งจ่ายไฟ(Rectifier)
4.ตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อ สื่อสัญญาณ(E1 link)	4.ตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อสื่อสัญญาณ(E1 link)	4.ตรวจสอบสถานะของ อุปกรณ์เชื่อมต่อโครงข่าย (Router, Hub switch, LAN Cable)
	5.ตรวจสอบสถานะการทำงาน ของเครื่องสำรองไฟ (UPS)	5.ตรวจสอบการทำงานของ อุปกรณ์ส่งสัญญาณ ได้แก่ สายอากาศ(GPS,Calibration Unit ,OMNI antenna)
	6.ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์เชื่อมต่อโครงข่าย (Router, Hub switch, LAN Cable)	6.ตรวจสอบความเรียบร้อยของ อุปกรณ์การเชื่อมต่อสื่อสัญญาณ(E1 link)
	7.ตรวจสอบแผ่นโปรแกรม และ อุปกรณ์สำรองข้อมูล(Tape Backup)	

ตารางที่ 4.2 รายการตรวจเช็คอุปกรณ์ วิธีการทดสอบและวิธีการแก้ไข

ลำดับที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
1	Modem module	ตรวจสอบ Alarm ที่เกิดจาก Modem module	1.ตรวจสอบการทำงานของ Modem Module - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วหายแสดงว่า โมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้ว โมดูลยังแสดงค่า Error แสดงว่า โมดูลเสีย ให้เปลี่ยน Modem module
2	ตรวจสอบ ตรวจเช็คค่าของสัญญาณได้ค่าน้อยกว่า 0.700	ตรวจเช็คค่าของสัญญาณที่ค่าน้อยกว่า 0.700 *อุปกรณ์ที่ต้องตรวจสอบจะมีความสัมพันธ์กันหากทำการตรวจสอบให้ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมด	1.ตรวจสอบ โมดูล Transceiver module(TXRX) 2.ตรวจสอบ RF Amp Module 3.ตรวจสอบ Back Panel 4.ตรวจสอบ Cavity Filter 5.ตรวจสอบ Calibration Unit 6.ตรวจสอบ Antenna Calibration Unit 7.ตรวจสอบ Feeder Cable 20 D ขั้นตอนการตรวจสอบ - ทำการสลับ โมดูล TXRX หากสลับแล้วหายแสดงว่า โมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วค่าที่ได้ตาม ไปอยู่ที่ โมดูลเดิม แสดงว่า โมดูลเสีย ให้เปลี่ยน โมดูล TXRX - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วไม่หายและค่ายังอยู่ที่ สล็อตเดิม ให้ลองสลับ RF Amp Module หากค่าที่ได้เปลี่ยนค่าตาม RF Amp แสดงว่า เสีย ให้เปลี่ยน RF Amp - ทำการสลับ โมดูล TXRX และ RF Amp แล้วค่าที่ได้ยังอยู่ที่เดิม ให้ทำการตรวจสอบ Back Panel และ Feeder Cable 20 D - หากค่าที่ได้สลับกันไปมาไม่อยู่กับที่ ให้ตรวจสอบการทำงานของ CALU และ Antenna CALU
3	Power Supply module	ตรวจสอบ Alarm พบว่าเกิดจาก Power Supply	ตรวจสอบการทำงานของ Power Supply Module - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วหายแสดงว่า โมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้ว โมดูลยังแสดงค่า Error แสดงว่า โมดูลเสีย ให้เปลี่ยน Power Supply Module
4	Security Module	ตรวจสอบ Alarm พบว่าเกิดจาก Security Module	ตรวจสอบการทำงานของ Security Module - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วหายแสดงว่า โมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้ว โมดูลยังแสดงค่า Error แสดงว่า โมดูลเสีย ให้เปลี่ยน Security Module
5	Network Interface Module	ตรวจสอบ Alarm พบว่าเกิดจาก Network Interface module และไม่สามารถติดต่อสถานีฐานผ่านโครงข่ายควบคุมได้	ตรวจสอบการทำงานของ Network Interface Module - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วหายแสดงว่า โมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้ว โมดูลยังแสดงค่า Error แสดงว่า โมดูลเสีย ให้เปลี่ยน Network Interface Module

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายการตรวจเช็คอุปกรณ์ วิธีการทดสอบและวิธีการแก้ไข

ลำดับที่	อุปกรณ์	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
6	Local Oscillator Module	ตรวจสอบ Alarm พบว่าเกิดจาก Local Oscillator Module	ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบการทำงานของ Local Oscillator Module - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วหายแสดงว่าโมดูล Error - ทำการสลับ โมดูล หากสลับแล้วโมดูลยังแสดงค่า Error แสดงว่าโมดูลเสีย ให้เปลี่ยน Local Oscillator Module ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบสายเชื่อมต่อระหว่าง GPS และ โมดูล ถ้า Alarm ที่โมดูล ไม่หายให้ตรวจสอบที่ 3 ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบที่ GPS ถ้าเสียหายแก้ไขโดยการเปลี่ยน GPS ใหม่
7	อุปกรณ์โครงข่ายควบคุม ได้แก่ Hub,Router, Lan Cable ,Network Interface module และ สื่อสัญญาณ	ไม่สามารถติดต่อกับ สถานีฐาน (BS) ได้	1.ตรวจสอบการทำงานของ HUB 2.ตรวจสอบการทำงานของ Router 3.ตรวจสอบ LAN cable 4.ตรวจสอบการทำงานของ Network Card 5.ตรวจสอบในส่วนสื่อสัญญาณ(Transmission)ที่ใช้ในการควบคุม ถ้าอุปกรณ์ใดเสียต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวใหม่
8	Calibration Unit และ โปรแกรม	ไม่สามารถติดต่อกับ Calibration Unit (CALU)	1.ตรวจสอบการทำงานของ CALU 2.ตรวจสอบการทำงานของ Power Supply CALU 3.ตรวจสอบ Cable S D 4.ตรวจสอบ Calibration Antenna 5.ตรวจสอบโปรแกรมการเข้าถึงอุปกรณ์
9	Alarm box	BS ไม่สามารถตรวจสอบ Alarm ที่เกิดจาก Rectifier, Air, Door	1.ตรวจสอบ Back Panel 2.ตรวจสอบ Alarms Box 3.ตรวจสอบ Alarms Cable

4.2.4 จัดทำประวัติการซ่อมบำรุงโดยการสรุปผลเป็นรายเดือน ประเมินค่าดัชนีวัดผลการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทั้งก่อนและหลังการจัดตั้ง ทำการเปรียบเทียบโดยสรุปผลการดำเนินการ วิเคราะห์ผลที่ได้ว่าปัญหาที่พบก่อนการจัดตั้งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลดลงหรือถูกกำจัดให้หมดสิ้นไปหรือไม่

4.3 ผลการวิเคราะห์การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากการเก็บข้อมูลหลังจากที่ได้ดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ไปใช้กับบริษัท กรณีศึกษา โดยทำการวิเคราะห์และประเมินผลจากดัชนีที่กำหนดไว้ จากจำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายของระบบ เวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ในระบบขัดข้องซึ่งมีผลต่อการให้บริการของระบบ ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง MTBF (Mean Time between Failures) อัตราความพร้อมในการทำงานของอุปกรณ์ (Availability Rate) รวมถึงมูลค่าความเสียหายในส่วนของอุปกรณ์โครงสร้างสถานีฐานและการแก้ไขเพื่อให้สถานีฐานสามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ สามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ประวัติการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ลำดับที่	ชื่อสถานีฐาน	BS Accessories	BS module	Maintenance	รวม(ครั้ง)
1	เมืองยะลา	1	4	-	5
2	โพนทอง	1	4	-	5
3	คลองขลุง	1	3	-	4
4	ขามเฒ่า	1	1	-	2
5	กมลาไสย	3	-	-	3
6	หัวเวียง	2	1	-	3
7	ชุมแสง	1	3	-	4
8	ไทรงาม	3	1	-	4

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากตาราง 4.3 สถานีฐาน ยะลาเมือง มีจำนวนครั้งของการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ สถานีฐานคลองขลุงจังหวัดกำแพงเพชรและ สถานีฐานอื่นๆถัดไป ซึ่งจำนวนครั้งการเกิดของเหตุการณ์ลดน้อยลง นอกจากนี้ในส่วนมูลค่าความเสียหายที่เกิดมาจากสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพเฉพาะส่วนของอุปกรณ์และการแก้ไขปัญหา หลังจากการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ มีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 มูลค่าความเสียหายหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของการเกิดปัญหา
กับอุปกรณ์ในส่วนของWLL ทั้ง 8 สถานีฐาน

ลำดับ ที่	รายละเอียด	ชื่อสถานีฐาน							
		เมืองยะลา	โพรงทอง	คลองสูง	ขามวังก์บุรี	กมตาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไทรงาม
1	ค่าอุปกรณ์ใหม่	220,592	0	145,514	44000	59,787	165,177	164,677	59,887
2	ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์	78,878	145,514	3,800	3800	1,400	3,800	700	2,700
3	ค่าขนส่ง	3,150	2,000	1,500	500	950	1,000	850	650
4	ค่าเดินทาง	5,100	3,000	3,600	1000	2,400	800	1,200	800
5	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	550	230	400	120	280	175	350	340
	รวม	308,270	150,744	154,814	49,420	64,817	170,952	167,777	64,377

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

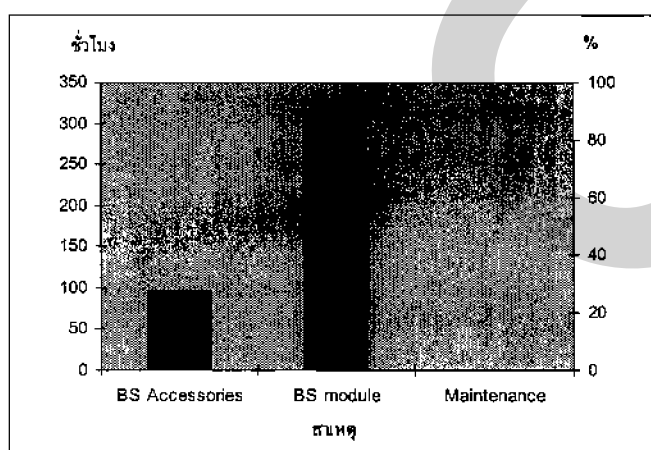
จากตารางจะเห็นได้ว่าสถานีฐานเมืองยะลามีมูลค่าความเสียหายสูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีฐานหัวเวียง มูลค่าความเสียหายจากสถานีฐานทั้ง 8 สถานีที่นำมาเป็นต้นแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังกล่าวมาแล้วในบทที่ 3 และจากข้อมูลการบำรุงรักษาที่ผ่านมาหลังการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้และนำมาคำนวณค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงาน ทั้ง 8 สถานีฐาน ที่นำมาเป็นต้นแบบ มีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงานหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ลำดับที่	ดัชนี	ข้อสถานีฐาน							
		เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ชลุง	จวนวรลักษณ์บุรี	กมลไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไทรงาม
1	เวลารับภาระ(Loading Time)(ชั่วโมง)	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968	10,968
2	จำนวนครั้งที่ขัดข้อง (ครั้ง)	5	5	4	2	3	3	4	4
3	เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง (ชั่วโมง)	408	408	312	120	288	216	168	240
4	MTBF(ชั่วโมง)	2,112	2,112	2,664	5,424	3,560	3,584	2,700	2,682
5	อัตราความพร้อมใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	0.96	0.96	0.97	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากข้อมูลการแก้ไขปัญหาระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากข้อมูลการบำรุงรักษาหลังนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ สามารถนำมาแจกแจงเพื่อดูระยะเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ของแต่ละสถานีฐานต้นแบบ ดังต่อไปนี้



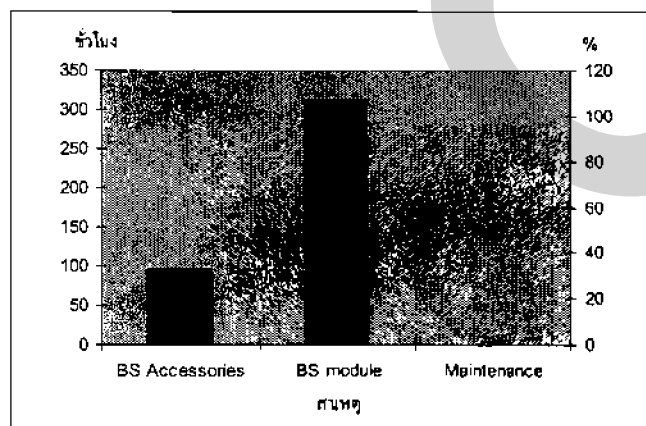
ภาพที่ 4.2 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานเมืองยะลา

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐาน เมืองยะลา (ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.	96	96	
	เม.ย.		192	
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.			
	พ.ย.			24
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	408	96	312	0
ร้อยละ	100	23.5	76.5	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		6.40	20.80	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.2 และตาราง 4.6 สาเหตุเกิดจาก BS module ร้อยละ 76.5 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS Accessories ร้อยละ 23.5



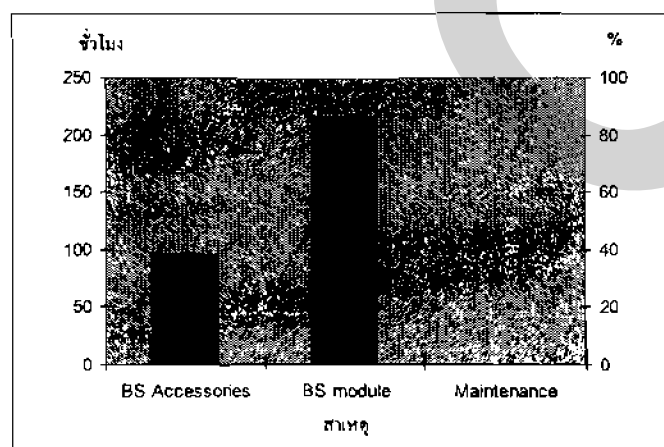
ภาพที่ 4.3 แสดงร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม (ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.		24	
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.	96		
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.		96	
	ก.ย.			
	ค.ค.		96	
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.		96	
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	408	96	312	0
ร้อยละ	100	23.5	76.5	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		6.40	20.80	0.00

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.3 และตาราง 4.7 สาเหตุเกิดจาก BS module ร้อยละ 76.5 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS Accessories ร้อยละ 23.5



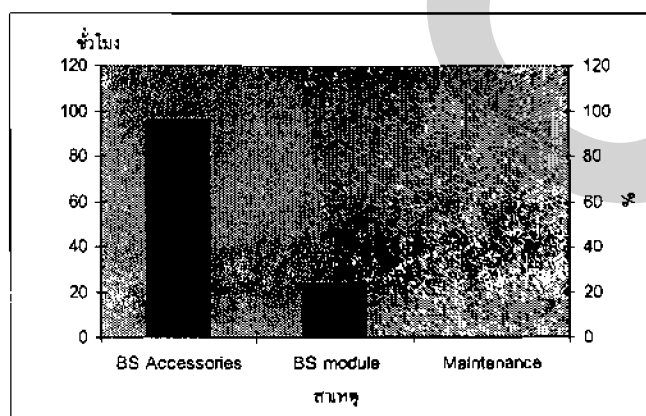
ภาพที่ 4.4 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานคลองขลุง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.	96		
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.		24	
	ส.ค.			
	ก.ย.		96	
	ต.ค.		96	
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	312	96	216	0
ร้อยละ	100	30.8	69.2	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		6.40	14.40	0.00

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.4 และตาราง 4.8 สาเหตุเกิดจาก BS module ร้อยละ 69.2 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS Accessories ร้อยละ 30.8



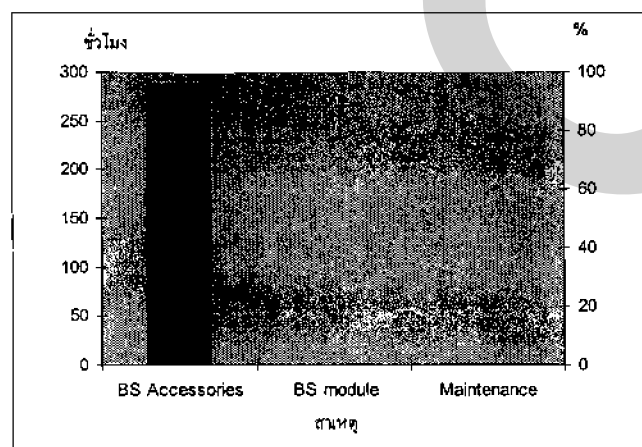
ภาพที่ 4.5 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานนุวลักขบุรี

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานขานบุรี(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.		24	
	มี.ค.	96		
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.			
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	120	96	24	0
ร้อยละ	100	80.0	20.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		6.40	1.60	0.00

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.5 และตาราง 4.9 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 80 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 20



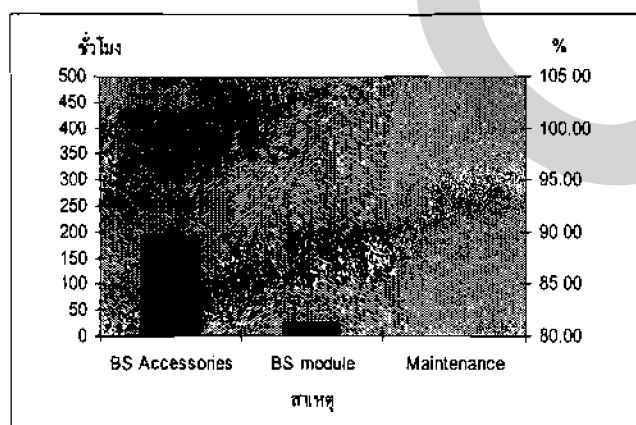
ภาพที่ 4.6 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาลัย

ตารางที่ 4.10 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานกมลาไสย(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.	96		
	ก.พ.			
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ธ.ค.			
	ก.ย.	96		
	ต.ค.	96		
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	288	288	0	0
ร้อยละ	100	100.0	0.0	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		19.20	0.00	0.00

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.6 และตาราง 4.10 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ทั้งหมด ซึ่งเป็น อุปกรณ์เชื่อมต่อสถานีฐานเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสถานีฐานน้อยมาก



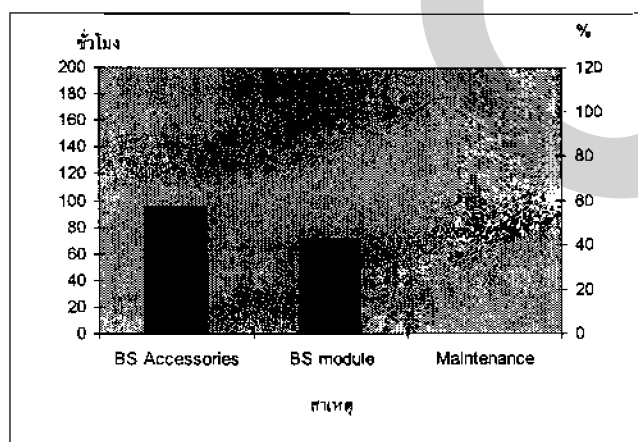
ภาพที่ 4.7 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง

ตารางที่ 4.11 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานหัวเวียง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.	96		
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.			
	พ.ย.	96		
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.		24	
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	216	192	24	0
ร้อยละ	100	88.9	11.1	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		12.80	1.60	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.7 และตาราง 4.11 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 88.9 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 11.1



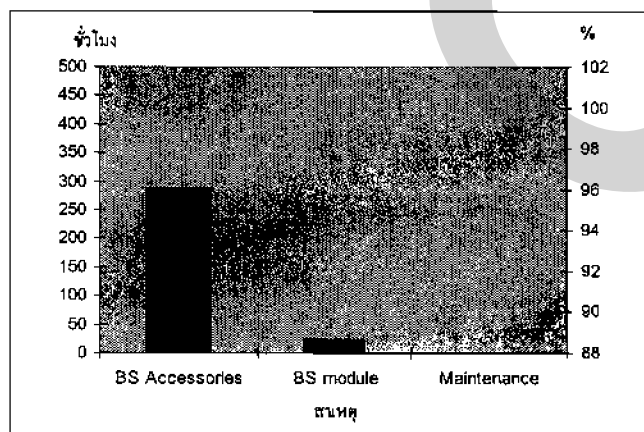
ภาพที่ 4.8 แสดงร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง

ตารางที่ 4.12 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานชุมแสง(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.		48	
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.			
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.			
	ก.ย.			
	ต.ค.	96		
	พ.ย.			
	ธ.ค.			
2550	ม.ค.		24	
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	168	96	72	0
ร้อยละ	100	57.1	42.9	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		6.40	4.80	0.00

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.8 และตาราง 4.12 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 57.1 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 42.9



ภาพที่ 4.9 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม

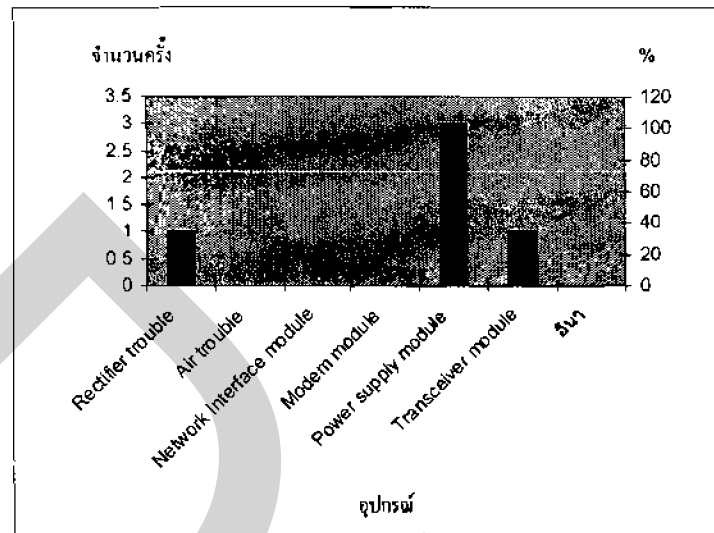
ตารางที่ 4.13 ร้อยละของเวลาที่เกิดปัญหาของอุปกรณ์สถานีฐานโทรคมนาคม(ชั่วโมง)

ปี พ.ศ.	เดือน	BS Accessories	BS module	Maintenance
2549	ม.ค.			
	ก.พ.	192		
	มี.ค.			
	เม.ย.			
	พ.ค.		24	
	มิ.ย.			
	ก.ค.			
	ส.ค.	96		
	ก.ย.			
	ต.ค.			
	พ.ย.			
2550	ม.ค.			
	ก.พ.			
	มี.ค.			
รวม(ชั่วโมง)	312	288	24	0
ร้อยละ	100	92.3	7.7	0.0
เฉลี่ยต่อเดือน		19.20	1.60	0.00

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.9 และตาราง 4.13 สาเหตุเกิดจาก BS Accessories ร้อยละ 92.3 มีสถิติการเกิดปัญหามากที่สุด รองลงมาคือ BS module ร้อยละ 7.7

จากข้อมูลการบำรุงรักษาหลังนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ สามารถนำมาแจกแจงเพื่อดูความถี่ในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้



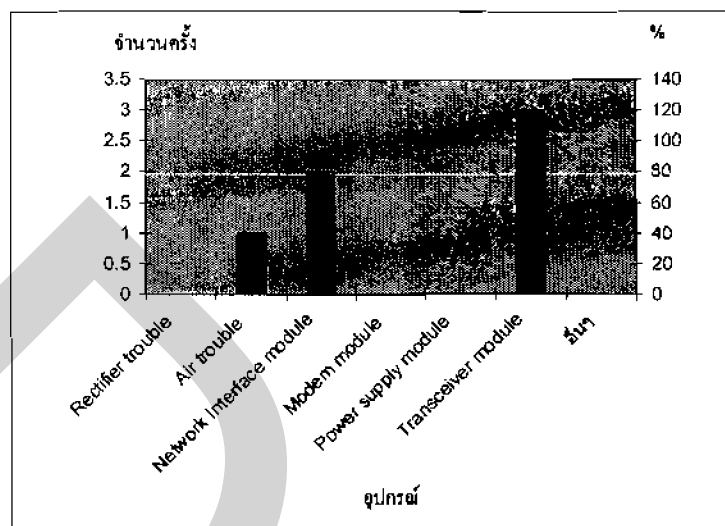
ภาพที่ 4.10 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา

ตารางที่ 4.14 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานยะลา

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	20
2	Air trouble	0	1	20
3	Network Interface module	0	1	20
4	Modem module	0	1	20
5	Power supply module	3	4	80
6	Transceiver module	1	5	100
7	อื่นๆ	0	5	100

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.10 และตาราง 4.14 Power Supply module มีจำนวนครั้งของการเสียมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาคือ Transceiver module และ Rectifier module ร้อยละ 20



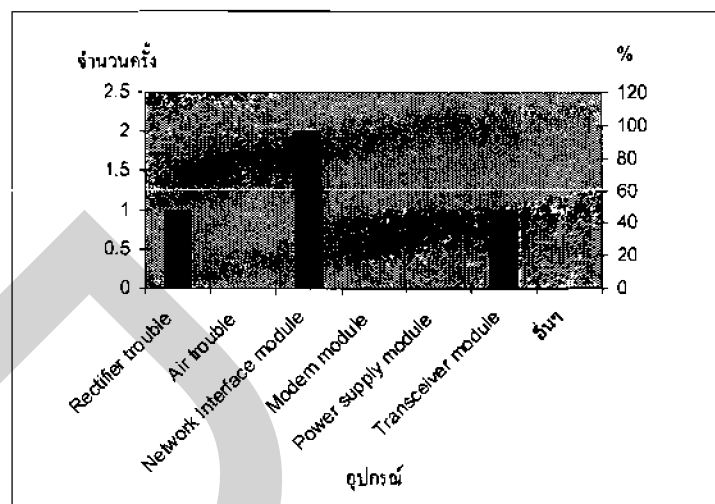
ภาพที่ 4.11 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐาน โฟนทอง

ตารางที่ 4.15 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐาน โฟนทอง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	0	0	0
2	Air trouble	1	1	17
3	Network Interface module	2	3	50
4	Modem module	0	3	50
5	Power supply module	0	3	50
6	Transceiver module	3	6	100
7	อื่นๆ	0	6	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.11 และตาราง 4.15 Transceiver module มีจำนวนครั้งของการเสียหายมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ Network Interface module คิดเป็นร้อยละ 33



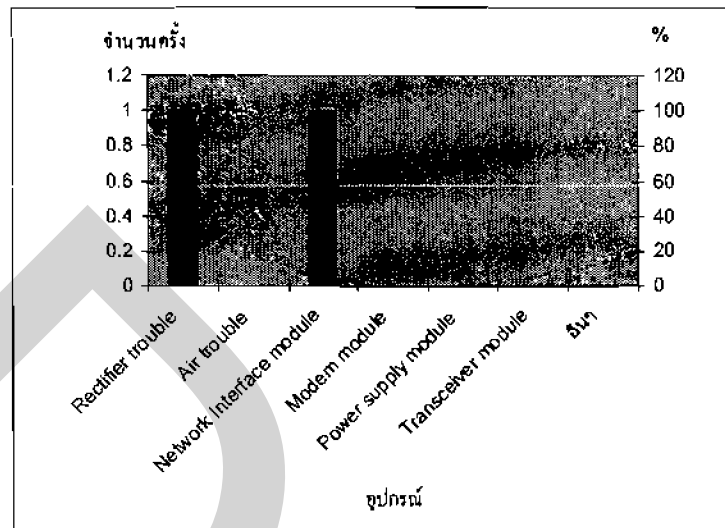
ภาพที่ 4.12 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง

ตารางที่ 4.16 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานคลองขลุง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	25
2	Air trouble	0	1	25
3	Network Interface module	2	3	75
4	Modem module	0	3	75
5	Power supply module	0	3	75
6	Transceiver module	1	4	100
7	อื่นๆ	0	4	100

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.12 และตาราง 4.16 Network Interface module มีจำนวนครั้งของการเสียหายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ Transceiver module และ แหล่งจ่ายไฟคิดเป็นร้อยละ 25



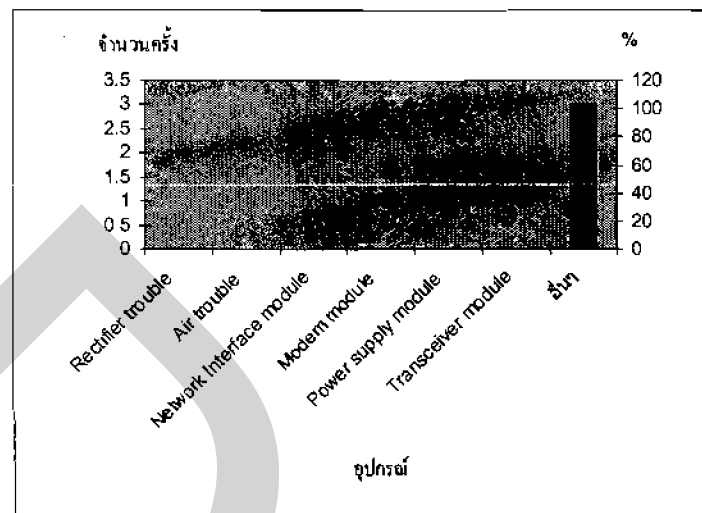
ภาพที่ 4.13 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูวรัถกษบุรี

ตารางที่ 4.17 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานขานูวรัถกษบุรี

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	50
2	Air trouble	0	1	50
3	Network Interface module	1	2	100
4	Modem module	0	2	100
5	Power supply module	0	2	100
6	Transceiver module	0	2	100
7	อื่นๆ	0	2	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.13 และตาราง 4.17 Network Interface module และ แหล่งจ่ายไฟ มีการเกิดปัญหาคิดเป็นร้อยละ 50



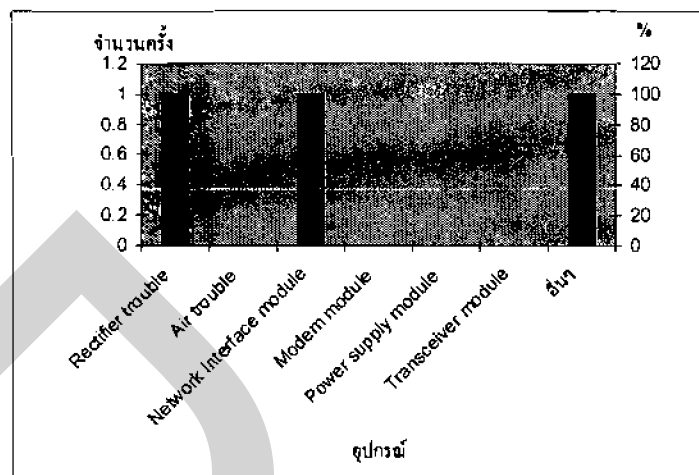
ภาพที่ 4.14 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย

ตารางที่ 4.18 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานกมลาไสย

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	0	0	0
2	Air trouble	0	0	0
3	Network Interface module	0	0	0
4	Modem module	0	0	0
5	Power supply module	0	0	0
6	Transceiver module	0	0	0
7	อื่นๆ	3	3	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.14 และตาราง 4.18 ความถี่ทั้งหมดในการขัดข้องเกิดจากอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ ของสถานีฐาน ทั้งหมด



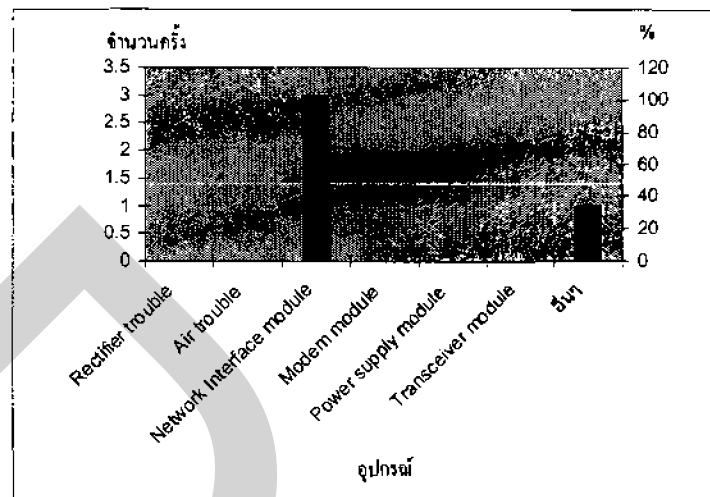
ภาพที่ 4.15 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง

ตารางที่ 4.19 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานหัวเวียง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	1	1	33
2	Air trouble	0	1	33
3	Network Interface module	1	2	67
4	Modem module	0	2	67
5	Power supply module	0	2	67
6	Transceiver module	0	2	67
7	อื่นๆ	1	3	100

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.15 และตาราง 4.19 ความถี่ของปัญหาที่เกิดจาก Network Interface module แหล่งจ่ายไฟและอื่นๆ มีจำนวนครั้งของการเสียหายทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 30



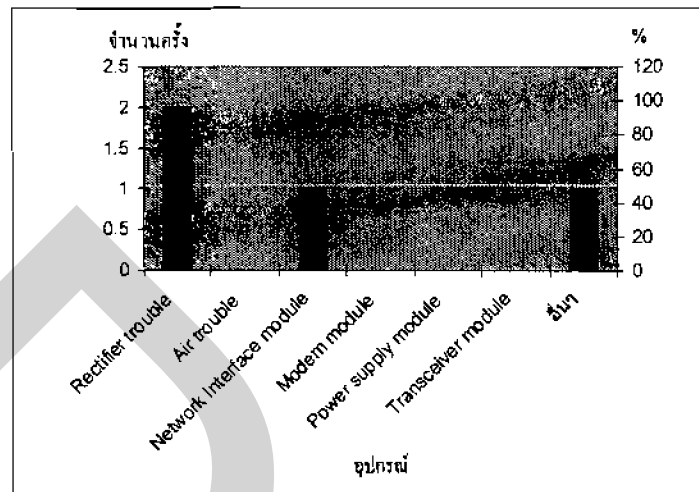
ภาพที่ 4.16 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง

ตารางที่ 4.20 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานชุมแสง

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	0	0	0
2	Air trouble	0	0	0
3	Network Interface module	3	3	75
4	Modem module	0	3	75
5	Power supply module	0	3	75
6	Transceiver module	0	3	75
7	อื่นๆ	1	4	100

ที่มา: จำนวนและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549- มี.ค. 2550

จากแผนภาพ 4.16 และตาราง 4.20 Network Interface module มีจำนวนครั้งของการเสียหายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมาคือ จากสาเหตุอื่นๆ ร้อยละ 25



ภาพที่ 4.17 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

ตารางที่ 4.21 ความถี่ในการเสียหายของอุปกรณ์ WLL ของสถานีฐานโทรคมนาคม

ลำดับที่	อุปกรณ์	ความถี่ (ครั้ง)	ความถี่สะสม (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ สะสม
1	Rectifier trouble	2	2	50
2	Air trouble	0	2	50
3	Network Interface module	1	3	75
4	Modem module	0	3	75
5	Power supply module	0	3	75
6	Transceiver module	0	3	75
7	อื่นๆ	1	4	100

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ม.ค. 2549 - มี.ค. 2550

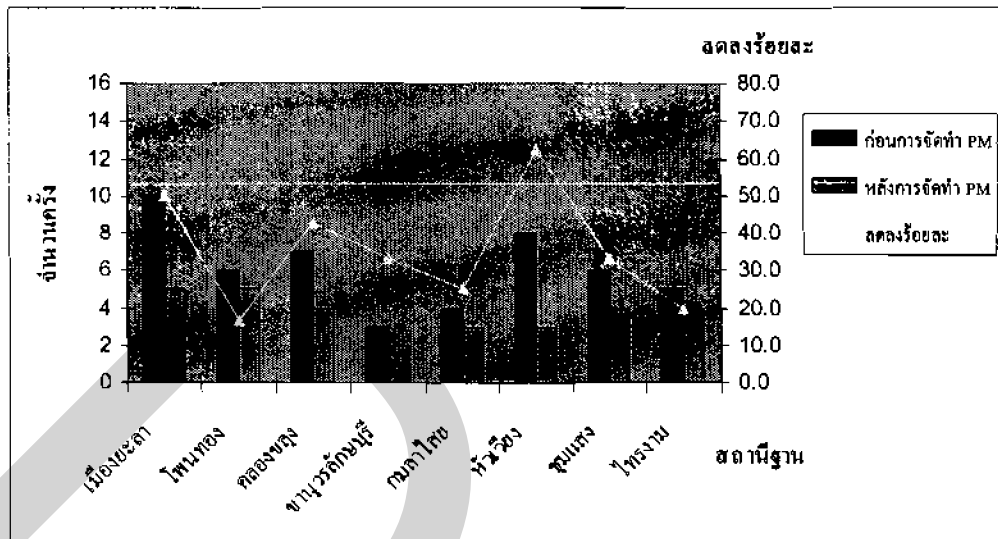
จากแผนภาพ 4.17 และตาราง 4.21 สาเหตุจากแหล่งจ่ายไฟ มีจำนวนครั้งของการเสียหายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ Network Interface module และ จากสาเหตุอื่นๆ ร้อยละ 25

ตารางที่ 4.22 ผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีที่ใช้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ลำดับที่	ดัชนี	ชื่อสถานีฐาน							
		เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ขลุง	จามูลักษ์บุรี	กมลาไสย	ทับริ่อง	ชุมแสง	ไพรงาม
ก่อน	จำนวนครั้งที่ขัดข้อง (ครั้ง)	10	6	7	3	4	8	6	5
	เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง (ชั่วโมง)	1,488	600	600	432	480	600	384	408
	MTBF(ชั่วโมง)	948	1,728	1,481	3,512	2,622	1,296	1,764	2,112
	อัตราความพร้อมใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	0.86	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96
หลัง	จำนวนครั้งที่ขัดข้อง (ครั้ง)	5	5	4	2	3	3	4	4
	เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง (ชั่วโมง)	408	408	312	120	288	216	168	240
	MTBF(ชั่วโมง)	2,112	2,112	2,664	5,424	3,560	3,584	2,700	2,682
	อัตราความพร้อมใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	0.96	0.96	0.97	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98

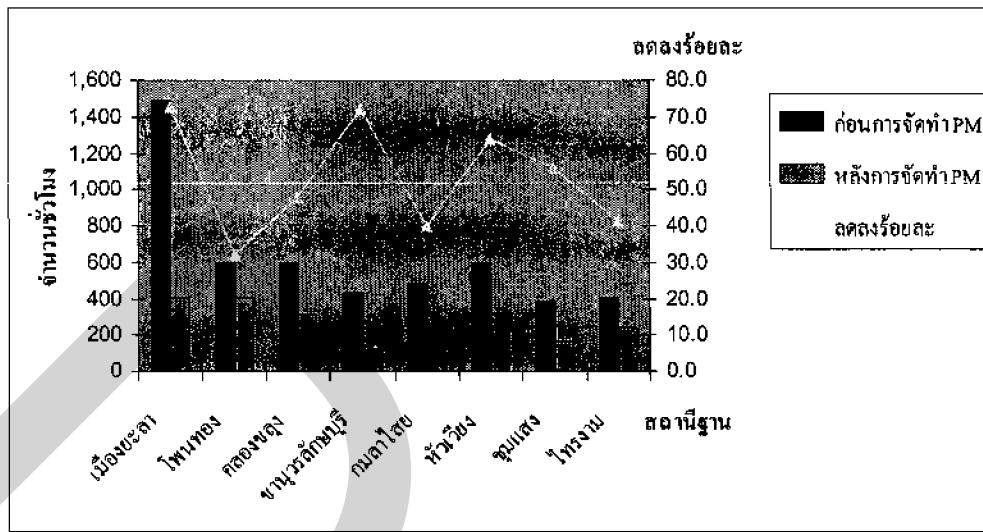
ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

จากตาราง 4.22 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยใช้ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน สามารถนำมาเปรียบเทียบในรูปแบบภูมิ ซึ่งแยกตามดัชนีชี้วัด ดังต่อไปนี้



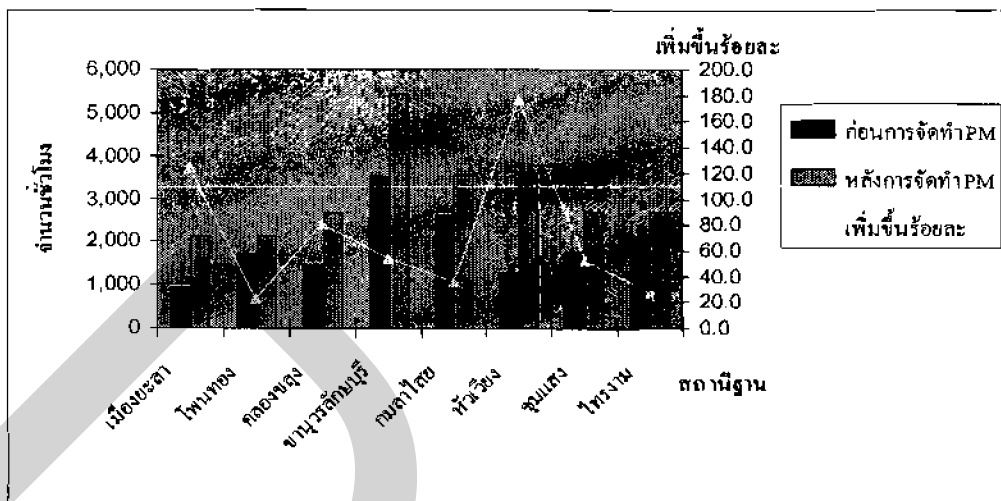
ภาพที่ 4.18 จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากภาพ 4.18 จะเห็นได้ว่าหลังการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ จำนวนครั้งของการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ลดลง สถานีฐานหัวเวียงมีจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ลดลงมากโดยที่ก่อนมีการจัดทำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การแก้ไขปัญหาแต่ละครั้งมีการปิดและเปิดอุปกรณ์ Network Interface module เพื่อให้อุปกรณ์เริ่มการทำงานใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ส่วนสถานีฐานเมืองยะลาจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ลดลงมากเช่นกันเนื่องจากปัญหาอุณหภูมิสูงที่มีผลมาจากเครื่องปรับอากาศมีปัญหาเมื่อได้รับการแก้ไข ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์อื่นๆที่ตามมาก็ลดลงด้วย เช่นเดียวกับสถานีฐานอื่นๆ ซึ่งอัตราส่วนจำนวนครั้งที่ลดลงไม่เท่ากันของแต่ละสถานีฐานส่วนหนึ่งมาจาก สภาพสิ่งแวดล้อมหรือฤดูกาลซึ่งเป็นที่มาของปัญหาดังแผนภาพก้างปลา(ภาพที่ 3.11) และการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ ทำให้สามารถรู้ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ขัดข้องและหาแนวทางในการแก้ไขก่อนเกิดเหตุได้



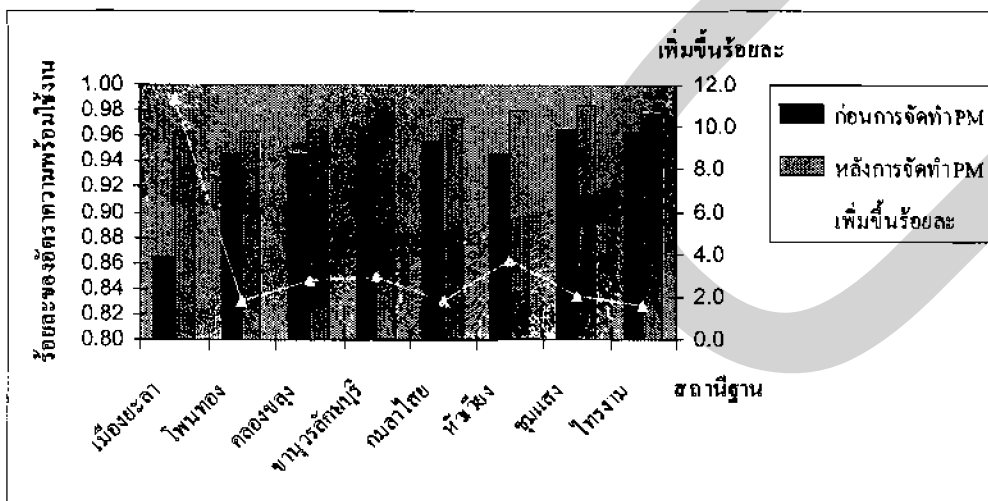
ภาพที่ 4.19 จำนวนเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากภาพ 4.19 จะเห็นได้ว่าหลังการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ จำนวนเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งเวลาที่มีผลต่อการให้บริการลูกค้า สถานีฐานเมืองยะลา มีการขัดข้องลดลงมากที่สุด ส่วนหนึ่งมีผลมาจากการส่งซ่อมอุปกรณ์ที่รวดเร็วขึ้นด้วย ร้อยละที่ลดลงของสถานีฐานทั้งหมดไม่เท่ากันเนื่องจากอุปกรณ์บางชนิด ได้แก่ โมดูลต่างๆที่เป็นโครงสร้างของตู้ BS มีการส่งไปซ่อมที่ประเทศญี่ปุ่น แต่อุปกรณ์บางชนิด เช่น อุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟจะซ่อมภายในประเทศจึงทำให้ระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาแต่ละกรณีแตกต่างกันออกไป รวมทั้งความพร้อมของจำนวนอุปกรณ์สำรองที่ใช้ในการเปลี่ยนของแผนกคลังสินค้า



ภาพที่ 4.20 ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง : MTBF ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากภาพ 4.20 จะเห็นได้ว่าหลังการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งระยะห่างของการเกิดการขัดข้องมากเท่าใด จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก็ลดลงทำให้ สถานีฐานมีระยะเวลาในการให้บริการที่ยาวนานขึ้น



ภาพที่ 4.21 ร้อยละของอัตราความพร้อมใช้งานในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากภาพที่ 4.21 อัตราความพร้อมใช้งานของสถานีฐานยะลาเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากก่อนการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ สถานีฐานยะลา มีจำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องมากที่สุดแต่หลังจากนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ทำให้สาเหตุการขัดข้องของอุปกรณ์ลดลงเนื่องด้วยลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ที่สัมพันธ์ต่อกัน ได้แก่ เครื่องปรับอากาศมีปัญหา จึงทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูง จึงทำให้ Power Supply module เสียเร็วขึ้น แต่เมื่อแก้ปัญหาที่ต้นเหตุได้ คือเครื่องปรับอากาศจึงทำให้อุปกรณ์อื่นๆสามารถทำงานปกติได้

สามารถแยกได้ตามการวิเคราะห์ค่าดัชนีการประเมินผล ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งค่าที่ได้เปรียบเทียบกับร้อยละต่อสถานีฐาน ดังนี้

(1) จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดลดลง 35.46%

ตารางที่ 4.23 ร้อยละที่ลดลงของจำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์

	ดัชนี	เมืองยะลา	โพนทอง	คลองขุด	ขามวีรลักษณ์บุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพร่งาม
ก่อน	จำนวนครั้ง	10	6	7	3	4	8	6	5
หลัง		5	5	4	2	3	3	4	4
ลดลงร้อยละ		50.0	16.7	42.9	33.3	25.0	62.5	33.3	20.0

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

(2) เวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ขัดข้องของอุปกรณ์คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดลดลง 53.28%

ตารางที่ 4.24 ร้อยละที่ลดลงของเวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ขัดข้อง

	ดัชนี	เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ขลุง	ขามวรสลักบุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพรงาม
ก่อน	เวลาที่อุปกรณ์ ขัดข้อง	1,488	600	600	432	480	600	384	408
หลัง		408	408	312	120	288	216	168	240
ลดลงร้อยละ		72.6	32.0	48.0	72.2	40.0	64.0	56.3	41.2

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

จากตารางเวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์ขัดข้องลดลงหมายถึงเวลาในการให้บริการของสถานีฐานที่เต็มประสิทธิภาพมีมากขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการดำเนินงานของบริษัท ธรณีศึกษา

(3) ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐาน(MTBF) คิดเป็นร้อยละ โดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดเพิ่มขึ้น 71.46%

ตารางที่ 4.25 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐาน (MTBF)

	ดัชนี	เมืองยะลา	โพนทอง	คลอง ขลุง	ขามวรสลักบุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพรงาม
ก่อน	MTBF(ชั่วโมง)	948	1,728	1,481	3,512	2,622	1,296	1,764	2,112
หลัง		2,112	2,112	2,664	5,424	3,560	3,584	2,700	2,682
เพิ่มขึ้นร้อยละ		122.8	22.2	79.9	54.4	35.8	176.5	53.1	27.0

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

(4) อัตราความพร้อมใช้งานเครื่องจักร(Availability Rate) คิดเป็นร้อยละ โดยเฉลี่ยของสถานีดำนแบบทั้งหมดเพิ่มขึ้น 3.52%

ตารางที่ 4.26 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของอัตราความพร้อมใช้งานในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์

	ดัชนี	เมืองยะลา	โพนทอง	คลองสูง	งาน วรลักษณบุรี	กมลไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	ไพรงาม
ก่อน	อัตราความพร้อมใช้งาน	0.86	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96
หลัง	(เปอร์เซ็นต์)	0.96	0.96	0.97	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98
	เพิ่มขึ้นร้อยละ	11.4	1.9	2.8	3.0	1.8	3.7	2.0	1.6

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

จากตารางอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรของสถานีดำนเมืองยะลาเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือสถานีดำนหัวเวียง การบำรุงรักษาเป็นการป้องกันการเกิดการขัดข้องแต่ก็มีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องและไม่สามารถควบคุมได้อีกมากมายซึ่งมีผลต่ออัตราความพร้อมใช้ของอุปกรณ์

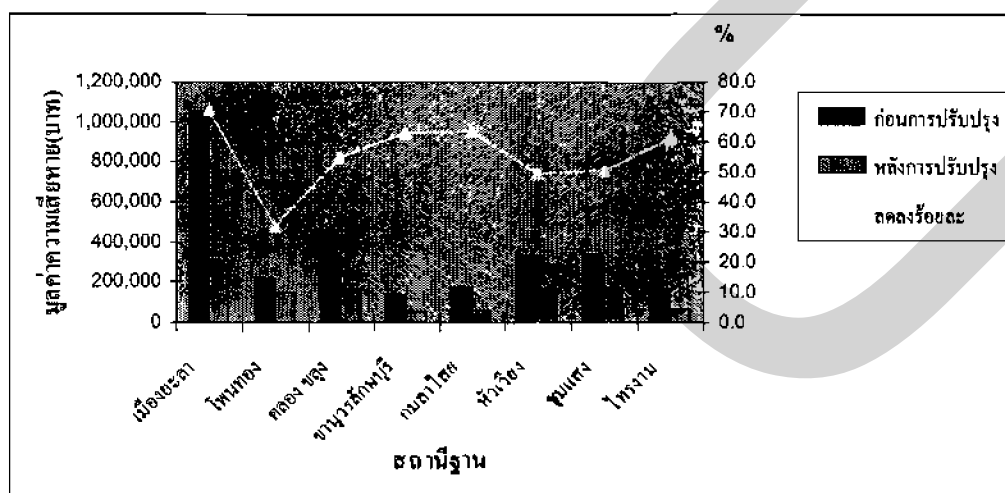
(5) มูลค่าความเสียหายในส่วนของชิ้นส่วนอุปกรณ์และการดำเนินการแก้ไขคิดเป็นร้อยละ โดยเฉลี่ยของสถานีดำนแบบทั้งหมด ลดลง 55.62%

ตารางที่ 4.27 ผลการเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหาย ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษา
เชิงป้องกัน

มูลค่าความเสียหายของ อุปกรณ์และการแก้ไข ปัญหา(บาท)	ชื่อสถานีฐาน							
	เมืองชล	โพธิ์ทอง	คลองขลุง	จามรรัถกมบุรี	กมลาไสย	หัวเวียง	ชุมแสง	โพรงาม
ก่อนการปรับปรุง	1,049,578	219,987	343,204	133,660	176,927	338,904	339,530	167,057
หลังการปรับปรุง	308,270	150,744	154,814	49,420	64,817	170,952	167,777	64,377
มูลค่าความเสียหายลดลง	741,308	69,243	188,390	84,240	112,110	167,952	171,753	102,680
ลดลงร้อยละ	70.6	31.5	54.9	63.0	63.4	49.6	50.6	61.5

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

จากข้อมูล มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในตารางจะเห็นได้ว่าสถานีฐานยะลาามีมูลค่าความเสียหายลดลงมากที่สุด สามารถนำมาแสดงในรูปแบบภูมิได้ดังนี้



ภาพที่ 4.22 มูลค่าความเสียหายที่ลดลงในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐาน ก่อนและหลัง
การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากแผนภาพร้อยละที่ลดลงของมูลค่าความเสียหายจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ ขนาดของสถานีสาน ราคาและค่าซ่อมแซมอุปกรณ์นั้นๆเป็นหลัก จากลักษณะโดยรวมแล้วการนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ มูลค่าความเสียหายที่ลดลงแสดงถึงการทำประโยชน์และนำมาซึ่งผลกำไรต่อองค์กร



บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ที่ได้นำไปใช้ปฏิบัติกับงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ WLL เพื่อแก้ไขปัญหาสถานีสถานที่ไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพ ได้แก่ ปัญหาที่ บริษัทกรณีสศึกษาไม่มีมาตรฐานในการบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างมีระบบ โดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์ขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุด และไม่มีระบบเอกสารและรายงานการตรวจเช็คของอุปกรณ์ระบบรวมถึงรวมถึงประวัติการบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่แน่นอน มีเวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากระบบไม่สามารถให้บริการได้ ก่อนข้างสูง เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- (1) จัดสร้างระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- (2) นำไปปฏิบัติและใช้งานจริงในงานบำรุงรักษาของบริษัทกรณีสศึกษา
- (3) วิเคราะห์ผลในการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โดยพิจารณาประเมินผลจากค่าดัชนีที่กำหนดไว้ ได้แก่ จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบที่มีผลต่อการให้บริการของสถานีสถาน เวลาที่ใช้ในการแก้ไขให้อุปกรณ์ในระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพระยะเวลาของการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีสถานในแต่ละครั้ง : MTBF (Mean Time Between Failure) อัตราความพร้อมในการทำงานของสถานีสถาน: Availability Rate และมูลค่าความเสียหายที่เกิดมาจากสถานีสถานที่ไม่สามารถให้บริการได้เต็มประสิทธิภาพคือค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเฉพาะในส่วนของการซ่อมแซมอุปกรณ์และการดำเนินการแก้ไข

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

แยกได้ตามการวิเคราะห์ค่าดัชนีการประเมินผล ก่อนและหลังการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยก่อนการจัดตั้งมีจำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบที่มีผลต่อการให้บริการของสถานีสถานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 6.13 ครั้งต่อสถานีสถาน, เวลาที่ใช้ในการแก้ไขให้อุปกรณ์ระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 624 ชั่วโมง/เครื่อง, ระยะเวลาของการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีสถานในแต่ละครั้ง MTBF โดยเฉลี่ยต่อเครื่องเท่ากับ 1,932.89 ชั่วโมง, ค่าอัตราความพร้อมในการทำงานของสถานีสถาน Availability Rate โดยเฉลี่ย อยู่ที่ 0.94% และมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 346,106 บาทต่อสถานีสถาน

หลังจากการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันพบว่า

(1) จำนวนครั้งในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์ในระบบที่มีผลต่อการให้บริการของสถานีฐานคิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดลดลง 35.46%

(2) เวลาที่ใช้ในการแก้ไขให้อุปกรณ์ระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดลดลง 53.28%

(3) ระยะห่างของเวลาในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์สถานีฐานในแต่ละครั้ง (MTBF) คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดเพิ่มขึ้น 71.46%

(4) อัตราความพร้อมใช้งานเครื่องจักร (Availability Rate) ในการเกิดการขัดข้องของอุปกรณ์คิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมดเพิ่มขึ้น 3.52%

(5) มูลค่าความเสียหายในส่วนของชิ้นส่วนอุปกรณ์และการดำเนินการแก้ไขคิดเป็นร้อยละโดยเฉลี่ยของสถานีฐานต้นแบบทั้งหมด ลดลง 55.62%

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิจัย

ดัชนี	ค่าเฉลี่ยที่ได้		ผลสรุป
	ก่อนการจัดตั้ง	หลังการจัดตั้ง	
จำนวนครั้ง(ครั้ง)	6.13	3.75	ลดลง 35.46%
เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง(ชั่วโมง)	624.00	270.00	ลดลง 53.28%
MTBF (ชั่วโมง)	1932.89	3104.75	เพิ่มขึ้น 71.46%
อัตราความพร้อมใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	0.94	0.98	เพิ่มขึ้น 3.52%
มูลค่าความเสียหายของอุปกรณ์ และการแก้ไขปัญหา(บาท)	346,106	1,131,171	ลดลง 55.62%

ที่มา: คำนวณและเก็บรวบรวมจากประวัติการซ่อมบำรุงระหว่างเดือน ต.ค. 2547 - มี.ค. 2550

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้จัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้น ทั้งนี้ได้มีการจัดทำระบบเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์สถานีฐาน ซึ่งจะมีวิศวกรจากสำนักงานใหญ่กรุงเทพฯเป็นผู้ตรวจสอบผลจากข้อมูลการบำรุงรักษาที่ได้รวบรวมมาซึ่งข้อมูลที่ได้ก็มาจากผู้ดูแลระบบที่ประจำอยู่แต่ละสำนักงานสนาม ซึ่งผู้ดูแลระบบเหล่านั้นอาจขาดความรู้และความสามารถปฏิบัติงานเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงหรือการใช้เอกสารในการตรวจสอบระบบ ดังนั้นผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางปฏิบัติที่หวังว่าจะเป็นประโยชน์กับบริษัทการศึกษา ดังนี้

(1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่จัดตั้งขึ้น ได้ทำการจัดสร้างระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีการวางแผนการบำรุงรักษา การนำไปปฏิบัติ จนสามารถสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้จำเป็นที่จะต้องรักษาระดับมาตรฐานการปฏิบัติให้ต่อเนื่องตลอดไป รวมทั้งให้ความสำคัญกับพนักงานทั้งหมดที่อยู่ในองค์กร เนื่องจากหากทรัพยากรบุคคลที่มีอยู่ในองค์กรมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานแล้วนั้น องค์กรก็จะมีประสิทธิภาพในการดำเนินการไม่ว่าจะเป็นแผนกอื่นหรือในทุกหน่วยงานขององค์กร และเนื่องจากสถานีฐานของโทรศัพท์ระบบ WLL มีการกระจายอยู่ทั่วประเทศการสอนในสถานที่ปฏิบัติงานจริง จึงมีประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด ผู้วิจัยขอเสนอให้มีการอบรมหรือสัมมนาเพื่อเพิ่มความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานมากขึ้นอย่างน้อยปีละ 3 ครั้ง เพื่อพัฒนาองค์กรให้พนักงานมีคุณภาพและศักยภาพเพื่อร่วมกันพัฒนาองค์กร ให้มีความสำเร็จสืบไป

(2) เนื่องจากอายุการใช้งานของอุปกรณ์สูงขึ้นจะเน้นการเพิ่มการตรวจสอบที่สถานีฐานจาก 3 เดือนครั้งเป็น 1 เดือนครั้งมีความจำเป็นมากเพราะการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์นั่นเอง

(3) เมื่อมีการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้อยู่ในมาตรฐานดีแล้ว ก็ควรพัฒนาไปสู่ระบบการบำรุงรักษาที่มีมาตรฐานที่สูงกว่าต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอให้นำเอาการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) มาใช้เพื่อสร้างให้เป็นมาตรฐานปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทางด้านโทรคมนาคมต่อไป



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2547). ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน คิวซีเซอร์เคิล. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส.
- โกศล ดิสิลธรรม. (2547). การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนดีอี.
- กล้าหาญ วรพุทธพร. (2524). การบำรุงรักษาที่ผล. กรุงเทพฯ: เดอะบิสซิเนสเพรส.
- ธานี อ่วมอ้อ. (2546). การบำรุงรักษาที่ผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ: พิค บลูส์.
- พูนพร แสงบางปลา. (2542). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรชัย ลิมภูวัฒน์และคณะ. (2537). คู่มือปฏิบัติการลดต้นทุนในสถานประกอบการ. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วัฒนา เชียงกุลและเกรียงไกร ดำรงรัตน์. (2546). บำรุงรักษา: งานเพิ่มกำไรบริษัท. กรุงเทพฯ: ซี เอ็ดดูเคชั่น.
- สุพร อัครวินนิมิตและธีรพร พัดภู. (2548). วิศวกรรมการบำรุงรักษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยานิพนธ์

- ธนบดี ประทุมรัตน์. (2549). การนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องประดับเงิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
- นัญฐรินทร์ อักษรนำ. (2545). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษา โรงงานฉีดโฟมเพื่อการบรรจุผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- พิสิทธิ์ พิพัฒน์โกคากุล. (2542). การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องเล่นวีดีโอเทป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรม การจัดการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ยงศ์วิทย์ ทองนาค. (2542). การศึกษาผลกระทบของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อค่าประสิทธิภาพ โดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาเครื่องเป่าภาชนะกลวง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิกรม สุวิกรม. (2540). การใช้ประโยชน์จากข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกรณีศึกษา เครื่องจักรกลหลักเหมืองแม่เมาะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ศิริวรรณ ฉันทวิจิตรพงษ์. (2535). การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของ โรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรม อุตสาหกรรม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชุม จันทร์ตรี. (2539). การลดต้นทุนงานซ่อมบำรุงในโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนันต์ โชติพิชัยพร. (2541). การศึกษาสภาพปัญหาของบริการโทรศัพท์สาธารณะทางไกลชนบท (TDMA). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาบริหารอาชีพและเทคนิค การศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนุวัฒน์ ผลวัฒนา. (2547). การพัฒนาประสิทธิภาพของแผนกรอด้วยโดยการบำรุงรักษาเชิง ป้องกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. (2550). วิธีทางสถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพ, สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2550, จาก http://www.ptonline.org/imglib/staff/file/komson_000538.doc

ชนิตว์สรณ์ ตริวิทยาภูมิ. (2549). โครงการจัดทำข้อมูลองค์ความรู้วงที่ 1: นิยามธุรกิจ, สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2550, จาก

<http://www.ismed.or.th/knowledge/produce/produce17.pdf>

บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน). (2547). ระบบ โทรศัพท์ไร้สายคลื่นความถี่วิทยุ (Wireless Local Loop), สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2550, จาก

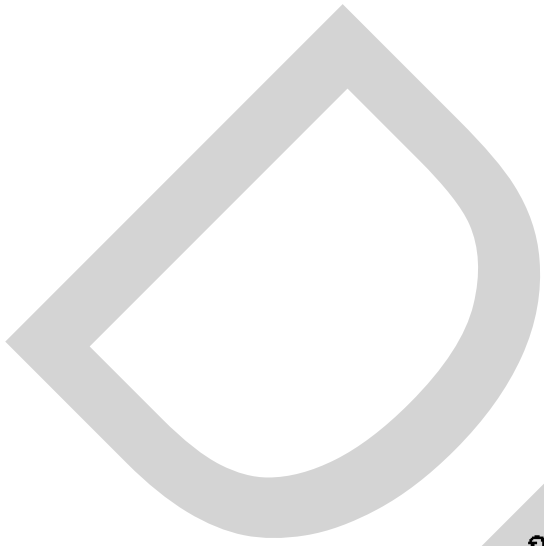
http://www.tot.co.th/tot/board/bb2_v1/viewtopic.php?p=3571&sid=4a86c6881c0abbd44282

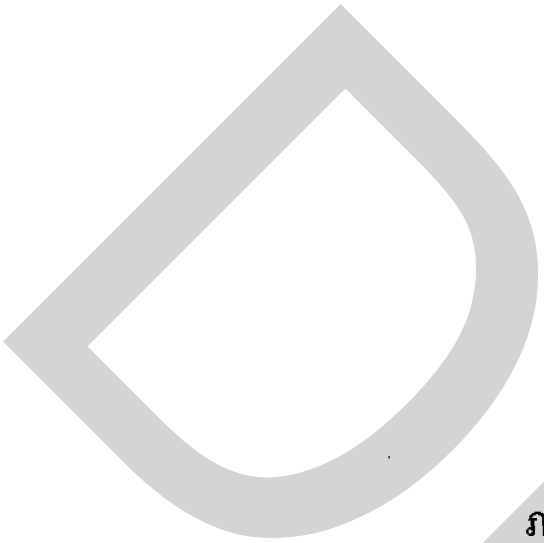
ภาษาต่างประเทศ

ELECTRONIC SOURCE

Mugo Kibati. (1999). Wireless Local Loop in Developing Countries: Is it too soon for data? The case of Kenya. M.S. Massachusetts Institute of Technology- Massachusetts.

Retrieved May30,2007 from <http://itc.mit.edu/rpep/Pubs/Theses/WLLThesis.pdf>





ภาคผนวก ก
การคำนวณดัชนีสมรรถนะสถานีสาน

การคำนวณดัชนีสมรรถนะ สถานีฐานต้นแบบทั้ง 8 สถานี

การเก็บข้อมูลก่อนใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีระยะเวลา ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2547 ถึง ธันวาคม 2548 และ หลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ตั้งแต่เดือน มกราคม 2549 ถึง เดือน มีนาคม 2550

ทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นเวลา 15 เดือน ซึ่งเท่ากับ 457 วัน และคิดเป็น 10,968 ชั่วโมง (457วัน x 24 ชั่วโมง)

รายละเอียดการคำนวณแต่ละสถานีฐาน มีดังต่อไปนี้

1. สถานีฐานยะลาเมือง

ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 10 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 1,488 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 1,488 = 9,480 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}}$$

$$= \frac{9,480}{10}$$

$$= 948 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$= 948 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} = \left[\frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด} }{\text{เวลารับภาระ}} \right] * 100\%$$

$$= \left(\frac{10,968 - 1,488}{10,968} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.86\%$$

หลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 5 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 408 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 408$$

$$= 10,560 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,560}{5} \\ &= 2,112 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 408}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.96\% \end{aligned}$$

2. สถานีฐานโพนทอง

ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 6 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 600 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 600 = 10,368 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,368}{6} \\ &= 1,728 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 600}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.95\% \end{aligned}$$

หลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 5 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 408 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \end{aligned}$$

$$= 10,968 - 408$$

$$= 10,560 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,560}{5} \\ &= 2,112 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 408}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.96\% \end{aligned}$$

3. สถานีฐานคลองขลุง

ก่อนการ ใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 7 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 600 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 600 = 10,368 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,368}{7} \\ &= 1,481.14 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 600}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.95\% \end{aligned}$$

หลังการ ใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 4 \text{ ครั้ง}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 312 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\
 &= 10,968 - 312 \\
 &= 10,656 \text{ ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\
 &= \frac{10,656}{4} \\
 &= 2,664 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\
 &= \left(\frac{10,968 - 312}{10,968} \right) \times 100 \% \\
 &= 0.97\%
 \end{aligned}$$

4. สถานีฐานขานวนุรลักษบุรี

ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ต.ค.2548)

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 3 \text{ ครั้ง} \\
 \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 432 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\
 &= 10,968 - 432 = 10,536 \text{ ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\
 &= \frac{10,536}{3} \\
 &= 3,512 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\
 &= \left(\frac{10,968 - 432}{10,968} \right) \times 100 \%
 \end{aligned}$$

$$= 0.96\%$$

หลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 2 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 120 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 120$$

$$= 10,848 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}}$$

$$= \frac{10,848}{2}$$

$$= 5,424 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} = \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\%$$

$$= \left(\frac{10,968 - 120}{10,968} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.99\%$$

5.สถานีสถานกมลาไสย

ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 4 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 480 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 480 = 10,488 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}}$$

$$= \frac{10,488}{4}$$

$$= 2,622 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} = \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\%$$

$$= \left(\frac{10,968 - 480}{10,968} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.96\%$$

หลังการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 3 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 288 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ- เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 288 \\ &= 10,680 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,680}{3} \\ &= 3,560 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ- เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 288}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.97\% \end{aligned}$$

6. สถานีฐานหัวเวียง

ก่อนการใช้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 8 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 600 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ- เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 600 = 10,368 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,368}{8} \\ &= 1,296 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 600}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.95\% \end{aligned}$$

หลังการให้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 3 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 216 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 216 \\ &= 10,752 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินต่อเนื่อง โดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\ &= \frac{10,752}{3} \\ &= 3,584 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\ &= \left(\frac{10,968 - 216}{10,968} \right) \times 100 \% \\ &= 0.98\% \end{aligned}$$

7.สถานีฐานชุมแสง

ก่อนการให้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\begin{aligned} \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 6 \text{ ครั้ง} \\ \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 384 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\ &= 10,968 - 384 = 10,584 \text{ ชั่วโมง} \\ \text{เวลาเดินต่อเนื่อง โดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน (ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \end{aligned}$$

$$= \frac{10,584}{6}$$

$$= 1,764 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} = \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\%$$

$$= \left(\frac{10,968 - 384}{10,968} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.96\%$$

หลังการให้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 4 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 168 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 168$$

$$= 10,800 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน(ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}}$$

$$= \frac{10,800}{4}$$

$$= 2,700 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}$$

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} = \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\%$$

$$= \left(\frac{10,968 - 168}{10,968} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.98\%$$

8. สถานีฐาน ไทรวงาม

ก่อนการให้ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต.ค. 2547- ธ.ค.2548)

$$\text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} = 5 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} = 408 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} = \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง}$$

$$= 10,968 - 408 = 10,560 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน (ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\
 &= \frac{10,560}{5} \\
 &= 2,112 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\
 &= \left(\frac{10,968 - 408}{10,968} \right) \times 100 \% \\
 &= 0.96\%
 \end{aligned}$$

หลังการใส่ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ม.ค. 2549- มี.ค.2550)

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนครั้งที่เกิดปัญหา} &= 4 \text{ ครั้ง} \\
 \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} &= 240 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{เวลาเดินเครื่อง(ชั่วโมง)} &= \text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาที่อุปกรณ์ขัดข้อง} \\
 &= 10,968 - 240 \\
 &= 10,728 \text{ ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เวลาเดินต่อเนื่องโดยเฉลี่ย(MTBF)} &= \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดิน (ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม(ครั้ง)}} \\
 &= \frac{10,728}{4} \\
 &= 2,682 \text{ ชั่วโมง/ครั้ง}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร} &= \left\{ \frac{\text{เวลารับภาระ} - \text{เวลาหยุด}}{\text{เวลารับภาระ}} \right\} * 100\% \\
 &= \left(\frac{10,968 - 240}{10,968} \right) \times 100 \% \\
 &= 0.98\%
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข
คู่มือการบำรุงรักษา
สถานีฐานโทรศัพท์ระบบ WLL

ส่วนประกอบของคู่มือการบำรุงรักษาสถานีฐานโทรศัพท์ระบบ WLL

- (1) ขั้นตอนการบำรุงรักษา
- (2) รายการเครื่องมือที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- (3) ใบรายการบำรุงรักษาอุปกรณ์ BS
 - (3.1) ใบตรวจสอบประจำวัน
 - (3.2) ใบตรวจสอบประจำเดือน
 - (3.3) ใบตรวจสอบประจำ 3 เดือน
 - (3.4) ใบสั่งงานตรวจสอบอุปกรณ์
 - (3.5) แผนการดำเนินงาน
- (4) คู่มือการบำรุงรักษาที่ SC (ขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ SC)
 - (4.1) การตรวจเช็คทางด้านกายภาพที่อุปกรณ์ควบคุมโครงข่าย
 - (4.2) ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ SC
 - (4.3) ปรับเวลาตามเวลาของ GPS
 - (4.4) ตรวจสอบพื้นที่ว่างในหน่วยความจำ
 - (4.5) ตรวจสอบการเข้าไปใช้โปรแกรม
 - (4.6) การจัดเก็บ Alarm log
 - (4.7) การจัดเก็บข้อมูลสถานะของหมายเลขผู้ใช้บริการทั้งหมด
 - (4.8) การเปลี่ยน Tape backup
 - (4.9) ตรวจสอบสถานะการทำงานของสถานีฐานผ่านโปรแกรมควบคุมโครงข่าย
 - (4.10) ตรวจสอบสถานะค่าของอุปกรณ์สถานีฐาน
- (5) คู่มือการบำรุงรักษาที่สถานีฐาน (ขั้นตอนการตรวจสอบที่สถานีฐาน (RSU))
 - (5.1) ตรวจสอบโครงสร้างทางกายภาพของสถานีฐาน
 - (5.2) ตรวจสอบ Alarm ของ BS module
 - (5.3) ทำความสะอาดอุปกรณ์สถานีฐาน, Router, HUB, UPS และอุปกรณ์อื่นๆ
 - (5.4) ตรวจสอบไฟ DC
 - (5.5) ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟ (Rectifier)
 - (5.6) ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่าง SC และ Router
 - (5.7) รูปแบบโครงสร้างสถานีฐาน

ขั้นตอนการบำรุงรักษา

1. การตรวจสอบประจำวัน

- เวลา 8:00 -9:00 เชื่อมต่อโปรแกรมการเฝ้าระวังกับเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม

โครงข่าย

- ปฏิบัติงานและเก็บข้อมูลตามใบตรวจสอบ

2. การตรวจสอบประจำเดือน

- จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือในการบำรุงรักษา
- จัดเตรียมคู่มือการตรวจสอบและใบตรวจสอบประจำเดือนในการบำรุงรักษา
- ทำความสะอาดอุปกรณ์สถานีฐาน
- ตรวจสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ ไฟแสดงสถานะต่างๆ ที่ Hub, Router และอื่นๆ
- ปฏิบัติงานตามขั้นตอนตามคู่มือการตรวจสอบ
- บันทึกข้อมูล

3. การตรวจสอบประจำ 3 เดือน

- จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือในการบำรุงรักษา
- จัดเตรียมคู่มือการตรวจสอบและใบตรวจสอบประจำเดือนในการบำรุงรักษา
- ตรวจสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ ไฟแสดงสถานะต่างๆ ที่ ตู้ BS,Hub,Router และ

อื่นๆ

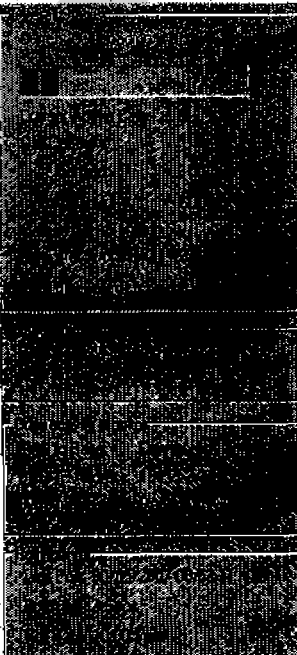
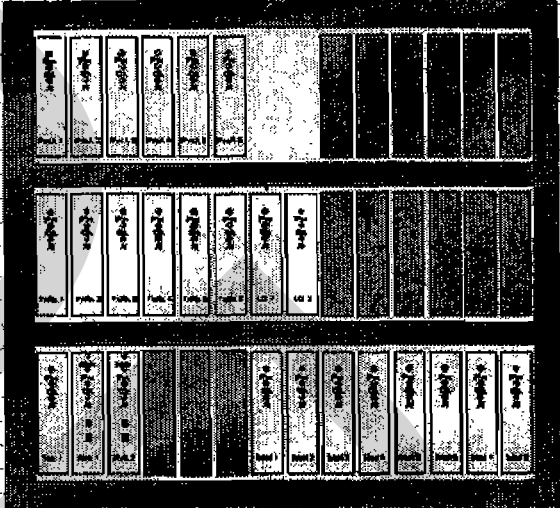
- ทำความสะอาดอุปกรณ์สถานีฐาน
- ปฏิบัติงานตามขั้นตอนตามคู่มือการตรวจสอบ
- บันทึกข้อมูล

เอกสารใบตรวจสอบ

1. ใบตรวจสอบประจำวันใช้กับการเฝ้าระวัง (Monitoring) ที่สำนักงานสนาม ซึ่งผู้ดูแลระบบจะใช้ในการปฏิบัติงานและกรอกข้อมูลทุกวัน

Monitoring System Trouble From SC Daily Report

Site Office Name : AYUTHAYA
 Technical Support : MR.Pongsawat
 Tel No. : 08-9449-8435
 Date 30/05/2007

Module Alarms : No / Yes Name of Module.....

Call Test to Subscriber (โทรทดสอบไปบ้านผู้เช่า)	Item	Tel.Number	Test Result
	1	035493461	Call testing was ok
	2	035493462	Call testing was ok
	3	035493463	Call testing was ok
	4	035493464	Call testing was ok
	5	035493465	Call testing was ok

	In Use	Unblocked
		Blocked
	In Use	Unblocked
		Blocked

ภาพที่ 1 ใบตรวจสอบประจำวันใช้กับการเฝ้าระวัง(Monitoring) ที่สำนักงานสนาม

2. ใบตรวจสอบประจำเดือนใช้ตรวจสอบสถานีควบคุมโครงข่าย ผู้ดูแลระบบใช้ในการปฏิบัติงานและกรอกข้อมูลซึ่งมีระยะเวลา 1 เดือนต่อสถานีโครงข่าย

Patrol Base Station Maintenance Check Sheet by Site Controller

Zone No: _____
 Site Controller Name: _____
 Base Station Name: _____
 Channel: _____

Service Log Call Reference:
 Type of Base Station Model: (radio) AXE, EPBD, NEAR
 Building Location:
 Building Software Version:

Base Station	Name	Action	Detail	Result	Remark
BS Argument	Base Station Property	Base Station Property	Check base & P Setting	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
Check Dialog BOX	Access No	Scanring Access No Name	LFXC	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	Software Version	Confirm Software Version	SWVer	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	System Parameter	ICSD (HEX) Scanring Timeout Link Control C-Channel ID	ICSD Scanring ID Link ID	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	PLS Setting	Link ID	Link ID	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
BS Reserve Dialog BOX	Link ID Setting	Link ID	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		
CALLU Registration	Call Su Reg/Activation	PSD No. 1	Read PSD	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		PSD No. 2	Read PSD	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		(Not necessary for BS ch)	Read PSD	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		Check Error rate of the CALLU	PSD No. 1 PSD No. 2	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	(Not necessary for BS ch)
MS Browser setting	Tact-MSBrowser	File->Configuration EntryContent	Entry Name : Name of Base Station	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	Power Supply module(Pin Alarm)	SCMMsgPinAlarmSeverity	SM, (0=off)	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	(0= off, 1= on Duty)
	CALLU	SCMMsgCallU	CALLU No. 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	MS Browser setting - Diagnostic BU	SCMMsgCallU	CALLU No. 2	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	(Not necessary for BS ch)
Telnet BS (Done Logging)	Telnet BS	BS Network Module Slot: 0	IP address for Module Slot: 0	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		BS Network Module Slot: 1	IP address for Module Slot: 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	Base Station	To indicate slot number of the master NU module	cmd "show s 32"	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		To indicate active alarm recognized in the BS	show call log/MSBrowserPrint	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
CALLU		To indicate E1 link control rate of the Link 0	show link CtrlRatePrint 0	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	0:Check, 1:Local, 2:Protected, 3:Failed, 4:Failed&Checked
		To indicate E1 link control rate of the Link 1	show link CtrlRatePrint 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	Show 1: Not Operating
		To indicate LPTD number and status number	show link CtrlRatePrint	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		To indicate occupancy of active call	show LS callParamPrint -1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		To indicate occupancy of madem resource	show LS callTable callTable	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		To indicate current CDM module list	show "show s 57"	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	0:Adapt ... 12:Mod0
		Display the number of GPS Redundancy for LO	show GPSRedundancyGet 12	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	Should be more less than 4
		Display the number of GPS Redundancy for LO	show GPSRedundancyGet 13	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		Display link status of check generator	show linkCtrlStatusGet 12	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	Returned value is must be 1
		To show Base Station Property	show ChannelCtrlInfoPrint	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		To show Compact Flash Card	show flashCtrlInfoPrint	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
		Flash Group (cmd "show flash")	N.1 Flash_GroupCtrlInfoPrint N.2 flashCtrlInfoPrint N.3 flashCtrlInfoPrint	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	05 1900 000 00 N/AE 1EMSD 0
		To show a PSD of a calibration Unit	cmd "show s 61 0"	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	A/E only Gain (Scale) Phase (Offset) Pilot Power Pilot Power Error
		To show a PSD of a calibration Unit	cmd "show s 61 1"	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	
	Check ION level of the CALLU (Walk < PSD> (0=0, 0=1))	CALLU No. 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	0=0 to 0=1 (Not necessary for BS ch)	
	Check Timing Advance	CALLU No. 2	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	Distance 0 km (Not necessary for BS ch)	
	To make a test call to the Calibration Unit (M s), (config print, (0=0, 0=1))	CALLU No. 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		
	To make a test call to the Calibration Unit (cmd "show s 61 0")	CALLU No. 2	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	(Not necessary for BS ch)	
	Checking SC operator calibration function with call (cmd "show s 61 0")	CALLU No. 1	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail	Power: Max 0.997 (Not necessary for BS ch)	
	Call value of each E1RX module	CALLU No. 2	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		
	cmd "show s 61 1"		<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		
	cmd "show s 61 0 -2"		<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		
	Log File Name	Patrol BS Name & Date	<input type="checkbox"/> Pass <input type="checkbox"/> Fail		

Done: _____
 Time: _____

Check by: _____
 Signature: _____

ภาพที่ 2 ใบตรวจสอบประจำเดือนใช้ตรวจสอบสถานีฐานผ่านโปรแกรมควบคุมที่สถานีควบคุมโครงข่าย

2. ใบตรวจสอบประจำเดือนใช้ตรวจสอบสถานีควบคุมโครงข่าย ผู้ดูแลระบบใช้ในการปฏิบัติงานและกรอกข้อมูลซึ่งมีระยะเวลา 1 เดือนต่อสถานีโครงข่าย

Patrol Base Station Maintenance Check Sheet by Site Controller						
Zone No.:				Switching Configuration		
Site Controller Name:				Type of Switching Model (Select) JNE, EUSO, NEAX		
Base Station Name:				Switching Location		
Channel:		Ch		Switching Software Version:		
Base Station	Item	Action	Detail	Result	Remark	
BB Registration	Base Station Property	Base Station Property	Check base IP Setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail		
Check Dialog POK	License file	Confirm license file Name	License file	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	License file	
	Software Version	Confirm Software Version	Software Version	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Software Version	
	System Parameter	CS40 (HEX)	System Parameter	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	System Parameter	
	MS 2 Setting	Superman Timeout	MS 2 Setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	MS 2 Setting	
ET Repairer Dialog BOA	Link Control C-Channel ID	Link Control C-Channel ID	Link ID Setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Link ID Setting	
	Link ID Setting	Link ID Setting	Link ID Setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Link ID Setting	
CALU Registration	Call Set Registration	PSID No. 1	Call Set Registration	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Call Set Registration	
		PSID No. 2	Call Set Registration	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Call Set Registration	
		PSID No. 3	Call Set Registration	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Call Set Registration	
		PSID No. 4	Call Set Registration	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Call Set Registration	
MS Browser setting	MS Browser setting	MS Browser setting	MS Browser setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	MS Browser setting	
		MS Browser setting	MS Browser setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	MS Browser setting	
		MS Browser setting	MS Browser setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	MS Browser setting	
		MS Browser setting	MS Browser setting	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	MS Browser setting	
Trunk to BB (Overlapping)	Trunk to BB	BB Nearest Module Slot 0	Trunk to BB	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Trunk to BB	
		BB Nearest Module Slot 1	Trunk to BB	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	Trunk to BB	
CALU	Base Station	To indicate slot number of the module HW module	cmd "show slot 0"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	slot 0	
		To indicate active status configured in the BB	cmd "show active status"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	active status	
		To indicate ET link control zone of the Link 0	cmd "show link control zone of the Link 0"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	link control zone of the Link 0	
		To indicate ET link control zone of the Link 1	cmd "show link control zone of the Link 1"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	link control zone of the Link 1	
		To indicate LAPM number and status number	cmd "show lapm number and status number"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	lapm number and status number	
		To indicate emergency of active calls	cmd "show emergency of active calls"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	emergency of active calls	
		To indicate emergency of modem resources	cmd "show emergency of modem resources"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	emergency of modem resources	
		To indicate current CCH number and status	cmd "show cch number and status"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	cch number and status	
		Displays the number of OP&Packing for LO	cmd "show op&packing for LO"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	op&packing for LO	
		Displays lock status of clock generator	cmd "show lock status of clock generator"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	lock status of clock generator	
		To show Base Station Property	cmd "show base station property"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	base station property	
		To show Compact Flash Card	cmd "show compact flash card"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	compact flash card	
		Flash Setting (cmd "flash show")	cmd "flash show"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	flash setting	
			cmd "flash show"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	flash setting	
		CALU	To show a PSID of a calibration Unit	cmd "show psid of a calibration Unit"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	psid of a calibration Unit
	To show a PSID of a calibration Unit	cmd "show psid of a calibration Unit"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	psid of a calibration Unit		
	Check ION level of the CALU	cmd "show ion level of the CALU"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	ion level of the CALU		
	Check <PSID> (link 0) (link 1)	cmd "show psid (link 0) (link 1)"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	psid (link 0) (link 1)		
	Check <link id> (link 0) (link 1) (link 2) (link 3)	cmd "show link id (link 0) (link 1) (link 2) (link 3)"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	link id (link 0) (link 1) (link 2) (link 3)		
	To make a test call to the Calibration Unit	cmd "make a test call to the Calibration Unit"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	test call to the Calibration Unit		
	cmd "make a test call to the Calibration Unit"	cmd "make a test call to the Calibration Unit"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	test call to the Calibration Unit		
	Checking QC operator calibration function with call	cmd "check qc operator calibration function with call"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	qc operator calibration function with call		
	SLI (cmd "show sls cal of PSID")	cmd "show sls cal of PSID"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	sls cal of PSID		
	call value of each TRX module	cmd "show call value of each TRX module"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	call value of each TRX module		
	cmd "show call value of each TRX module"	cmd "show call value of each TRX module"	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	call value of each TRX module		
	Log File Name	Patrol_BSS Name_ Date_ Slot	<input type="checkbox"/> pass <input type="checkbox"/> fail	log file name		

ภาพที่ 2 ใบตรวจสอบประจำเดือนใช้ตรวจสอบสถานีสานผ่าน โปรแกรมควบคุมที่สถานีควบคุมโครงข่าย

Patrol Site Controller Office Maintenance Check Sheet

Zone no : _____ Domain name : _____ Switch Tel No. : _____
 Site controller name : _____ IP Address : _____ Transmission Tel No. : _____

Program Installation	Item	Result	Remark
Physical check	Wipe up equipment & cleaning up around VML equipment	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail	
Site Controller	Programs		
	Data/Tape Properties	Select [Properties] -> [Attributes] & Adjust Time follow to GPS time	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Check Script	EMM, SQL, Remote Access, Easy-Mon, scheduler, FTP, VNC,	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Setup Programs	14 Programs	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Check Event Log	Start -> [Programs] -> [Administration Tool] -> [Event Viewer]	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Check Used Disk Space	C: () MB D: () MB	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Error - checking for hard disk	Properties -> Tool -> Error - checking	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Login as each 4 user	Check status, setting, log file, etc...	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Check UPS status	Administrator: Show status, another user show ?????	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Launch Script	Script (Getting Alarm Log)	Access Alarm : ()
Script (Getting User List)		Total of Registered SLSU ()	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
Script (Verifying Faulty SLSU)		Total of Faulty SLSU ()	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
Script (Find Block Outgoing)		Total of Blocked Outgoing call SU ()	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
Reverse Control		Input Modern, RAS, FTP, SAMP Telephone Number of Site controller ()	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
Tape Backup	Tape Backup	Replace New Tape Back Up Write Date and SC name to label	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail
	Cleaning up tape Drive	Insert Cleaning Tape :	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail

Company Status	Serial No.	LED Status	Physical check	Wipe up equipment	Remarks
DELL Power Edge C/PV <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	Mouse ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
DELL Power Edge Display <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	Keyboard ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
UPS <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	AC cable & tag ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
MUR Port <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	LAN cable & RJ45 ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Modem <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	Telephone cable & RJ11 ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #1 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #2 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #3 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #4 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #5 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #6 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #7 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #8 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #9 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	
Router #10 <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	E1 cable & BNC ()	<input type="checkbox"/> Finish <input type="checkbox"/> Non	

Attachment check item	Result	Attachment check item	Result
Script Ready Disk		DELL Power Edge	
Verifying Faulty SLSU	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL Open manage CD's (Open the final installation CD's inside)	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Getting User List	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL E551 Color Monitor Quick Setup Guide & CD-Rom	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Find Block Outgoing	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL PowerEdge 1400 System ATI Rage XV Video Drivers CD	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Getting Alarm Log	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL POWER VAULT 1007 DDS4 Drive CD-Rom	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Modem		SAMSUNG SC-148C CD-ROM Drive User Guide	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Keyboard Manual File & CD-Rom	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	Setting up Your System	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Program CD-Rom		DELL Corporation Corporation Regulatory Notice Update	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Windows NT 4.1 Server	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL PowerEdge System Information	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
NT 4.0 Service Pack 4	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL PowerEdge Information Update	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Microsoft SQL 7.0 Server	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL PowerEdge System Features	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Ez-FTP Server	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	DELL PowerEdge Documentation Update	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Site Controller	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	Router	
HUB		RAD FCD-HP Power CD-Rom	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Mechanical	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	Router Console cable	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
UPS Service		UPS	
Cleaning Tape #1	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	LEONICS Manual	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non
Backup Tape #4 (One of them insert Tape device)	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non	Easy-Mon CD-Rom	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Non

Remained Problems

ภาพที่ 3 ใบตรวจสอบประจำเดือนใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ที่สถานีควบคุมโครงข่าย

3. ใบตรวจสอบประจำ 3 เดือนใช้ตรวจสอบสถานีฐานผ่านโปรแกรมควบคุมที่สถานีควบคุมโครงข่าย ผู้ดูแลระบบใช้ในการปฏิบัติงานและกรอกข้อมูลซึ่งมีระยะเวลา 3 เดือนต่อสถานีทั้งหมด

Patrol Base Station Office Maintenance Check sheet

Zone No: _____ Base Station Name: _____
 Site Controller Name: _____ Channel: _____ ch

	Item	Description	Result	Remark	
Check LED	LED of HUB	LED of HUB Port, Test HUB Port	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail S/N :		
	LED of Router	LED of Router	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail S/N :		
	LED of UPS	LED of UPS, Self Test, AC cable	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Fail S/N :		
	LED of Calibration Unit #1	<input type="checkbox"/> Power <input type="checkbox"/> Link <input type="checkbox"/> Signal	<input type="checkbox"/> Alarm <input type="checkbox"/> Attenuator dB + dB		
	LED of Calibration Unit #2	<input type="checkbox"/> Power <input type="checkbox"/> Link <input type="checkbox"/> Signal	<input type="checkbox"/> Alarm <input type="checkbox"/> Attenuator dB + dB		
	LED of Power Supply for CALU #1	<input type="checkbox"/> Power <input type="checkbox"/> Battery	S/N :		
	LED of Power Supply for CALU #2	<input type="checkbox"/> Power <input type="checkbox"/> Battery	S/N :		
	LED all BS Module	<input type="checkbox"/> Power <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Alarm Module Name NO		
	LED of Remote alarms Box	Power, Door, Alr, Rectifier	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Alarm Detail.		
	LED of Rectifier	Door, Display, Module	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Alarm Detail.		
DC-Power Check	Rectifier	Module of Rectifier, Display	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	Rectifier BATTERY	Condition Battery(Not Swell)	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	Test Battery Back Up	Off AC Power of Rectifier	<input type="checkbox"/> Yuasa <input type="checkbox"/> Sicon <input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	DC- PDB	IN OUT FUSE or BREAKER	V (-48) V (-48) (A)		
Ping Test	3 Time	Ping Test Router RSU(BS) Ping Test Router RSU(SC) Ping Test to Site Controller Network Module of BS slot # 0 Network Module of BS slot # 1	<input type="checkbox"/> OK %Loss %Loss %Loss <input type="checkbox"/> OK %Loss %Loss %Loss <input type="checkbox"/> OK %Loss %Loss %Loss <input type="checkbox"/> OK %Loss %Loss %Loss <input type="checkbox"/> OK %Loss %Loss %Loss		
	Physical Check	AC Power	AC Power for UPS, Power cable	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	
		Lan Cable & RJ 45 Connector	HUB, Router, Top of BS	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG	
		E1 Cable & E1 BNC Connector	Top of BS, Router, DDF	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG DDF Port No	
Transmission Equipment		(Optical / Microwave) : Equipment			
Clean up	5 D feeder cable & TNC Connector	On Top of BS(GPS), and CALU	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	OMI ANTENNA	Fixedness on TOT Tower	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	GPS ANTENNA	Fixedness on TOT Exchange	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
Contraimer	Wipe up BSCabinet	Top, Door, Inside, of cabinet	<input type="checkbox"/> OK		
	Wipe up Rectifier Cabinet	Top, Door, Inside, of cabinet	<input type="checkbox"/> OK		
	Wash Rectifier Filter & Module	Clean or Change New Filter & Module	<input type="checkbox"/> OK		
	Clean Around UPS, HUB, Router, desk or shelf, Fix each cable		<input type="checkbox"/> OK		
	Wet inside (Water)	Water drain Inside Contraimer	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG		
	Air Condition # 1	Air Condition working, Clean	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG Temp. °C		
	Air Condition # 2	Air Condition working, Clean	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG Temp. °C		
Condenser Unit # 1 (Behind Con)	Condenser Unit working, Clean	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG			
Condenser Unit # 2 (Behind Con)	Condenser Unit working, Clean	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG			
Fan Unit	Fan Unit Working	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG			
Under - Over Voltage Unit	Check Display	<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> NG <input type="checkbox"/> Under <input type="checkbox"/> Over			

Remark

Date _____ Check by: _____
 Time _____ Signature _____

ภาพที่ 4 ใบตรวจสอบประจำ 3 เดือนใช้ที่สถานีฐาน

4. ใบสั่งงานตรวจสอบอุปกรณ์ของแต่ละสำนักงานสนาม ซึ่งวิศวกรจากสำนักงานจะเป็นผู้สั่งงานและตรวจสอบการแก้ไขปัญหา โดยให้ผู้ดูแลระบบเป็นผู้ปฏิบัติงาน

Patrol Work Order Check sheet					
Technical support Name _____					Date _____
Site Name _____					Time _____
SC Name _____					
Occurred date	Solved date	Detail Alarm	Repair method	Result	Remark
Report by _____			Check by _____		
_____			_____		
/ /			/ /		

ภาพที่ 5 ตัวอย่างใบสั่งงานตรวจสอบอุปกรณ์ของแต่ละสำนักงานสนาม

6.แผนการดำเนินงานซึ่งวิศวกรจากสำนักงานใหญ่จะเป็นผู้วางแผนงานการเข้าไปตรวจเช็ค

Exchange Patrol Work Schedule							Mr.Akacha	
Nakhonsithammarath							OK	
							No checksheet	
							Busy	
							Stop work	
1 SC	1time/1month							
1 BS	1time/2month							
(Example)	Can shift visit date depend on work condition					13	5	
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	BS Name	SC Name	
Week 1	1-Jan-07	2-Jan-07	3-Jan-07	4-Jan-07	5-Jan-07	a Muang (T) <Nakhon Sitha	(A) Nakhonsithammarat	
			(A) a			b Che-Uai	(B) Hai Yai	
Week 2	8-Jan-07	9-Jan-07	10-Jan-07	11-Jan-07	12-Jan-07	c Chawang	(C) Trang	
		(B) b	(C) c			d Pak Phanang	(D)	
Week 3	15-Jan-07	16-Jan-07	17-Jan-07	18-Jan-07	19-Jan-07	e Phrommakhin	(E)	
		(D) d	(E) e			f Sichon		
Week 4	22-Jan-07	23-Jan-07	24-Jan-07	25-Jan-07	26-Jan-07	g Tha Sala		
		b	c			h Thung Yai		
Week 5	29-Jan-07	30-Jan-07	31-Jan-07	1-Feb-07	2-Feb-07	i Kuan Khanun		
		d	e			j Kantang		
Week 6	5-Feb-07	6-Feb-07	7-Feb-07	8-Feb-07	9-Feb-07	k Y-Ngjo		
		(A) a	(B) b			l Muang (R) <Yala R		
Week 7	11-Feb-07	12-Feb-07	13-Feb-07	14-Feb-07	15-Feb-07	m Raman		
		(C) c	(D) d					
Week 8	18-Feb-07	19-Feb-07	20-Feb-07	21-Feb-07	22-Feb-07			
		(E) e	f					
Week 9	25-Feb-07	26-Feb-07	27-Feb-07	28-Feb-07	1-Mar-07			
		g	h					
Week 10	4-Mar-07	5-Mar-07	6-Mar-07	7-Mar-07	8-Mar-07			
		(A) a	(B) b					
Week 11	11-Mar-07	12-Mar-07	13-Mar-07	14-Mar-07	15-Mar-07			
		(C) c	(D) d					
Week 12	18-Mar-07	19-Mar-07	20-Mar-07	21-Mar-07	22-Mar-07			
		(E) e	i	j				
Week 13	26-Mar-07	27-Mar-07	28-Mar-07	29-Mar-07	30-Mar-07			
		k	m					

* ส่วนที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้
หากสถานการณ์ไม่เข้าใ้วางแผนงานนี้ต้องไม่ทำ

Now the situation at Narathiwat and Yala, Southern of Thailand is not quit secure enough for visiting because of the terrorist. A lot of people were killed everyday * Narathiwat and Yala are not secure. So, it would not be good to work there

ภาพที่ 6 ตัวอย่างแผนงานเข้าไปตรวจสอบอุปกรณ์ของแต่ละสำนักงานสนาม

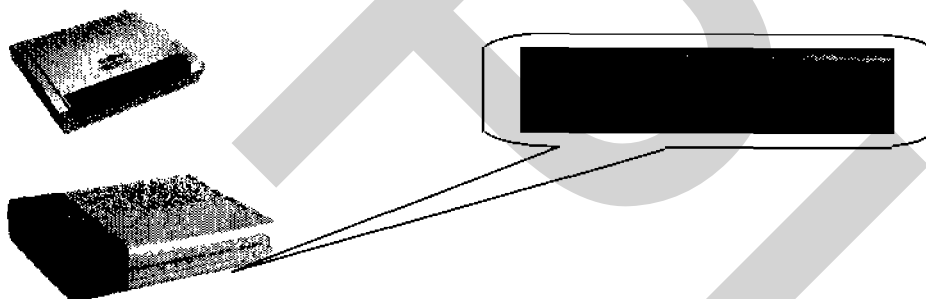
รายละเอียดในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันราย 1 เดือน (สำหรับการบำรุงรักษาที่สถานีควบคุม
โครงข่าย(Site Controller))

ขั้นตอนการตรวจสอบที่ SC

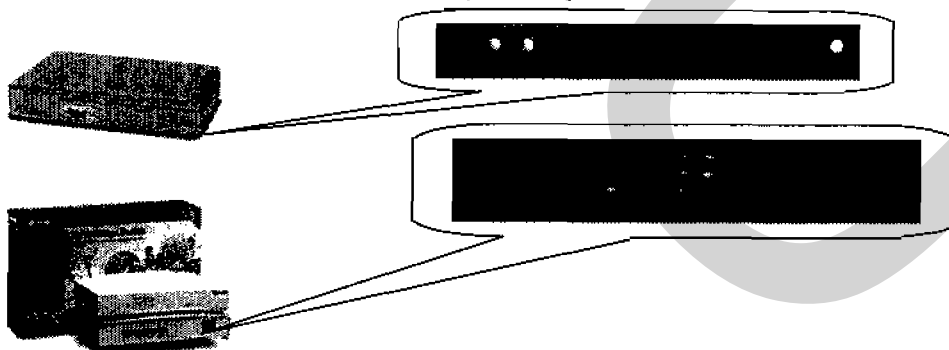
การตรวจสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ อุปกรณ์ SC และอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น คู่มือการใช้งาน CD
โปรแกรม



ตรวจสอบ Modem โดยการ เช็ก ไฟสถานะและปฏิบัติตามคู่มือการใช้งาน



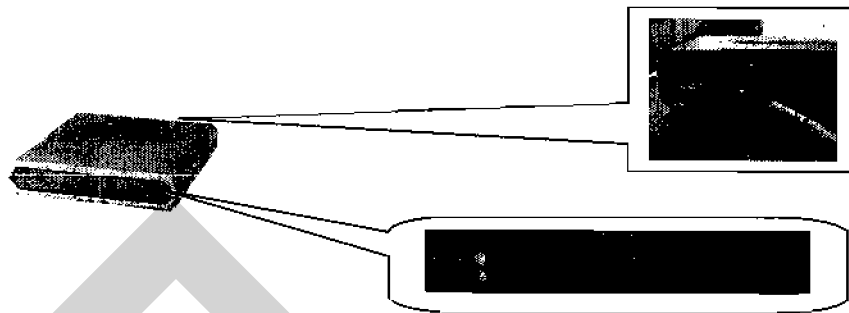
ตรวจสอบ Hub โดยการ เช็ก ไฟสถานะและปฏิบัติตามคู่มือการใช้งาน



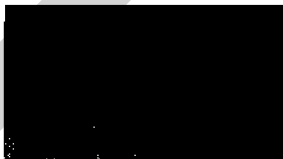
ตรวจสอบสาย LAN หลัง HUB, Router และ เครื่องคอมพิวเตอร์



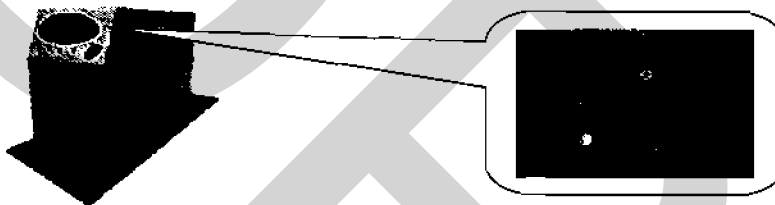
ตรวจสอบ Router โดยการ เช็ก ไฟสถานะและปฏิบัติตามภาพด้านล่าง.



ตรวจสอบสาย E1 (3C-2V) หลัง router.

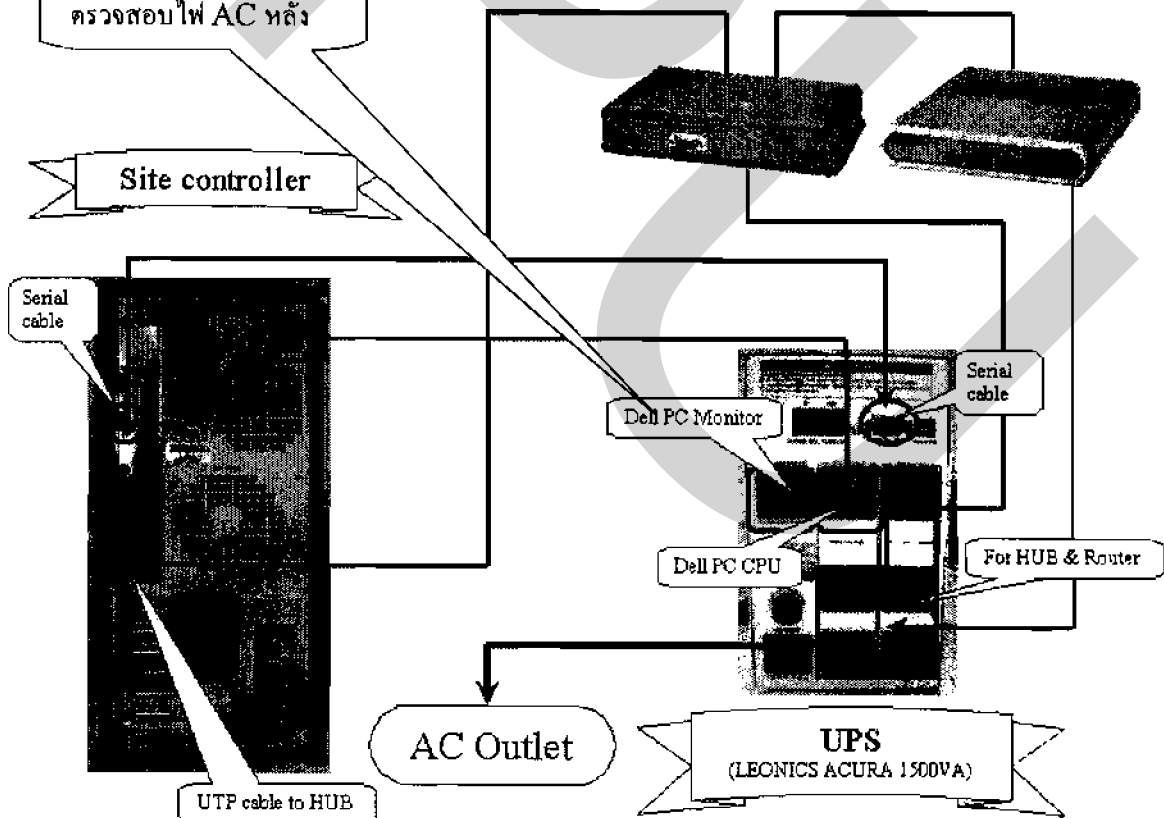


ตรวจสอบ UPS โดยการ เช็ก ไฟสถานะและปฏิบัติตามภาพด้านล่าง.



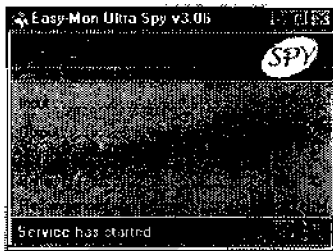
ตรวจสอบไฟ AC หลัง

Site controller



- ตรวจสอบสถานะของ UPS

ดูสถานะที่หน้าจอ



Log on เข้า Administrator และเช็คสถานะ

1. Input, Output Voltage ควรจะมีค่า 220 V.
2. Battery ควรจะ 100 %

สถานะหน้าจอที่ไม่สามารถตรวจสอบได้



Log on เข้า EmsAdmin, EmsOperator and EmsTechnician ไม่สามารถเช็คสถานะได้ นั่นคือถูกตัดและปกติ

สถานะที่ผิดปกติ



ถ้ามีสถานะดังภาพให้ตรวจสอบสาย Serial cable ว่าหลวมหรือหลุดหรือไม่และ ตรวจสอบ Com Port

ทำความสะอาดอุปกรณ์ WLL ทั้งหมด



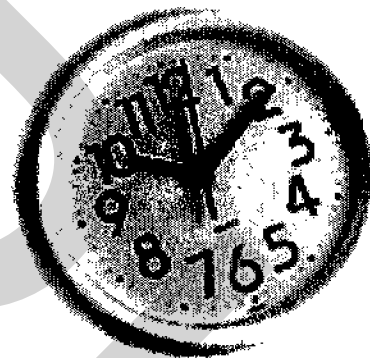
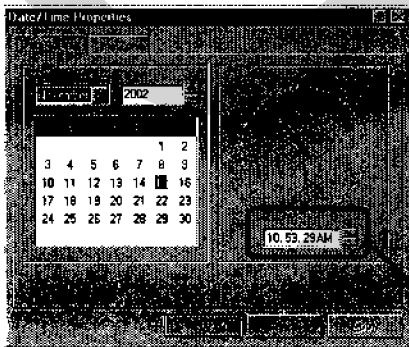
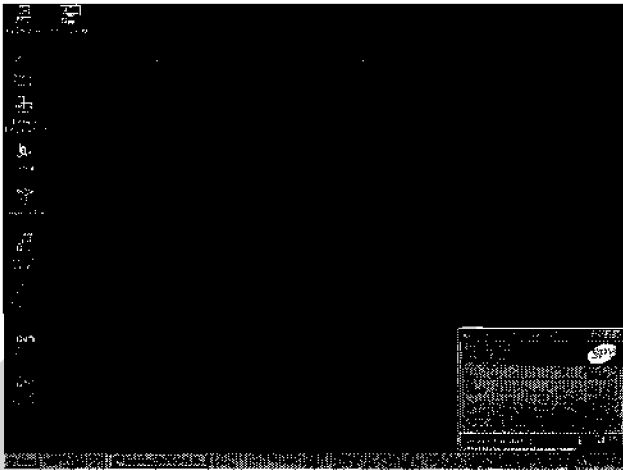


อุปกรณ์ WLL ที่ Site Controller

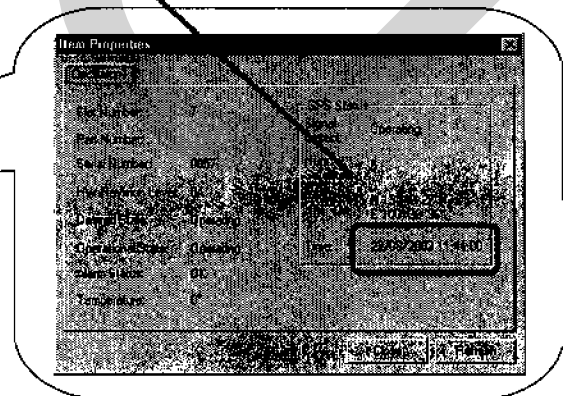
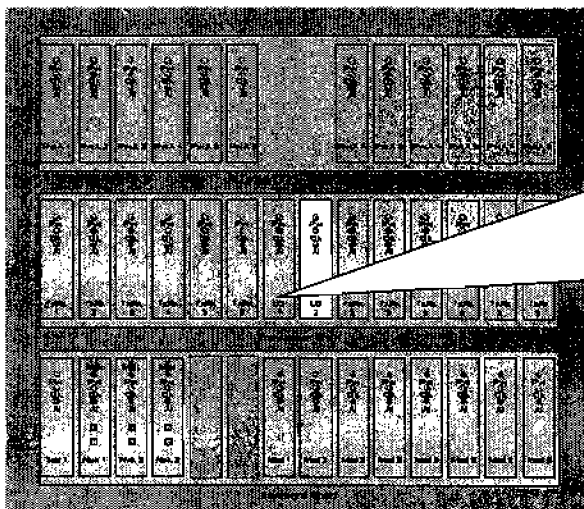
- เครื่อง Server Dell PC (CPU, Monitor, Keyboard, Mouse)
- HUB, Router, UPS
- 3C-2V (EI), สาย LAN
- คู่มือการใช้งานและแผ่น CD ข้อมูล

ปรับเวลาตามเวลาของ GPS

ดับเบิลคลิก "clock" ที่หน้าจอด้านขวาดังภาพ.

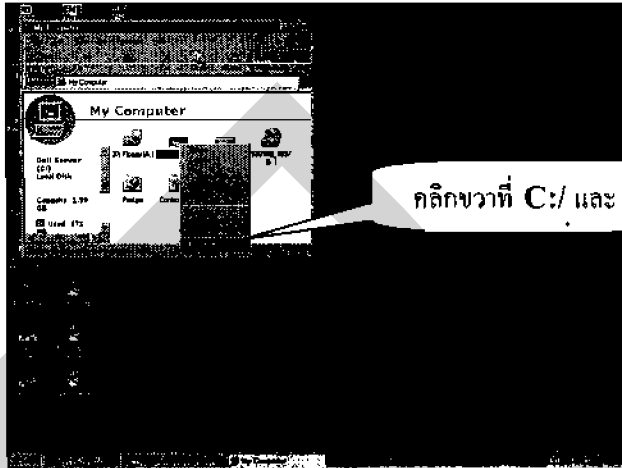


เลือก "Date และ Time" และ
ปรับเวลาตามเวลาของ GPS ในโปรแกรม Site controller.

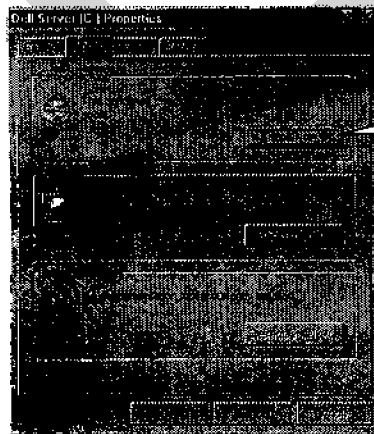


ตรวจสอบพื้นที่ว่างใน Hard Disk.

เปิด My Computer

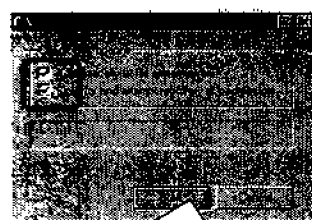


คลิกขวาที่ C:/ และ เลือก Properties



เลือก Tools tap และคลิก Check Now ...
จะแสดงข้อความ Error checking ดังนี้

ไม่สามารถทำการตรวจสอบดิสก์ได้เนื่องจากโปรแกรมการตรวจสอบดิสก์ต้องมีการเข้าถึงแบบเอกสิทธิ์เฉพาะบุคคลไปยังแฟ้ม Windows บางแฟ้มบนดิสก์ โดยสามารถเข้าถึงแฟ้มเหล่านี้ได้ด้วยการเริ่มการทำงานของ Windows ใหม่เท่านั้น คุณต้องการจัดตารางเวลาการตรวจสอบดิสก์นี้ให้ทำการตรวจสอบครั้งต่อไปเมื่อคุณเริ่มการทำงานของคอมพิวเตอร์ใหม่หรือไม่



ทำเครื่องหมายในช่องว่าง 2 ช่องแล้วคลิก Start



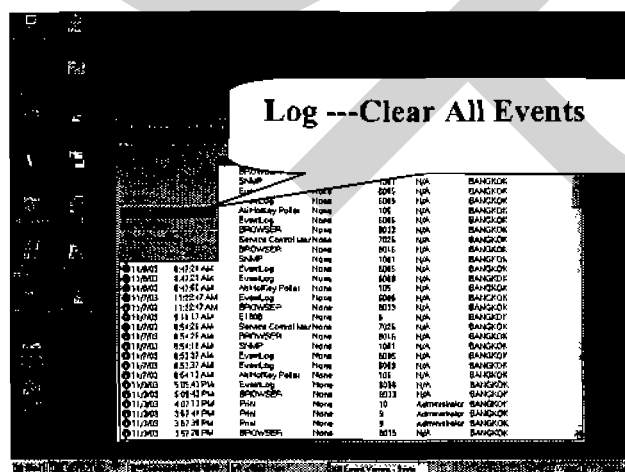
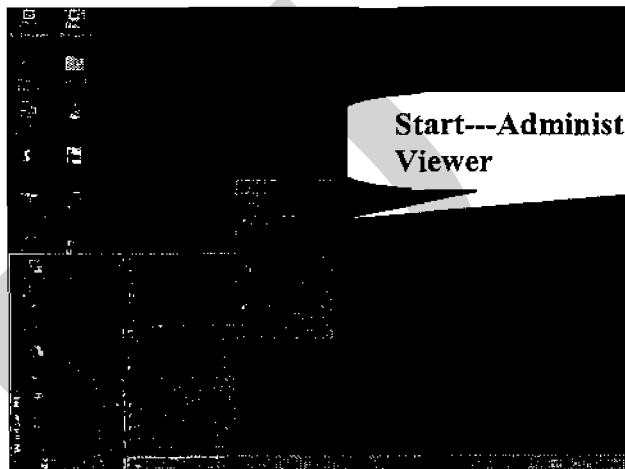
Click "Yes"

หลังจากนี้ให้ Restart SC. ระบบก็จะตรวจสอบอัตโนมัติ

ตรวจสอบ Event log

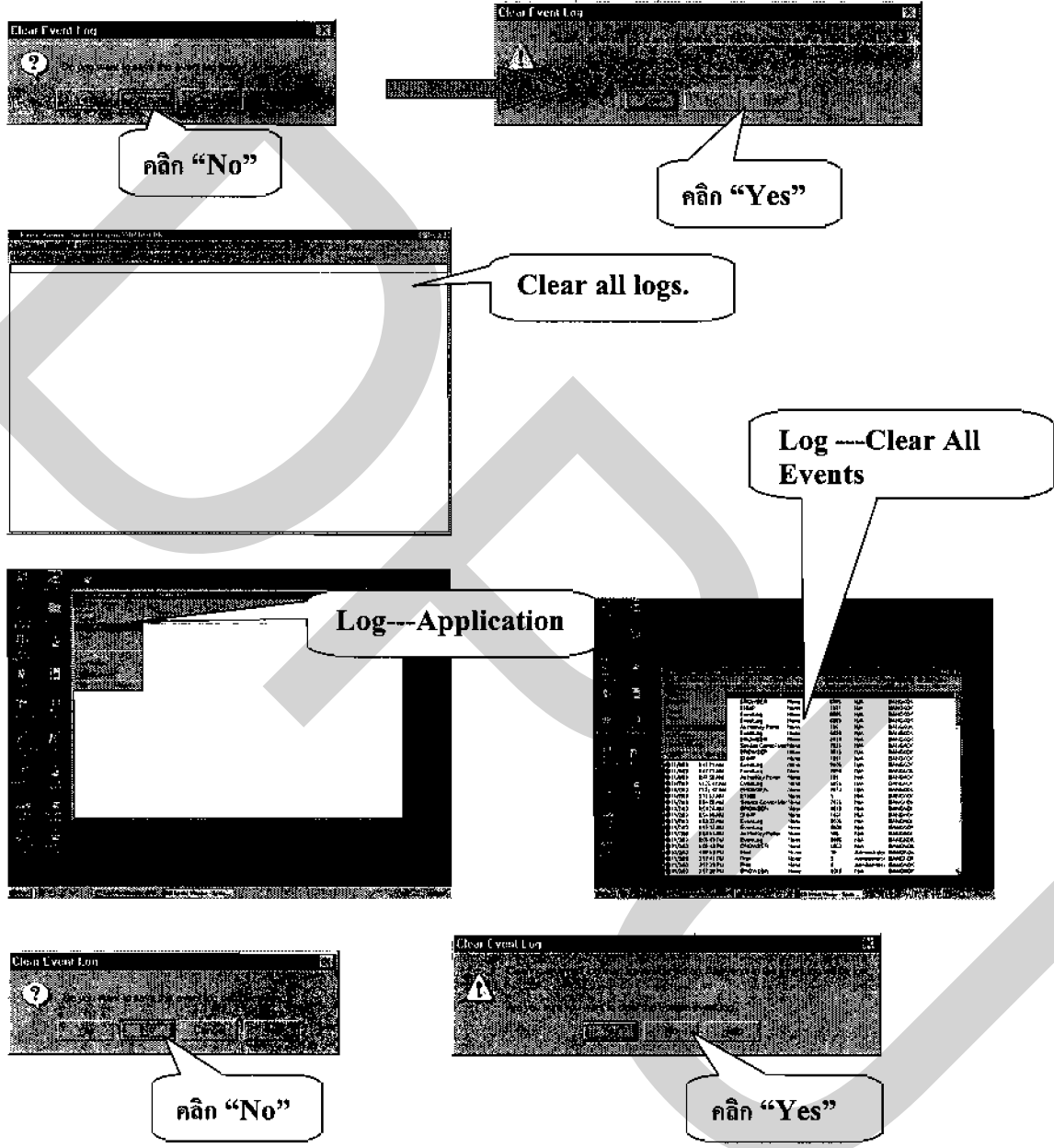
Log on เข้า Administrator.(ผู้ดูแลระบบทุกคนต้องรู้ Password เครื่องที่ตัวเองรับผิดชอบ).

คลิก:Start->Program->Administration Tool->Event Viewer



ล้าง Alarm ใน Event Alarms

File->ClearAllEvent

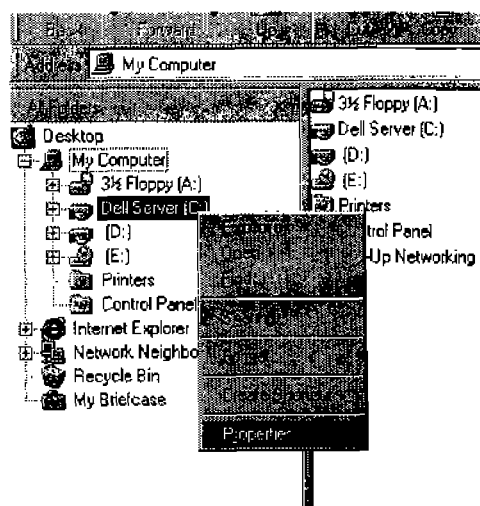


ถ้ามีข้อความ "***log is full...." เกิดขึ้นบ่อยๆ ให้แก้ปัญหาโดยการ Format ใหม่

ตรวจสอบพื้นที่ใน Hard Disk

เปิด [My computer] และ คลิกขวาที่
Drive [C:] และเลือกเมนู Properties.

ในกล่องข้อความจะเห็นความจุของ Hard disk
เท่ากับ 20 GB

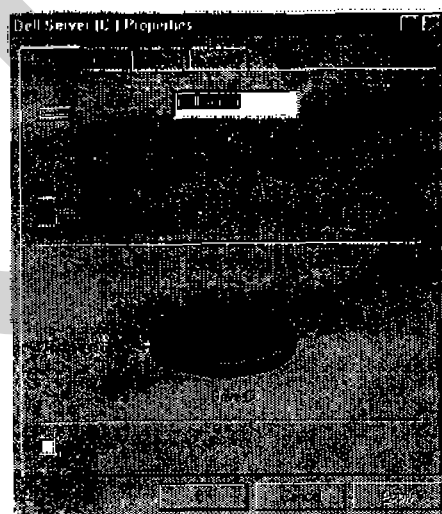


ตรวจสอบใน Drive C: ถ้าใช้พื้นที่มากกว่า 80% แล้วตรวจ
ไฟล์ที่ใหญ่ทิ้งไป มีขั้นตอนดังนี้เลือกไปที่

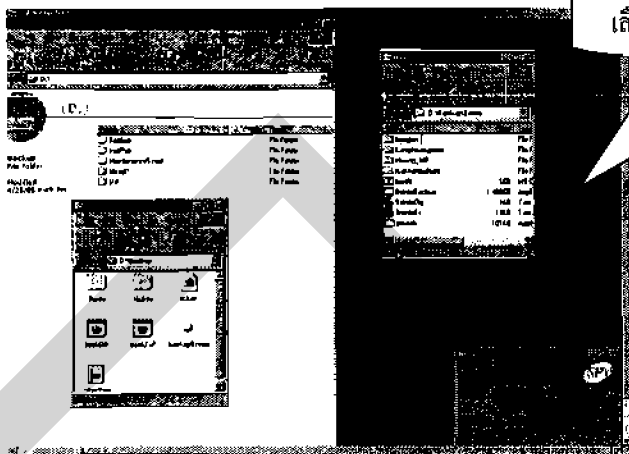
`C:/sql.log`

`C:/SiteController/bin/<Date>SCClient.trace`

ตรวจสอบใน Drive D: ถ้าใช้พื้นที่มากกว่า 80% แล้วตรวจ
ไฟล์ที่ใหญ่ทิ้งไป มีขั้นตอนดังนี้เลือกไปที่



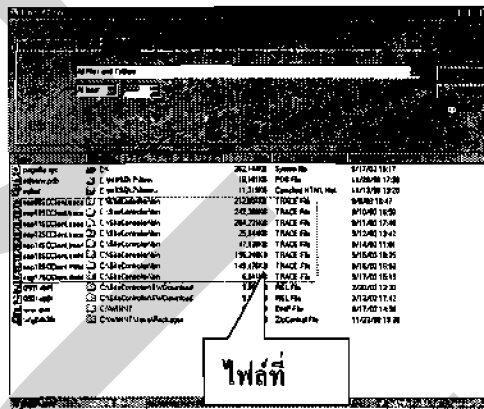
D:/Backup/Bsinfo/<BS name>



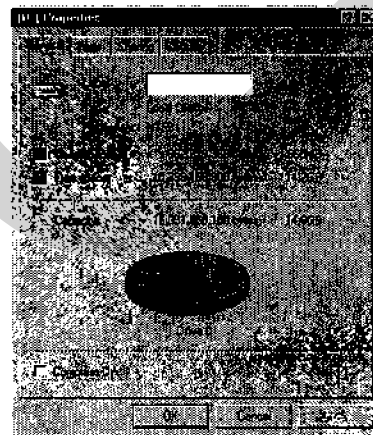
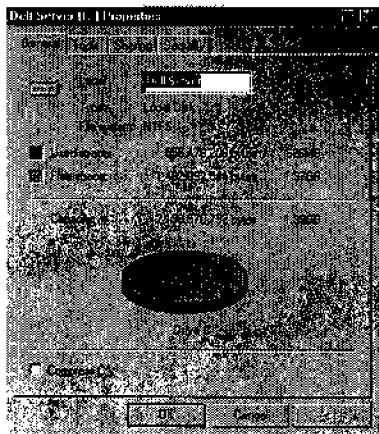
เลือกดูไฟล์ที่ใหญ่แล้วไม่จำเป็นก็ลบออกได้เลย

เมื่อพบ ไฟล์ที่ไม่จำเป็นให้ลบทิ้ง
ถ้าไม่สามารถลดความจุใน Hard Disk ได้
ให้หาไฟล์ต้นฉบับ

คลิกเมนู [Start] และเลือก [Find].
ใน Of type, เลือก [All files and Folder].
ใน Size เลือก [At least] และ 10000 KB.
หลังจากนั้นให้คลิก [Find Now].
Drive C:/

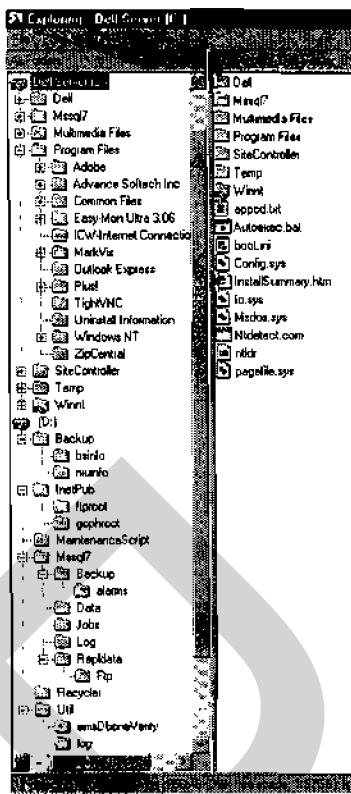


Drive D:/



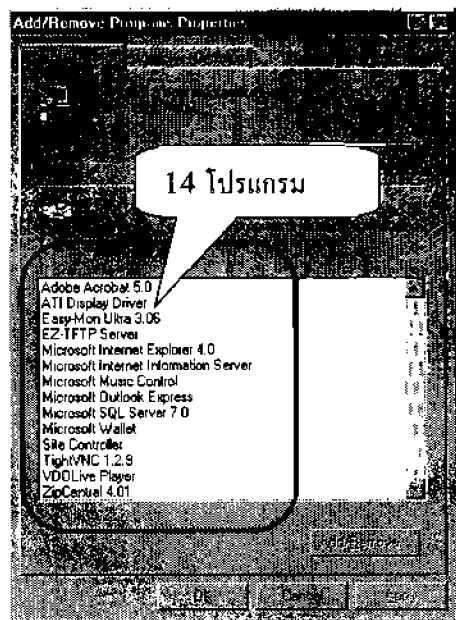
เช็คสถานะและโปรแกรมใน Site Controller

Service Name	Status	Start Type
Alert	Started	Automatic
All Holiday Rules	Started	Automatic
Clipboard Server		Manual
Computer Browser	Started	Automatic
DHDP Client		Manual
Directory Replication		Manual
Easy-Mon Ultra 3.06 Agent	Started	Automatic
EMSA Communications Service	Started	Manual
EMSA Configuration Service	Started	Manual
EMSA Fax Service	Started	Manual
EMSA Service Manager	Started	Automatic
Eventlog	Started	Automatic
FTP Publishing Service	Started	Automatic
Gopher Publishing Service	Started	Automatic
Internet Mail (IM) Service	Started	Automatic
License Logging Service	Started	Automatic
Message	Started	Automatic
MSDTC		Manual
MSSQL Server	Started	Automatic
Mail Logon	Started	Automatic
Network DDE		Manual
Network DDE DSDM		Manual
NT LM Security Support Provider	Started	Automatic
Plug and Play	Started	Automatic
Protected Storage	Started	Automatic
Remote Access AutoDial Manager		Disabled
Remote Access Connection Manager	Started	Manual
Remote Access Service	Started	Automatic
Remote Procedure Call (RPC) Locator	Started	Automatic
Remote Procedure Call (RPC) Service	Started	Automatic
Schedule		Automatic
Server	Started	Automatic
SNMP	Started	Automatic
SNMP Trap Service	Started	Manual
Spooler	Started	Automatic
SQL Server Agent	Started	Automatic
TCP/IP NetBIOS Helper	Started	Automatic
Telephony Service	Started	Manual
UPS		Manual
VNC Server	Started	Automatic
Windows Installer		Manual
Workstation	Started	Automatic



สถานะต่างๆ

Directory



14 โปรแกรมพื้นฐานที่จะต้องมียใน SC

การจัดเก็บ Alarms Log

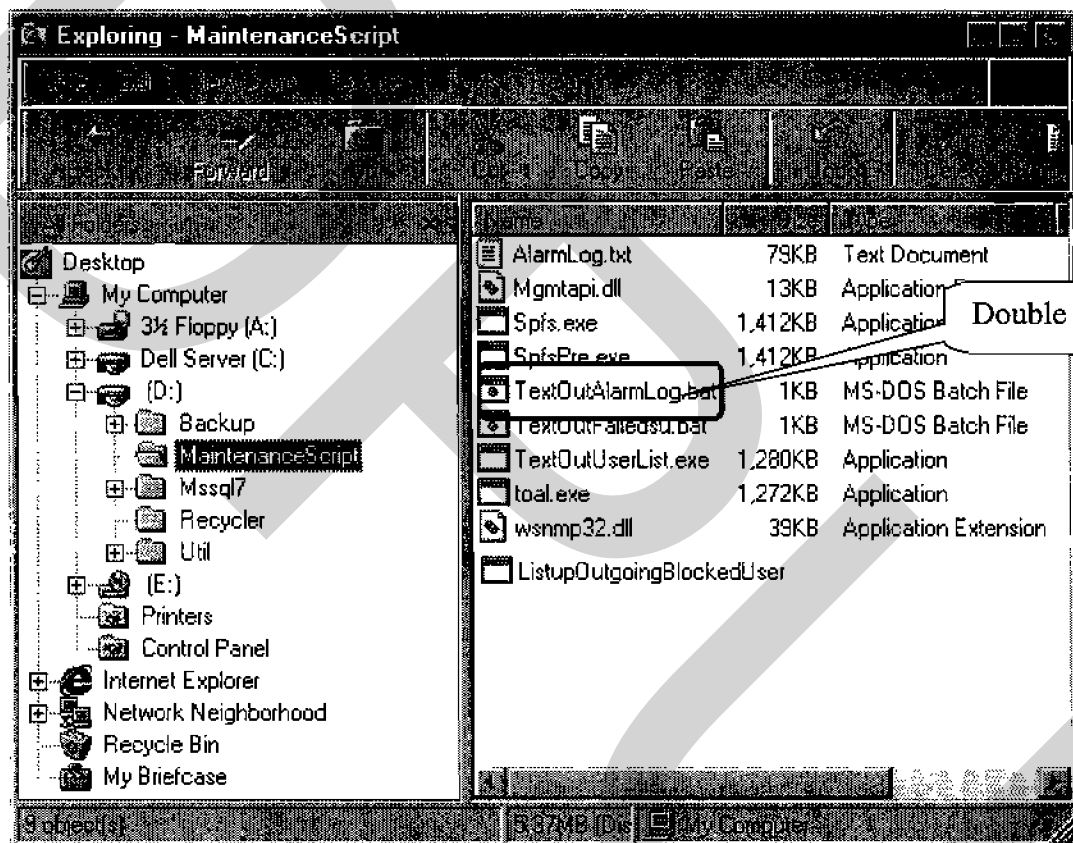
ขั้นตอนที่ 1

1) Log on 'EmsOperator' ที่ Site Controller

ในการ Log on และ Log off ไม่จำเป็นต้อง Restart เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ให้กด

CTRL + ALT + DELETE, คลิกปุ่ม 'Log off...' และ 'OK'.

ขั้นตอนที่ 2: Run the script



1) เข้าสู่โปรแกรม Windows NT

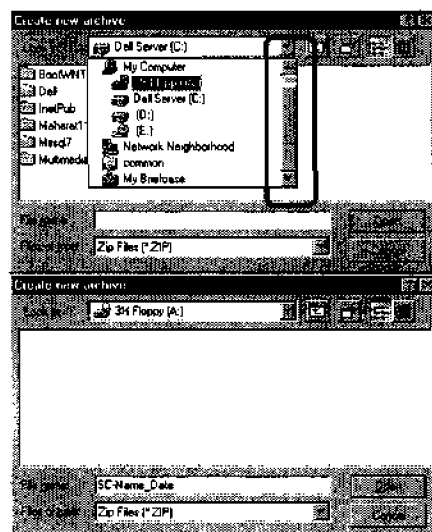
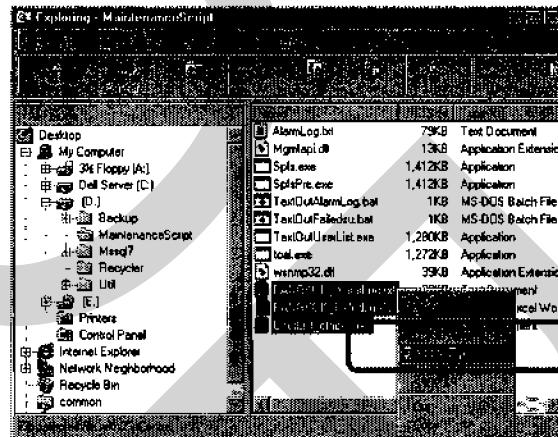
- เริ่มเลือกปุ่ม ; Start -> Programs -> Windows NT Explorer
- ดับเบิลคลิก D: drive สำหรับเลือก โฟลเดอร์ 'MaintenanceScript'.
- ดับเบิลคลิก 'TextOutAlarmLog.bat' เพื่อรันสคริป มีดังนี้.

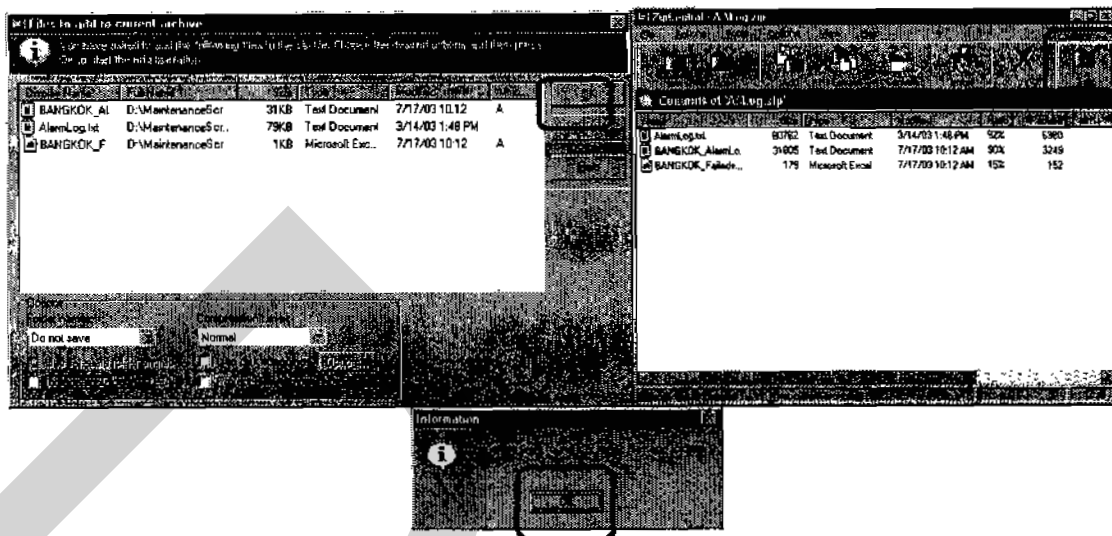
'<PC name>_AlarmLog.txt'

ขั้นตอนที่ 3: Copy ไฟล์ ไปใส่ floppy diskette

- ใส่แผ่น floppy disk
- Copy ไฟล์

- a. เปิด Windows NT Explorer.
- b. ดับเบิลคลิก D: drive สำหรับเลือก โฟลเดอร์ 'MaintenanceScript' ในโฟลเดอร์นี้
ควรมี script ไฟล์
- c. เลือกไฟล์และคลิกขวา
- d. เลือกเมนู Add To Zip...





3).เอาแผ่น floppy disk.ออก

หมายเหตุ: ไฟล์ที่เก็บมาเป็นนามสกุล .txt สามารถเปิดบน Notepad, และถ้าจะให้ดูเข้าใจ
ง่ายควรเปิดบน MS Excel.

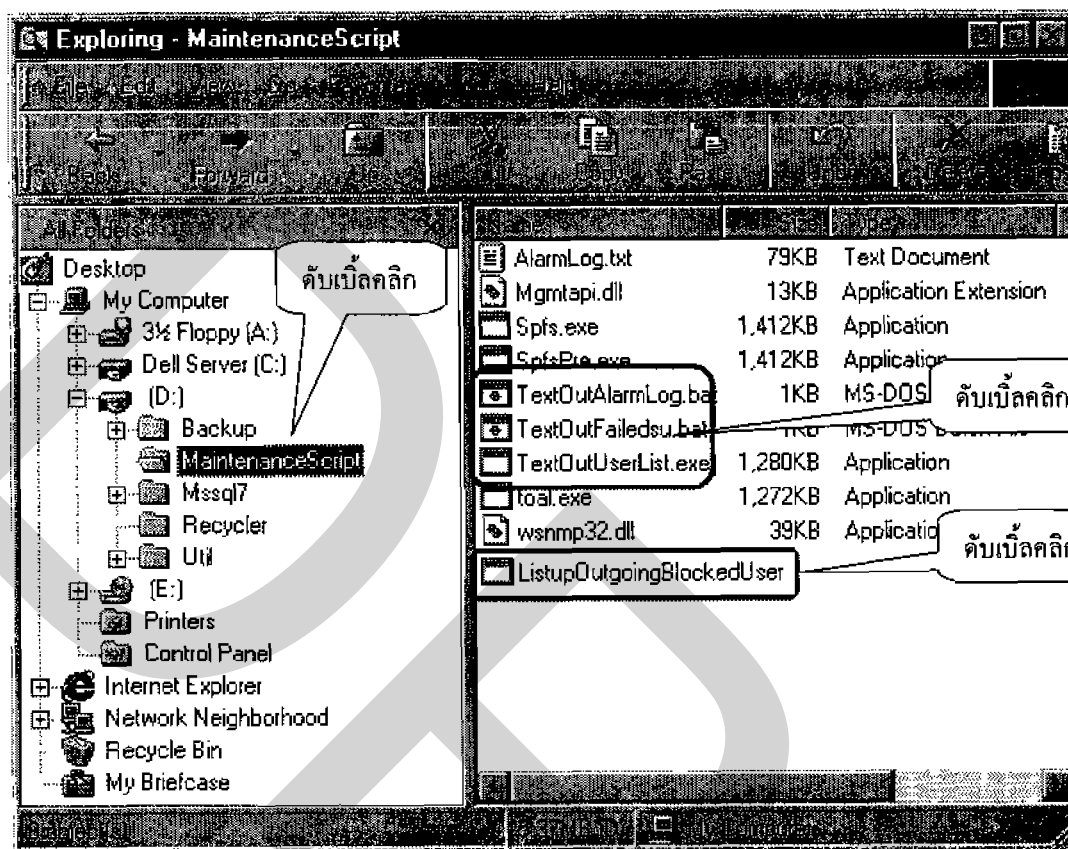
การจัดเก็บข้อมูลสถานะของหมายเลขผู้ใช้บริการทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 1

1).Log on 'EmsOperator'.

ในการ Log on และ Log off ไม่จำเป็นต้อง Restart เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ให้กด
CTRL + ALT + DELETE, คลิกปุ่ม 'Log off...' และ 'OK'.

ขั้นตอนที่ 2: Run the script



2) เปิดโปรแกรม Windows NT Explorer

- a. เลือกปุ่ม ;Start -> Programs -> Windows NT Explorer
- b. ดับเบิ้ลคลิก D: drive สำหรับเลือก โฟลเดอร์ 'MaintenanceScript'.
- c. ดับเบิ้ลคลิก "TextOutFailedsu.bat"
- d. ดับเบิ้ลคลิก "TextOutUserList.exe"
- e. ดับเบิ้ลคลิก "ListupOutgoingBlockedUser.exeto"

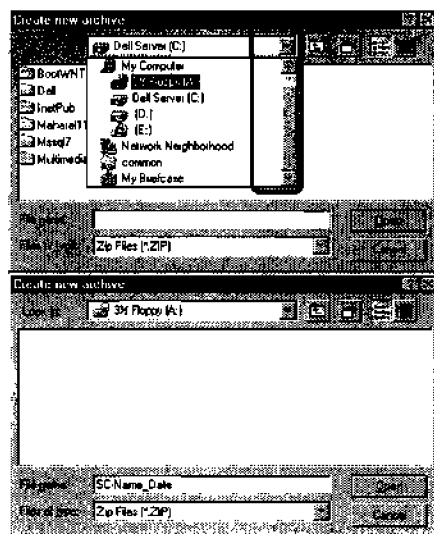
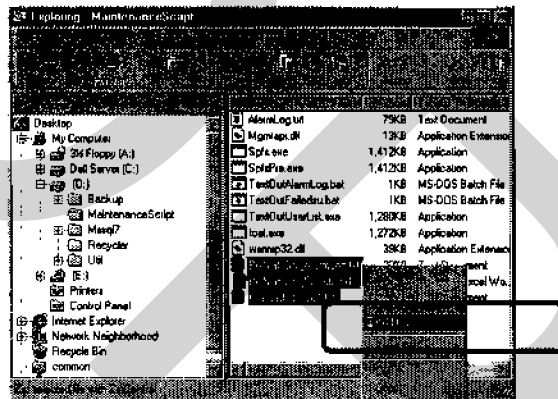
'<ชื่อPC >_Failedsu.xls' หลังจากนี้จะแสดงไฟล์ใหม่ขึ้นมา.

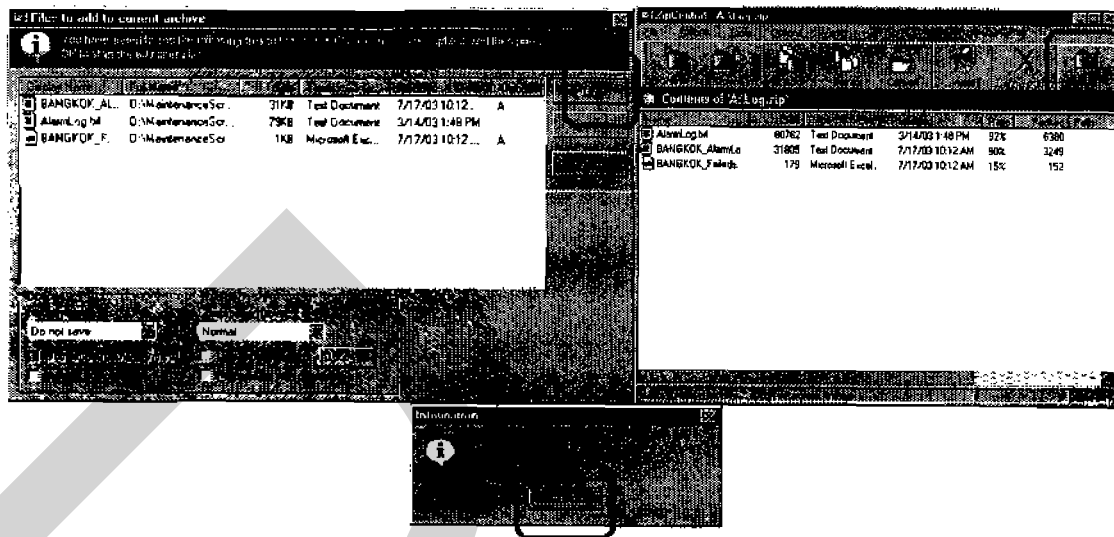
'UserList_<ชื่อ BS >.txt' หลังจากนี้จะแสดงไฟล์ใหม่ขึ้นมา.

'OutgoingBlockedUserList_<ชื่อ BS>.txt' หลังจากนี้จะแสดงไฟล์ใหม่ขึ้นมา

ขั้นตอนที่ 3: Copy ไฟล์ไปใส่ floppy diskette

- 3) ใส่แผ่น floppy disk
- 4) Copy ไฟล์
 - b. เปิด Windows NT Explorer.
 - b. ดับเบิลคลิก D: drive สำหรับเลือก โฟลเดอร์ 'MaintenanceScript' ในโฟลเดอร์นี้ ควรจะมี script ไฟล์
 - c. เลือกไฟล์และคลิกขวา
 - D. เลือกเมนู Add To zip...

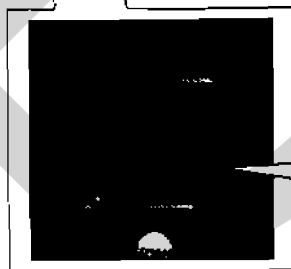
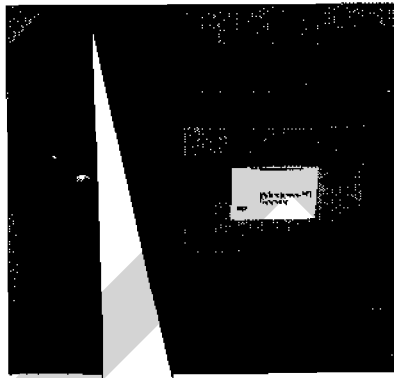




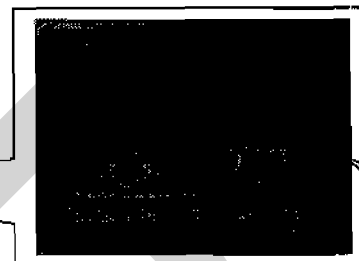
5) เอาแผ่น floppy disk.ออก

หมายเหตุ: ไฟล์ที่เก็บมาเป็นนามสกุล .txt สามารถเปิดบน Notepad, และถ้าจะให้ดูเข้าใจ
ง่ายควรเปิดบน MS Excel.

การเปลี่ยน Tape backup(สำรองข้อมูล)



ชื่อ SC และวันที่เปลี่ยนเทป



ข้อมูลใหม่

ถ้า Tape drive มีปัญหาให้แก้ไขตามคู่มือ

ตัวอย่างข้อมูลภายใน Tape

Status	ID	Day	Time	Command Line
0	Each	M T W Th F Su	2:00 AM	d:/backup/backdiff.bat
1	Each	S	2:00 AM	d:/backup/backfull.bat
2	Each	M T W Th F S Su	12:30 AM	d:/backup/niuinfo/niuinfo.bat
3	Each	Su	9:00 AM	d:/util/untrace.exe -a 7
4	Each	M T W Th F S Su	11:30 PM	d:/backup/bsinfo/bsinfo.bat

ต้องทำการเปลี่ยนม้วนเทปทุกอาทิตย์เพื่อสำรองข้อมูลไว้

Tape Drive สำหรับล้างข้อมูล



ใส่ Cleaning Tape
ทำความสะอาดม้วนเทปทุกอาทิตย์

ขั้นตอนการตรวจสอบสถานีฐานผ่านสถานีควบคุมโครงข่าย

ตรวจสอบสถานะ

ตรวจสอบสถานการณ์การทำงานของ BS ผ่าน โปรแกรม ดังนี้

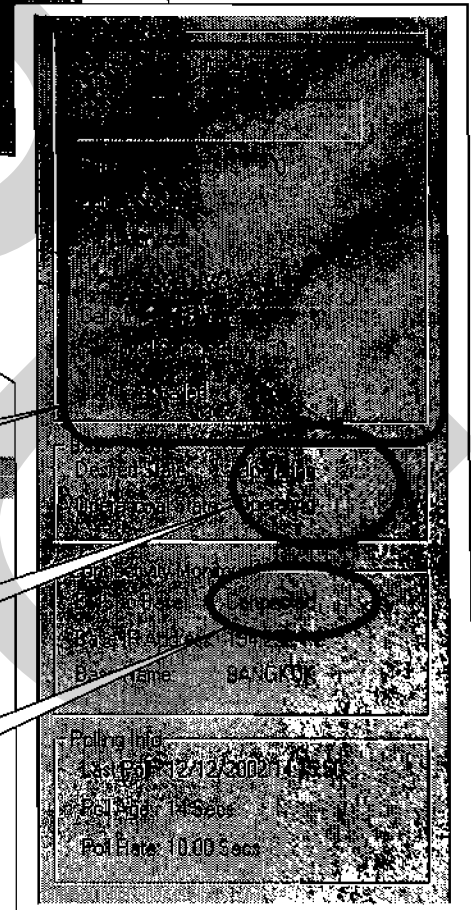
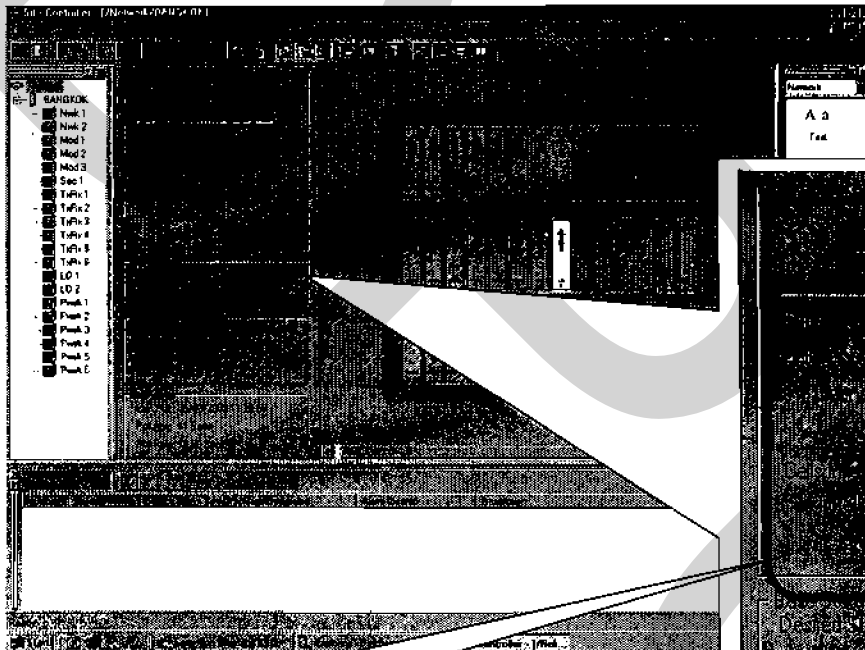
- ใน Overall Status เป็นการเช็คสถานะโดยรวมทั้งหมด
- ใน Base Status ตรวจสอบ

Desired State: (ควรจะมีสถานะ operating)

Operational State: (ควรจะมีสถานะ operating)

- ใน Connectivity Monitor field check

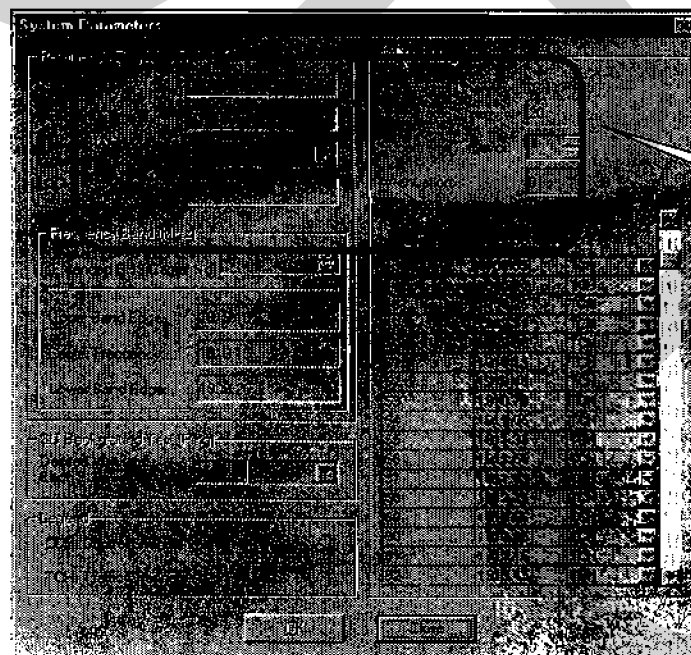
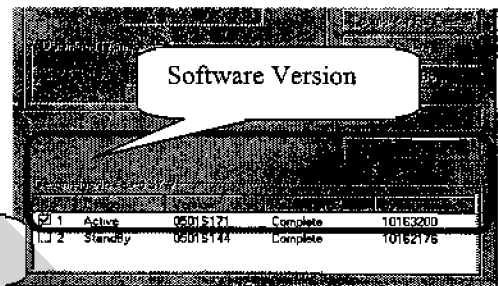
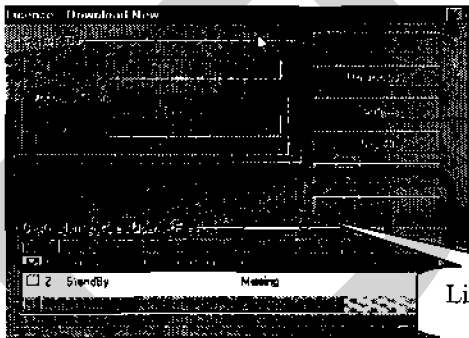
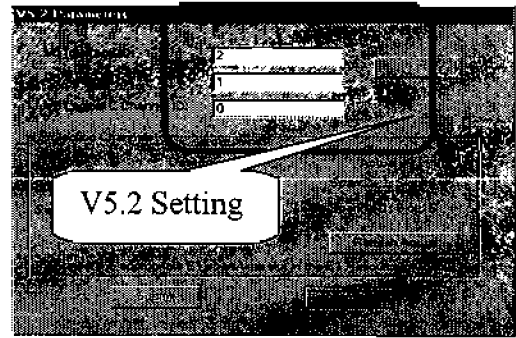
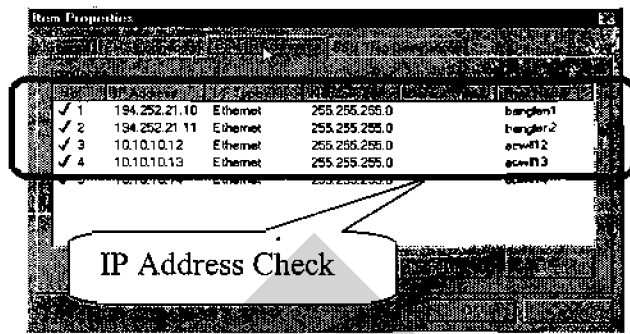
EMS to Base: (ควรจะมีสถานะ connected)



Licensed: 155
Available HW: <BS channel>

Desired State: Operating
Operational State: Operating

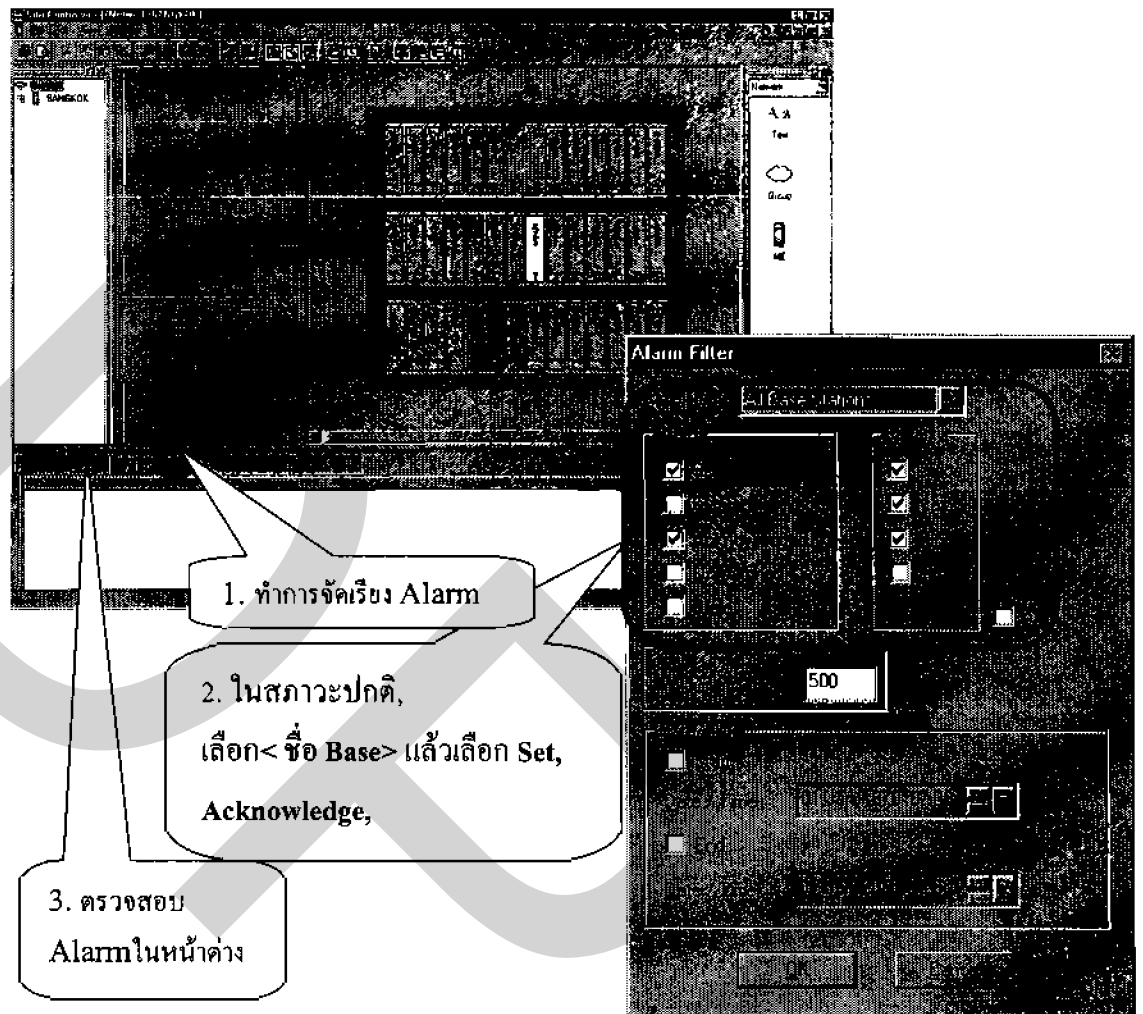
EMS to Base: Connected



ปิด EMS และ Log off ออกจาก Site Controller.

ตรวจสอบ Alarm จากโปรแกรม EMS (โปรแกรมควบคุม BS)

ตรวจสอบ <ชื่อ Base> และทำเครื่องหมายหน้ากล่องข้อความ Set, Acknowledge & Critical, Major, Minor ในหน้าต่าง Alarm ตามภาพด้านล่างนี้.



เมื่อมี Alarm เกิดขึ้นที่หน้าจอ แก้ไขปัญหา โดยการ เปิดคู่มือการใช้งาน ใน Site Controller และ Trouble shooting Manual!!

ตรวจสอบ Remote Alarms ที่ MIB

ทำการเช็คค่า MIB ทุกครั้งเมื่อทำ Patrol.

คลิก Tools ใน tool bar -> คลิก Browser.และเก็บข้อมูลหน้าต่าง Untitled .

เลือก <ชื่อ Base Station> ใน Entity ในรายการ.

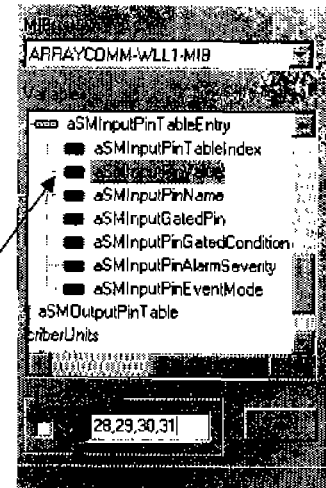
เลือก readwrite ใน Context field.

เลือก ARRAYCOMM-WLL1-MIB ในฟิลด์ MIB .

On MIB Browser, expand MIB tree as follows.

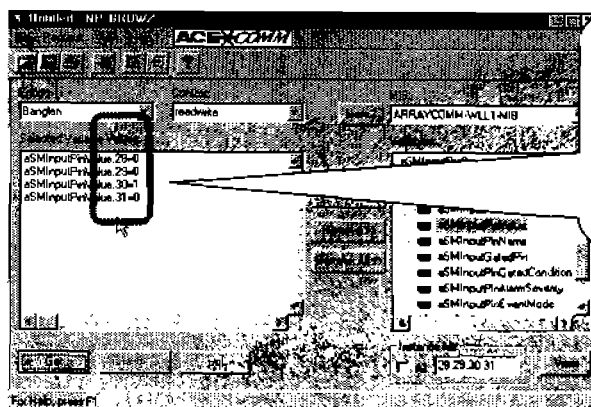
```

+acProducts
  +acWllSystems
    +acwll1
      +acwll1Structured
        +aModules
          +aSecurityModule
            +aSMInputPinTable
              +aSMInputPinTableEntry
                +aSMInputPinValue
  
```



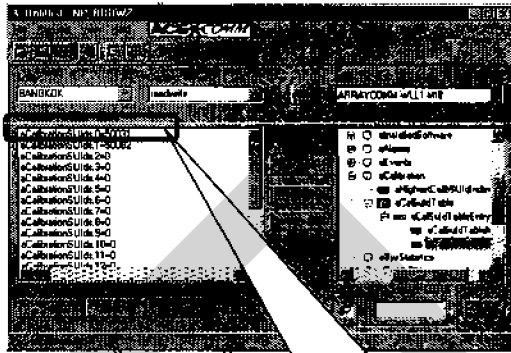
- i) โครงสร้างส่วนขยายของ MIB
- ii) พิมพ์ "28,29,30,31" ในช่อง "Instance Ids".
- iii) เลือก 'aSMInputPinValue' และคลิกปุ่ม '<<Add' .
- iv) 'aSMInputPinValue.28', 'aSMInputPinValue.29', 'aSMInputPinValue.30' and 'aSMInputPinValue.31'จะมีอยู่ในรายการในช่องด้านซ้าย.
- v) คลิกปุ่ม 'Get' button.
- vi) ค่าที่ได้ต้องเป็นดังข้างล่างนี้.

Name of MIB	Expected Value
aSMInputPinValue.28	0 (OFF: Air Trouble)
aSMInputPinValue.29	0 (OFF: Door Closed)
aSMInputPinValue.30	1 (ON: Working Correctly)
aSMInputPinValue.31	0 (OFF: Rectifier Trouble)



28=0 คือ Air ไม่เกิด Alarm
 29=0 คือ Door ไม่เกิด Alarm
 30=1 คือ วงจร Alarmทำงานปกติ
 30 ≠ 1 คือ วงจร Alarm ไม่ทำงานถ้า air, door, rectifier alarmเราก็จะไม่ทราบ
 30=0 คือ Rectifierไม่เกิด Alarm

ตรวจสอบค่า MIB สำหรับ "Auto cal"

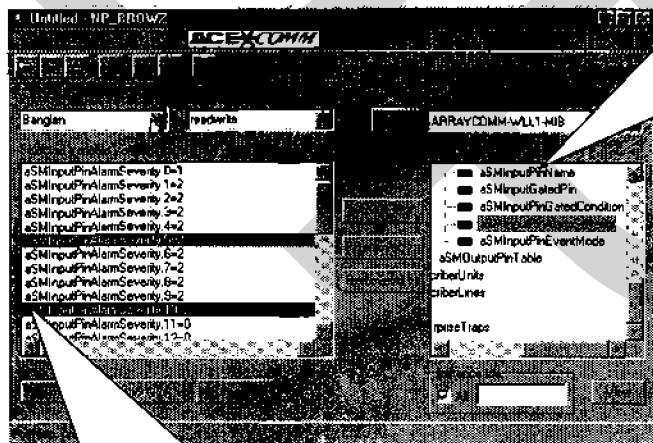


ถ้าไม่ให้เห็นค่าอีกครั้ง

Show PSID of CALU

```
+acProducts
+acWllSystems
+acwll1
+acwll1Structured
+aSystem
+aCalibration
+aCalSuidTable
+aCalSuidTableEntry
+aCalibrationSuid
```

ตรวจสอบการเชื่อมต่อ Alarm ของ Power supply



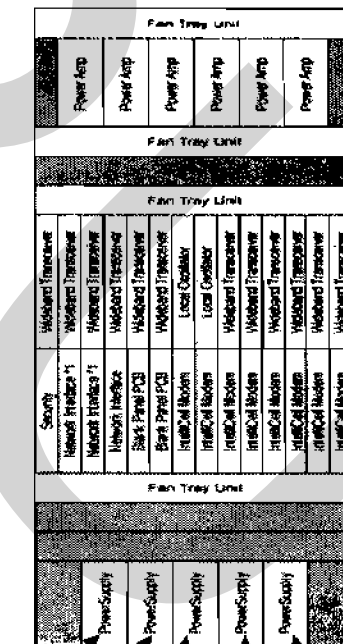
5=0, 10=0 only 60 Channel
5=2, 10=2 for 90,120,155 Channel

เพราะฉะนั้น ถ้าเป็น 60 Channel จะไม่เกิดค่าอะไรขึ้น

```
+acProducts
+acWllSystems
+acwll1
+acwll1Structured
+aModules
+aSecurityModule
+aSMInputPinTable
+aSMInputPinTableEntry
+aSMInputPinAlarmSeverity
```

จุดที่เชื่อมต่อ Alarm ของ BS

Remote Alarm

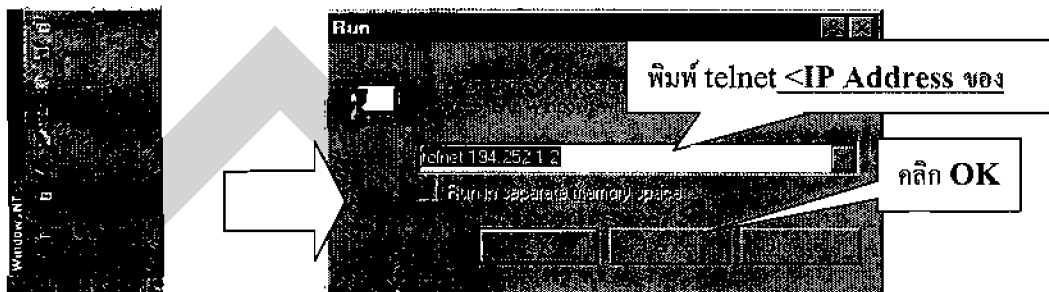


1,6 2,7 3,8 4,9 5,10

ตรวจสอบสถานะค่าของอุปกรณ์สถานีฐาน

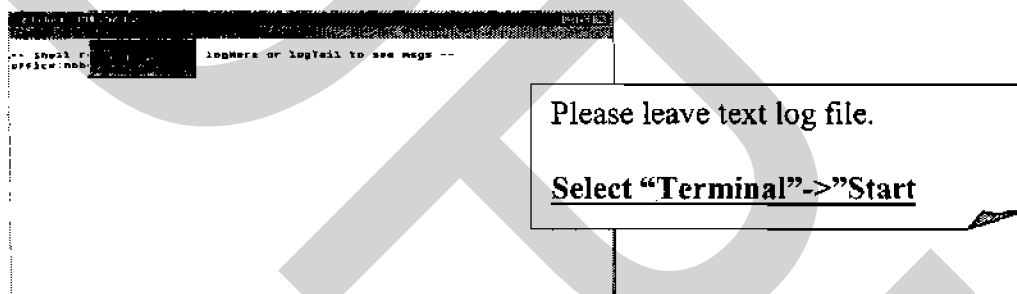
คลิก Start -> คลิก Run

คลิก Run บน window, ต่อจากนั้นพิมพ์คำสั่ง telnet ดังภาพ.



Telnet <IP Address ของ Base Station ปลายทาง>

เมื่อหน้าต่าง telnet เปิด, กด Enter แลตรวจดูว่า: nobody> เกิดขึ้นที่หน้าจอ.



- :nobody>cmd "dbone e 32** จะตรวจสอบ card master ว่าทำงานอยู่ที่ slot ไหน
- :nobody>eventLogAllAlarmsPrint** จะแสดง Alarm ที่กำลัง Active
- :nobody>V5OMLCfsmCBPrint 0** จะแสดง state ของ E1 link 0 จะตั้งเท่ากับ 3
- :nobody>V5OMLCfsmCBPrint 1** จะแสดง state ของ E1 link 1 จะตั้งเท่ากับ 3
- :nobody>V5OMSysManCBPrint** จะแสดง state ของ การ startup ของ V5 จะต้องมีค่าเท่ากับ 3
- :nobody>cmd "L5 callParamsPrint -1 1** จะแสดงผลลัพธ์ของการโทร
- :nobody>cmd "L5 callTable callTable** จะแสดงการทำงานของ modem ในเวลาปัจจุบัน
- :nobody>cmd "dbone e 57** แสดง slot ของ modem ตัวที่เป็น control channel
- :nobody>sciDevGPSNumSatGet 12 ?** แสดงจำนวนดาวเทียมที่รับได้ของ LO ตัวที่ 1
- :nobody>sciDevGPSNumSatGet 13 ?** แสดงจำนวนดาวเทียมที่รับได้ของ LO ตัวที่ 2
- :nobody>loGpsLockStatusGet 12 ?** แสดงผลการจับค่าเวลาจากดาวเทียมแล้วบันทึกค่าไว้ใน LO ตัวที่ 1
- :nobody>loGpsLockStatusGet 13 ?** แสดงผลการจับค่าเวลาจากดาวเทียมแล้วบันทึกค่าไว้ใน LO ตัวที่ 2
- :nobody>RMChannelLcchinfoPrint** แสดงสถานะของ Base Station
- :nobody>ll "/slot0/flash** แสดงข้อมูลใน Compact flash Card slot 0
- :nobody>ll "/slot1/flash** แสดงข้อมูลใน Compact flash Card slot 1
- :nobody>cmd "patch show** แสดง patch ที่ settings

```

C:\Command Prompt
C:\>ping -n 3 192.168.1.100
Pinging 192.168.1.100 [192.168.1.100] with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.100: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.100: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.100: bytes=32 time=1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.100:
    Packets: Sent = 3, Received = 3, Loss = 0% (0 bytes)
    Round-trip times:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
C:\>

```

Ping Test 3 Time at
 -Router SU(BS)
 -Router MSU(SC)
 -Site Controller
 -Network Module of BS Slot 0,1

ตรวจสอบ ION Level ของ CALU

ตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของ Calibration (CALU) โดยคู่มือการปฏิบัติงาน.

หลังจากเซตค่าพารามิเตอร์ของ CALU แล้วทำ DTMF จนกระทั่งไฟแสดงสถานะ OK ติด

สามารถตรวจเช็คระยะไกลโดย login ถึง SU จาก Site Controller PC โดยใช้ telnet.

ION level และ ค่า พารามิเตอร์ของ calibration สามารถตรวจสอบด้วยคำสั่งผ่าน BS

ในกรณีที่มี CALU 2 ตัว (Capacity ของ BS คือ 155,120,90 chs.)สามารถตรวจสอบเช่นเดียวกัน

:nobody> stalk <PSID>

```

Telnet 191.252.1.2
-- Shell restarted -- use loghere or logtail to see msgs --
office:nobody> stalk 50002
Connecting to psid 50002 ...
stalk-50002>
>
sub00-50002:~#

```

stalk <SUID> of calibration unit

Now it is OK

คำสั่งนี้ใช้เพื่อเก็บ RX level จาก SU และค่าที่ได้ควรอยู่ระหว่าง

-50 to -70dBm.

:::Ion

```

telnet - 194.252.1.2
-- Shell restarted -- use logHere or logTail to see msgs --
office:nobody> stalk 50002
Connecting to psid 50002 ...
stalk-50002>
sub03-50002:: ion
*** STORED ION = -48 dBm
*** STORED ION = -48 dBm
sub03-50002::

```

Type "**ion**" and Enter

ถ้าค่าที่ได้สูงกว่า **-50dBm**, หมายถึง Cal SU และ antenna ประสิทธิภาพสำเร็จในการรับ-ส่ง สัญญาณ.

ถ้าค่าที่ได้น้อยกว่า **-70dBm** หมายถึง สถานที่การติดตั้ง Cal SU antenna ไม่ตรงจุดสัญญาณหรือสาย ที่ใช้เชื่อมต่อยาวเกินไป แก้ไขโดยการย้าย จุด

คำสั่งที่ใช้ตรวจสอบ RX level.

::ioff

```

telnet - 194.252.1.2
-- Shell restarted -- use logHere or logTail to see msgs --
office:nobody> stalk 50002
Connecting to psid 50002 ...
stalk-50002>
sub03-50002:: ion
*** STORED ION = -48 dBm
*** STORED ION = -48 dBm
*** STORED ION = -48 dBm
sub03-50002:: ioff
sub03-50002::

```

พิมพ์ "**ioff**" และ enter.เพื่อหยุด

**** Example log ****

```

:nobody> stalk 49001218
Connecting to psid 49001218 ...
sub03-49001218:: ion
*** STORED ION = -74 dBm
*** STORED ION = -74 dBm
*** STORED ION = -74 dBm
*** STORED ION = -74 dBm
sub03-49001218:: ioff
sub03-49001218:: quit
End stalk 49001218!
08:32:22.455 GPS bsUtil: 49001218 0 Terminated OMC CALL for psID
49001218
:nobody>

```

คำสั่งถัดไปเป็นการตรวจสอบค่า configuration ของ SU คือข้อความที่ขีดเส้นใต้

:::14 s

:::config print

```

Telnet - 194.252.1.2
sub03-50082::: 14 s
L4 STATUS:
-----
L4 MODE:          NORMAL
GCCH handover:   ENABLED
PSID:            50082
CSID:            0x2E0000000000
HWID:            0x380100
CS type:         P2
LCCH freq:       75 (PHS Channel)
LCCH slot:       0
LCCH interval:   5 frames
Timing advance:  0.00 km
AC power:        ON
Battery status:  OK
Temperature alarm: OFF
Debug level:     0

sub03-50082::: config print
csid = 0x2E0000000000
cch = 75
timingAdvance = 0
signalLevel = 0
sub03-50082::: quit
  
```

Callouts in the image:

- Callout 1: Points to the command `14 s` with the text "พิมพ์ '14 s' และ enter." (Press '14 s' and enter.)
- Callout 2: Points to the command `config print` with the text "พิมพ์ 'config print' และ enter." (Press 'config print' and enter.)
- Callout 3: Points to the command `quit` with the text "พิมพ์ 'quit' และ enter. สำหรับออกจาก Stalk" (Press 'quit' and enter. For exiting Stalk).

*** ตัวอย่าง Log file ***

```

sub04-89000032::: config print
csid = 0x206000000000
cch = -9
timingAdvance = 0   ใช้ระยะเวลาทางว่าถูกต้องหรือไม่.
signalLevel = -52
sub04-89000032:::
  
```

พิมพ์คำสั่ง และ Enter. สำหรับออกจาก Stalk session.

sub04-83001072::: stats print

Stats for PSID 83001075

```

time since last stats reset in hours:minutes    -> 18842:57
number of offhooks for incoming calls          -> 0
number of offhooks for outgoing calls          -> 1
number of link channel requests
  
```

```
normal call          -> 1
CCH assisted handover  -> 0
number of link channel request retries
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of link chan requests/no responses
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of link channel request rejections
normal call          -> 1
CCH assisted handover  -> 0
number of channel allocations
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of sync failures
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of sync establish
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of successful connects
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
number of L2 connection failures
normal call          -> 0
CCH assisted handover  -> 0
```

```
sub04-83001072::: quit
```

```
:::quit
```

```
:nobody> cmd "bsUtility ping ping 83000956
```

SU#	Time	Status	Bits	DNL%	UPL%
83000956:	2005/08/19 08:13:35.000	GPS	SUCCESS	61440	100.000 0.000

ตรวจสอบการทำงานของ BS กับ SLSU ด้วย CALU

เปิดหน้าต่าง Telnet, และตรวจสอบด้วย calibration ดังภาพด้านล่าง.

พิมพ์คำสั่งเพื่อเก็บผลลัพธ์

cmd "bsUtility cal cal <PSID#1> -1

cmd "bsUtility cal cal <PSID#2> -1

Terminal window showing the following text:

```

Telnet 114.252.10.1
-- Shell restarted -- use logHere or logTail to see msgs --
officet:nobody> cmd "bsUtility cal cal 50031 -1"

```

A callout box points to the command: **cmd "bsUtility cal cal <PSID> -1**

ตรวจสอบผลลัพธ์ถ้าน้อยกว่า 0.997. ให้ทำซ้ำอีกครั้ง.

คำสั่งนี้ใช้เก็บค่าพารามิเตอร์ของ TXRX แต่ละตัว

cmd "bsUtility cal prLatest -1

```

Inet - IM8 202 111
-- Shell restarted -- use logHere or logTail to see msgs --
office1:nobody> cmd "bsUtility cal prLatest -1"

```

cmd "bsUtility cal prLatest -

คำสั่งนี้ตั้งค่า Vectors ให้กับ BS.

cmd "bsUtility cal setVectorToBand 0 -2

ค่าที่ได้หลังจากใช้คำสั่งควรเป็นดังนี้;

- ❶ Real part ของแต่ละ vector ของ antenna ไม่ควรจะเท่ากับศูนย์
- ❷ Imaginary part ของแต่ละ vector ของ antenna ไม่ควรจะเท่ากับศูนย์ แต่จะยอมรับได้ 1 ค่าเท่านั้น.
- ❸ ค่าที่ปกติ (ค่าแต่ละ antenna port) ต้องเท่ากับ 0.7 หรือมากกว่า
- ❹ ค่าที่ปกติ, Real part และ Imaginary part ของแต่ละ antenna port ต้องไม่เท่ากับศูนย์

*** ตัวอย่าง Log file ***

```

:nobody> cmd "bsUtility cal cal 90000656 -1

CAL_SUCCESS for psID
CAL_SUCCESS for psID 90000656, Dot with previous vector: 0.97181
:nobody> cmd "bsUtility cal cal 90000656 -1

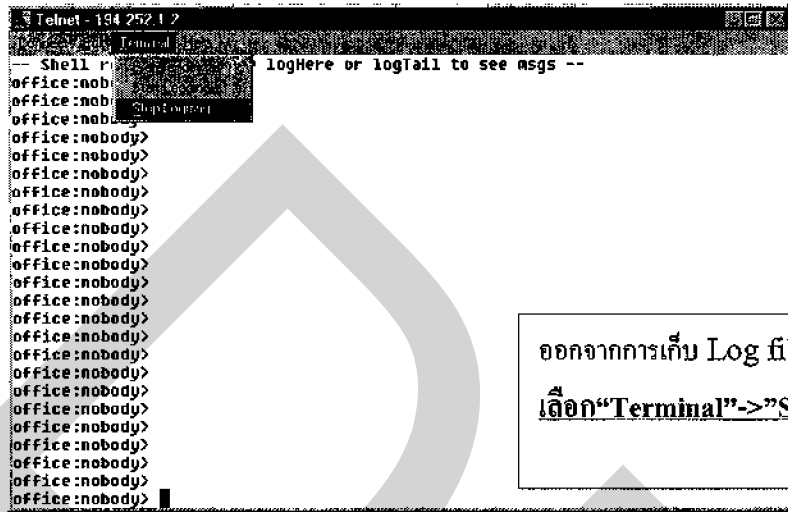
CAL_SUCCESS for psID
CAL_SUCCESS for psID 90000656, Dot with previous vector: 0.99774
:nobody> cmd "bsUtility cal prLatest -1

Cal #0: Band -1: Chan -1: PS 90000656: Time: 2000/05/12 08:21:00.270 GPS
0: 0.821( 212.96) =: -968466 + 6814506j
1: 0.801( 46.79) =: 2506547 - 6231196j
2: 0.878( 31.88) =: 898511 - 7313356j
3: 0.889( 162.39) =: 5036751 + 5498924j
4: 0.901( 2.89) =: -2829844 - 7011232j
5: 0.893( 106.81) =: 7417960 - 1051255j
6: 0.729( 48.81) =: 2481470 - 5589148j
7: 0.975( 114.87) =: 8177633 + 0j
8: 1.000( 0.00) =: -3528442 - 7610441j
9: 0.923( 130.60) =: 7450437 + 2097314j
10: 0.906( 203.98) =: 119229 + 7602994j
11: 0.890( -16.27) =: -4914313 - 5625133j
FOM = -

:nobody> cmd "bsUtility cal setVectorToBand 0 -2

```

สามารถทำซ้ำคำสั่งนี้ได้



ออกจากการเก็บ Log file.
เลือก“Terminal”->“Stop Logging”

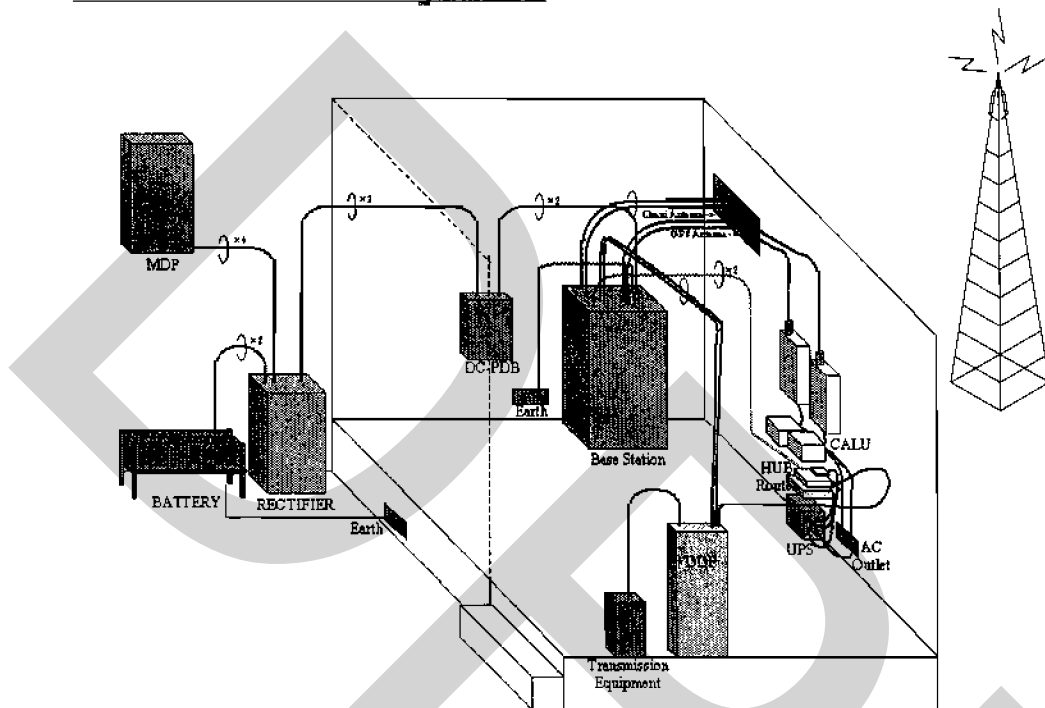
คลิก เพื่อปิด Telnet. ห้ามพิมพ์ “Exit” เพื่อปิด Telnet.

เปลี่ยนชื่อ log File :>Patrol_ [ชื่อ Bs] [วันที่].txt

รายละเอียดในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันราย 3 เดือน

(สำหรับการบำรุงรักษาที่สถานีฐาน)

ขั้นตอนการตรวจสอบที่สถานีฐาน (RSU)

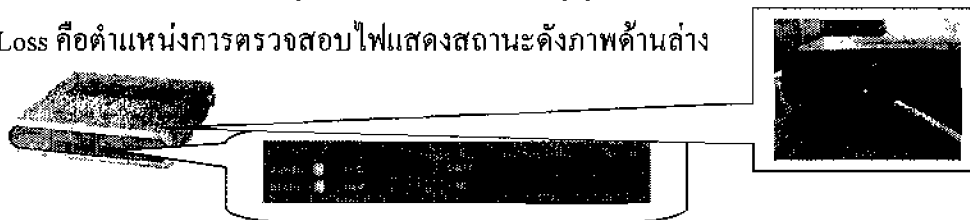


1). ขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์เชื่อมต่อที่สถานีฐาน

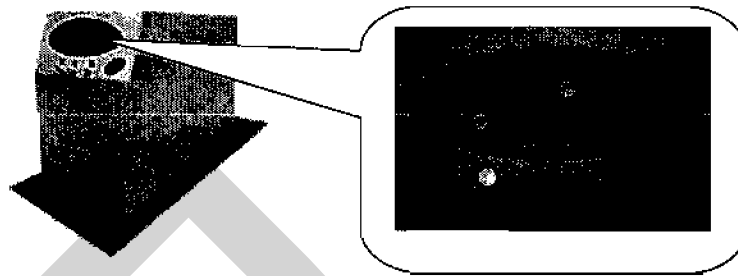
1.1 ตรวจสอบ Hub: ตรวจสอบ Hub ตามคู่มือการใช้งานว่าจำนวนไฟโชว์สถานะการทำงานปกติหรือไม่หรือครบตามจำนวนลูกข่ายที่เชื่อมต่อหรือไม่. ปัญหาที่เกิดจาก Hub คือ ไม่สามารถเชื่อมต่อ โปรแกรมการควบคุมไปยังสถานีฐานได้ คือตำแหน่งการตรวจสอบไฟสถานะ ดังภาพด้านล่าง



ตรวจสอบ Router: ตรวจสอบ Router ตามคู่มือการใช้งานว่าไฟโชว์สถานะการทำงานปกติหรือไม่ ถ้าการเชื่อมต่อมีปัญหาไม่ว่าจะเป็นที่สื่อสัญญาณ หรือตัว Router เองก็จะมีไฟแสดงที่ Sync Loss คือตำแหน่งการตรวจสอบไฟแสดงสถานะดังภาพด้านล่าง

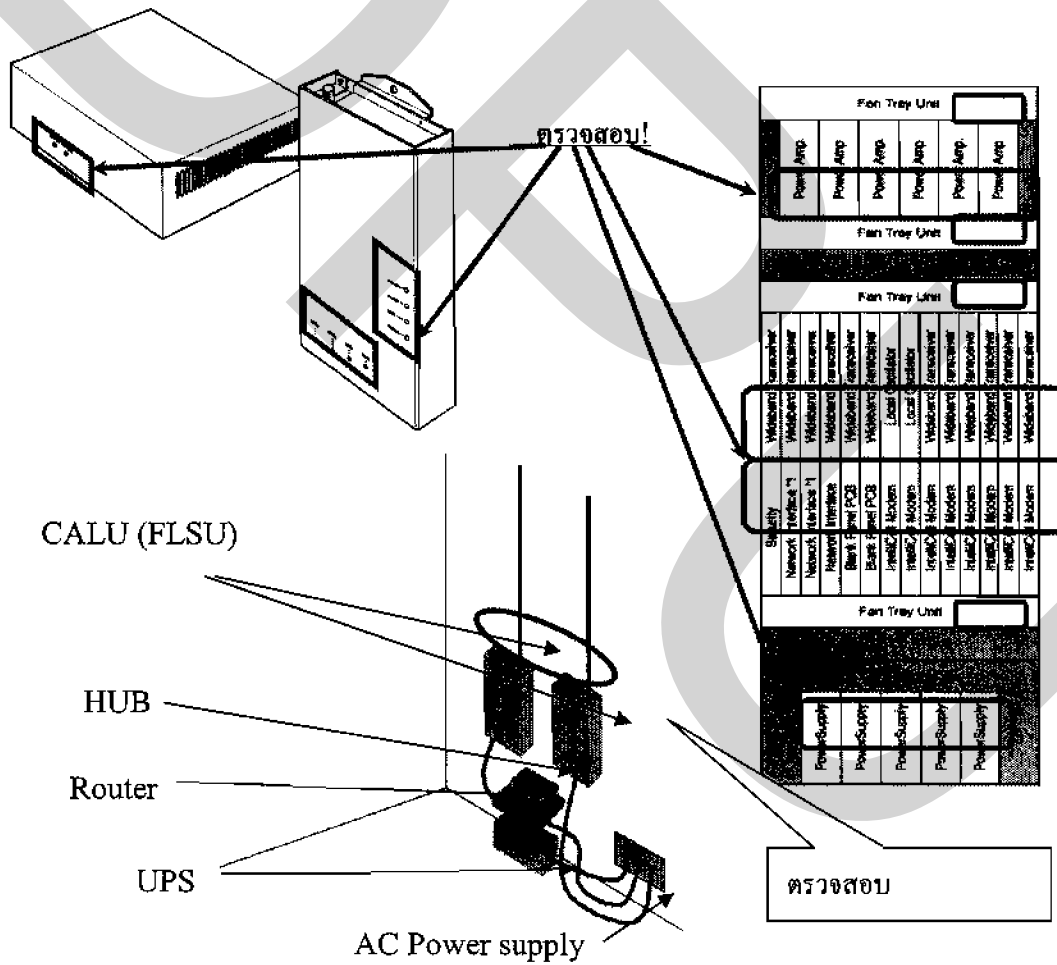


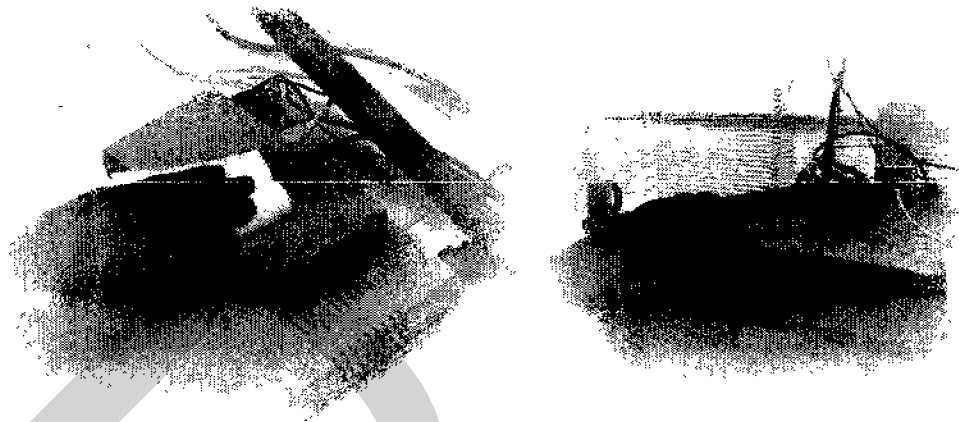
ตรวจสอบ UPS: ตรวจสอบไฟแสดงสถานะดังภาพด้านล่าง



2). การตรวจสอบไฟแสดงสถานะที่ BS module

เปิดประตูตู้ BS และตรวจสอบ Alarm อุปกรณ์แต่ละตัว ถ้ามีไฟแสดงสถานะสีแดงที่อุปกรณ์ตัวไหนให้ดูวิธีการแก้ปัญหาที่คู่มือการใช้งาน

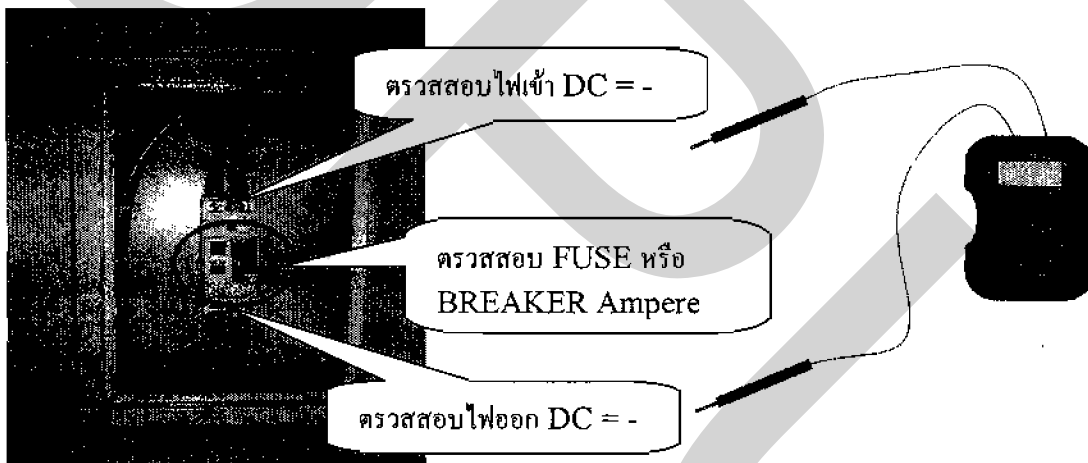




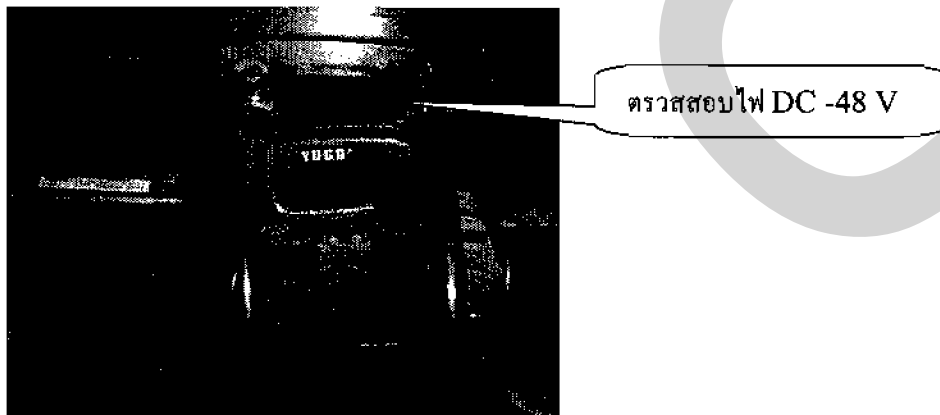
ทำความสะอาดอุปกรณ์ตู้ BS, Router, UPS และอุปกรณ์อื่นๆ

3).การตรวจสอบไฟ DC

- ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบระบบไฟที่ DC-PDB และหลังตู้ BS



DC-PDB



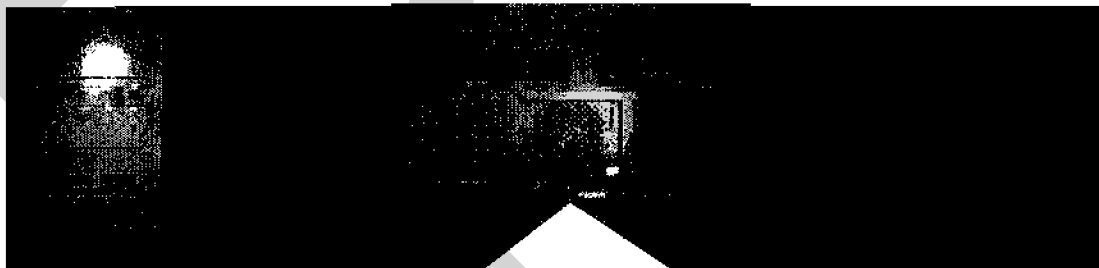
ด้านหลังตู้ BS



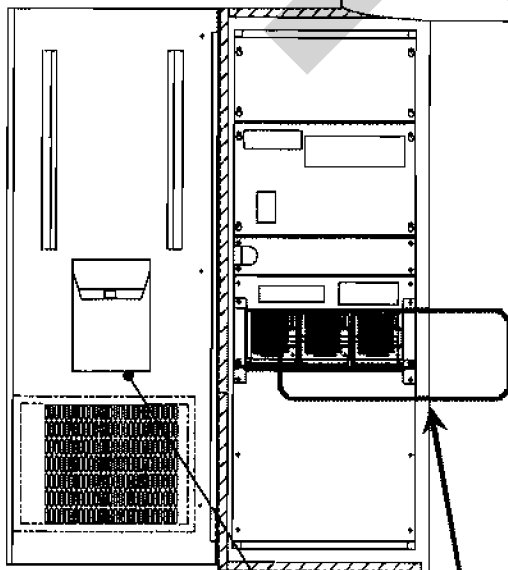
ตรวจสอบไฟ DC -24 V

ด้านหลังตู้ BS

4). การบำรุงรักษาแหล่งจ่ายไฟ(Rectifier)

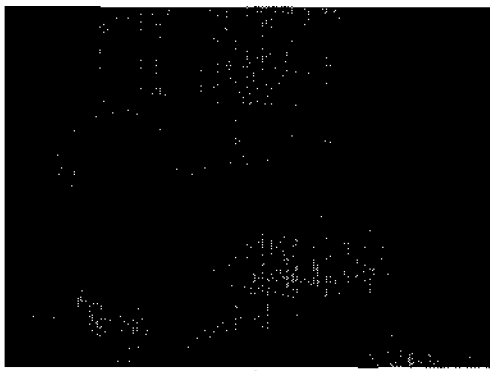
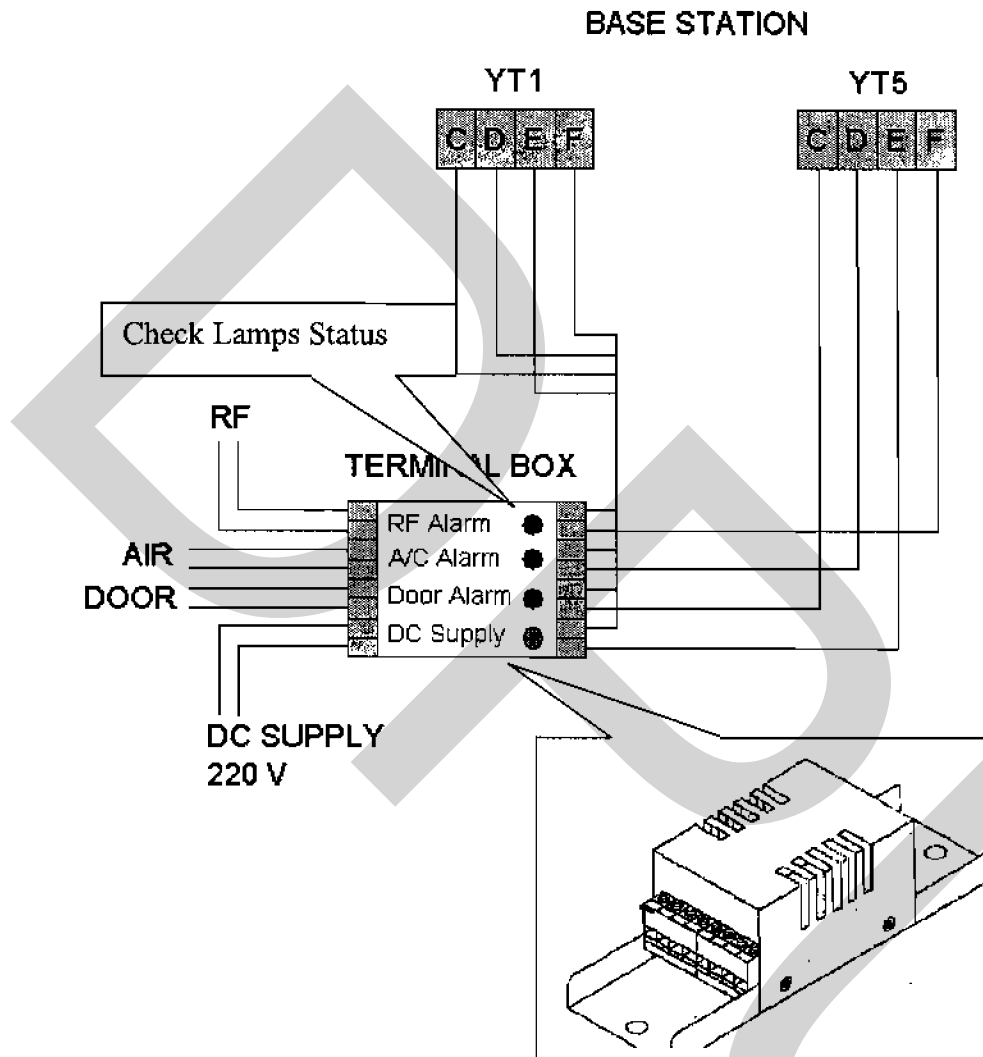


เช็คไฟแสดงสถานะ, จอแสดงผล, Alarm และทำความสะอาด

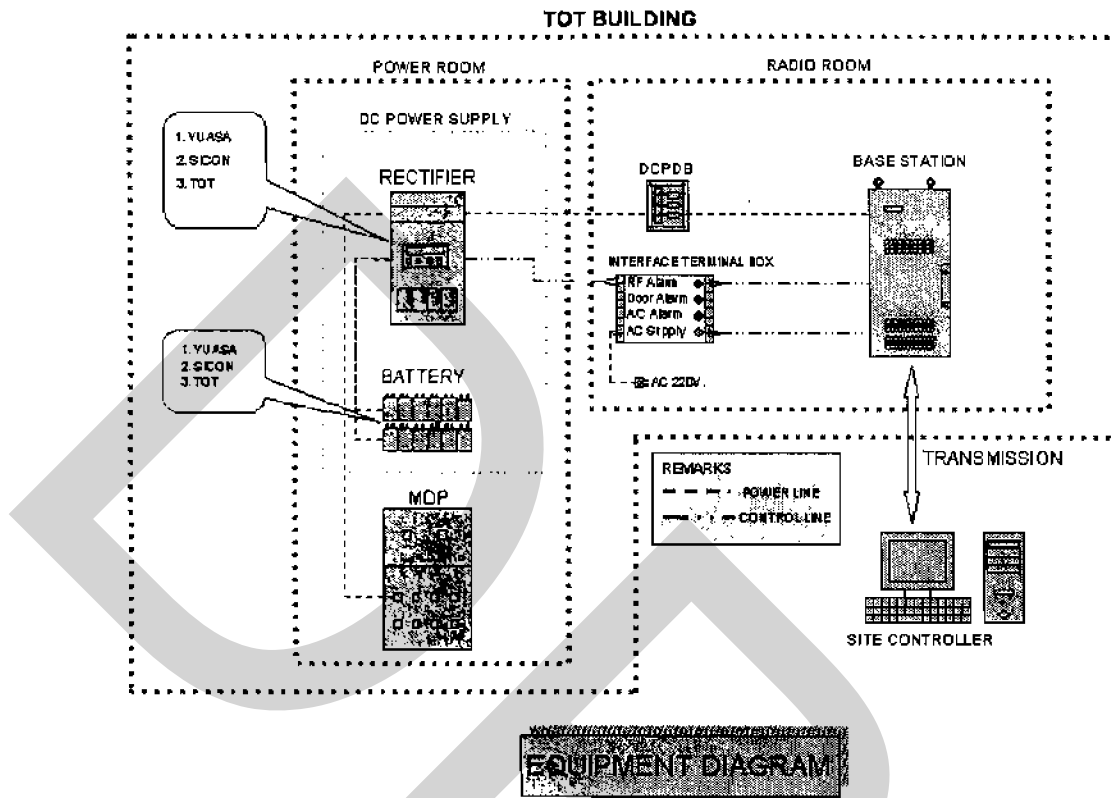


Drawing holder
เปลี่ยนแผ่นกรองฝุ่นด้านหลังตู้ BS

ตรวจเช็ค Remote Alarm box

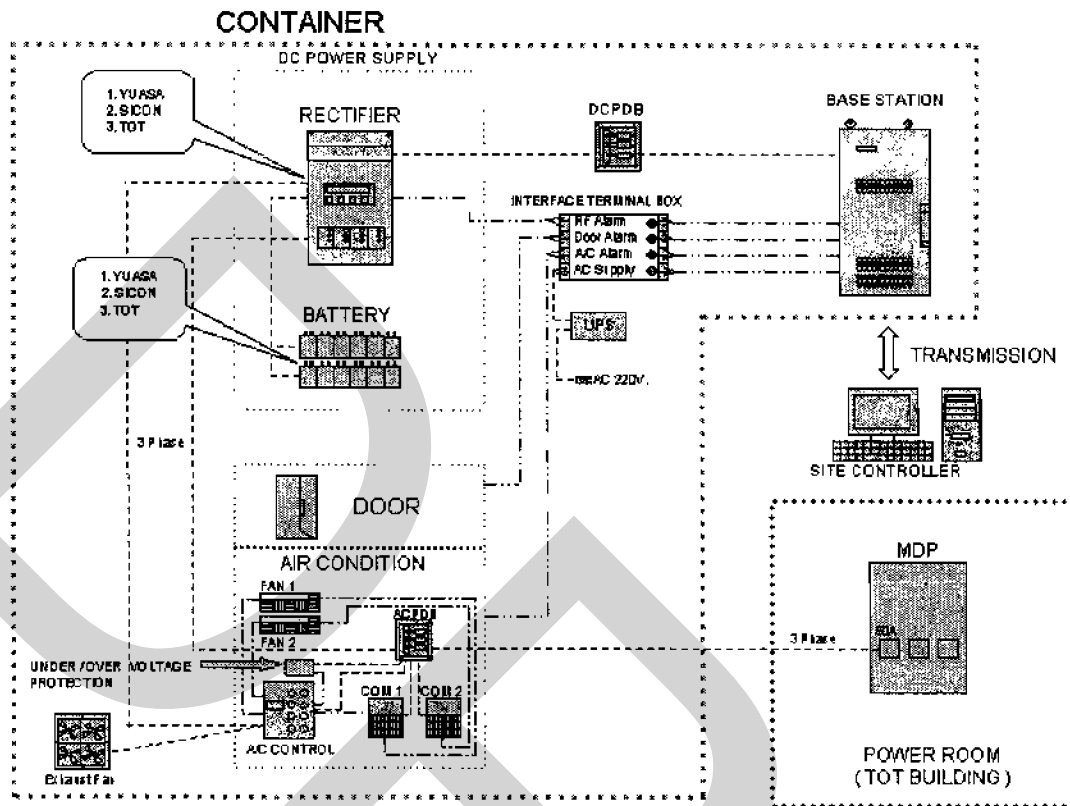


ตรวจสอบสภาพการเชื่อมต่อของสายและการแสดงผลผ่านโปรแกรมควบคุม



EQUIPMENT DIAGRAM

แสดงโครงสร้างการวางอุปกรณ์สถานีงานในอาคาร



แสดงโครงสร้างการวางอุปกรณ์สถานีฐานในตู้ Container

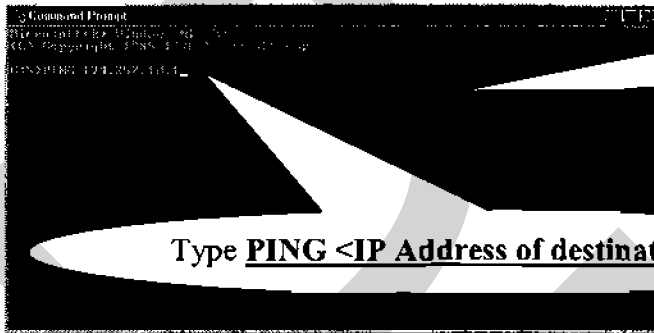
5). การตรวจสอบการเชื่อมต่อของโปรแกรมควบคุมโครงข่ายผ่าน Router

- คลิก Start → Program → Command Prompt สำหรับการเปิดโปรแกรม MS-dos program

และ

คลิก Start -> Run และ Enter "cmd" คลิก OK

พิมพ์ ping <IP address สำหรับสถานีฐาน หรือสถานีโครงข่ายที่เราจะติดต่อ>

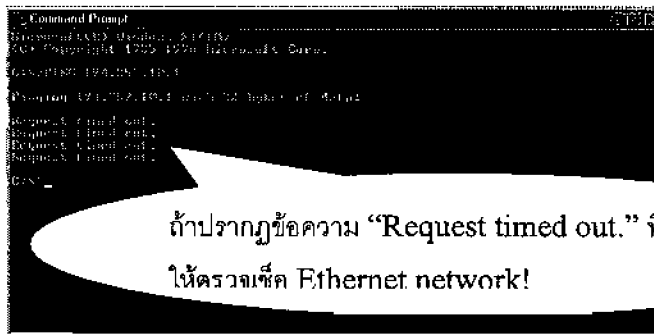


Ping Test 3 Time at
 -Router SU(BS)
 -Router MSU(SC)
 -Site Controller
 -Network Module of BS Slot 0,1

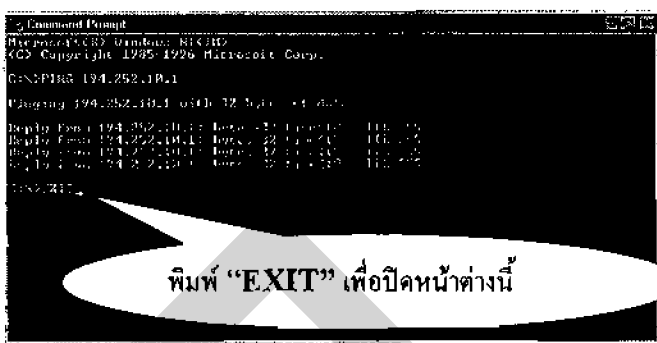
ตรวจสอบผลลัพธ์ได้จากหน้าจอ (จากตัวอย่างเป็นผลลัพธ์ที่ถูกต้อง: ping 194.252.10.1)



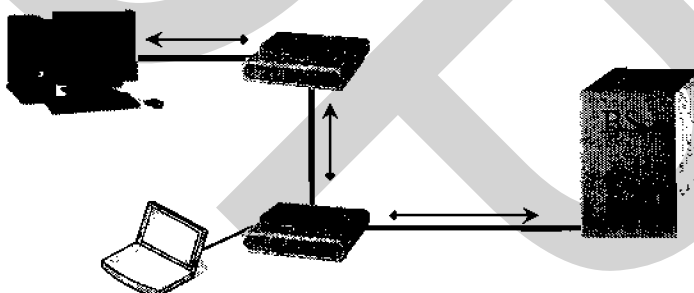
ถ้าติดต่อสถานีฐานปลายทางไม่ได้ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังภาพด้านล่าง



ปิด Command Prompt



ภาพด้านล่างเป็นเส้นทางการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบโครงข่ายควบคุมสถานีฐาน
ซึ่งประกอบไปด้วย สถานีควบคุมโครงข่าย(SC),Router และBS



6. รูปแบบโครงสร้างสถานีฐานทั้ง 4 ขนาดช่องสัญญาณ

THE MODULE CONFIGURATION OF THE BASE STATION (155CH-BS)



Notes:

- *1: A Compact Flash card must be attached on the Network Interface Module and the License Code, e.g. KC0001, must be correspondent between the Security Module and both Compact Flash cards.
- *2: 12 1.9GHz band antenna ports with cavity filter
- *3: 2 GPS antenna ports
- *4: 6 E1 ports, #1 to #6
- *5: 2 10Base-T Ethernet ports

ภาพที่ 2 โครงสร้างอุปกรณ์สถานีฐานขนาด 155 ช่องสัญญาณ

THE MODULE CONFIGURATION OF THE BASE STATION (120CH-BS)

Fan Tray Unit	
Power Amp.	
Power Amp.	
Power Amp.	
Power Amp.	
Blank Panel PA	
Blank Panel PA	
Fan Tray Unit	
Fan Tray Unit	
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Local Oscillator
Local Oscillator	Local Oscillator
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Fan Tray Unit	
PowerSupply	
PowerSupply	
PowerSupply	
PowerSupply	
PowerSupply	
PowerSupply	
Security	Security
Network Interface	Network Interface
Network Interface	Network Interface
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem
IntelCell Modem	IntelCell Modem

Notes:

- *1: A Compact Flash card must be attached on the Network Interface Module and the License Code, e.g. KC0001, must be correspondent between the Security Module and both Compact Flash cards.
- *2: 8 1.9GHz band antenna ports with cavity filter
- *3: 2 GPS antenna ports
- *4: 4 E1 ports, #1 to #4
- *5: 2 10Base-T Ethernet ports

ภาพที่ 3 โครงสร้างอุปกรณ์สถานีฐานขนาด 120 ช่องสัญญาณ

THE MODULE CONFIGURATION OF THE BASE STATION (90CH-BS)

Fan Tray Unit	
Power Amp.	Power Amp.
Power Amp.	Power Amp.
Power Amp.	Power Amp.
Power Amp.	Power Amp.
Blank Panel PA	Blank Panel PA
Blank Panel PA	Blank Panel PA
Fan Tray Unit	
Fan Tray Unit	
Fan Tray Unit	
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Local Oscillator	Local Oscillator
Local Oscillator	Local Oscillator
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Fan Tray Unit	
Security Interface	Network Interface
Network Interface	Network Interface
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Fan Tray Unit	
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
Blank Panel DC	Blank Panel DC

Notes

- *1: A Compact Flash card must be attached on the Network Interface Module and the License Code, e.g. KC0001, must be correspondent between the Security Module and both Compact Flash cards.
- *2: 8 1.9GHz band antenna ports with cavity filter
- *3: 2 GPS antenna ports
- *4: 4 E1 ports, #1 to #4
- *5: 2 10Base-T Ethernet ports

ภาพที่ 4 โครงสร้างอุปกรณ์สถานีฐานขนาด 90 ช่องสัญญาณ

THE MODULE CONFIGURATION OF THE BASE STATION (60CH-BS)

Fan Tray Unit	
Power Amp.	
Power Amp.	
Power Amp.	
Blank Panel PA	
Blank Panel PA	
Blank Panel PA	
Fan Tray Unit	
Fan Tray Unit	
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Wideband Transceiver	Wideband Transceiver
Local Oscillator	Local Oscillator
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Fan Tray Unit	
Security	Security
Network Interface	Network Interface
Network Interface	Network Interface
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
Blank Panel PCB	Blank Panel PCB
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
IntelliCell Modem	IntelliCell Modem
Fan Tray Unit	
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
PowerSupply	PowerSupply
Blank Panel DC	Blank Panel DC
Blank Panel DC	Blank Panel DC

Notes:

- *1: A Compact Flash card must be attached on the Network Interface Module and the License Code, e.g. KG0001, must be correspondent between the Security Module and both Compact Flash cards.
- *2: 6 1.9GHz band antenna ports with cavity filter
- *3: 2 GPS antenna ports
- *4: 2 E1 ports, #1 and #3
- *5: 2 10Base-T Ethernet ports

ภาพที่ 5 โครงสร้างอุปกรณ์สถานีฐานขนาด 60 ช่องสัญญาณ