

บทที่ 3

ระเบียบและวิธีการศึกษา

การศึกษางานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน ถือเป็นระบบที่แปลกใหม่ภายในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยได้เปิดให้บริการขนส่งมวลชน คือ โครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคล ซึ่งการเดินทางบนรถไฟฟ้าใต้ดินได้นั้นจะต้องมีระบบต่างๆ ที่คอยสนับสนุนมากมาย ซึ่งระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินก็เป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ฉะนั้นงานบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบระบายอากาศในอุโมงค์ ให้สามารถให้บริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงเป็นงานหลักของผู้ดูแลรักษาระบบที่ต้องมีการจัดการงานซ่อมบำรุงที่ดี

โดยการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการบำรุงรักษาระบบคือคู่มือในการทำงาน Log Sheet ที่ระบุแนวทางในการทำงาน ซึ่งสามารถใช้ในการบันทึกค่าทางไฟฟ้า และบันทึกปัญหาที่พบในการทำงานบำรุงรักษา เนื่องด้วยลักษณะของงานที่มีช่วงเวลาจำกัดในการปฏิบัติงาน อยู่ในช่วงเวลากลางคืน 24:00 นาฬิกา ถึง 04:30 นาฬิกา (สถานีปิดให้บริการ) และมีหลายหน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกัน ดังนั้นการวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้ตรงตามที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้าในโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคลในส่วนของสถานีพระรามเก้าเท่านั้น

3.1 ขั้นตอนในการศึกษา

ในการศึกษางานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน จะมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษางานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินของสถานี พระรามเก้า

3.1.3 ศึกษาขั้นตอนในการจัดเก็บข้อมูล โดยใช้ตัว Log Sheet ในการจดบันทึก และนำข้อมูลที่ได้อัดเก็บใน Computer ได้แก่ ค่าทางไฟฟ้า ค่าอัตราการไหลของลม ตาม Operation Maintenance Manual (OMM) ที่ทางผู้ผลิต และติดตั้งอุปกรณ์เป็นผู้กำหนดไว้

3.1.4 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

3.2 พื้นที่ของระบบระบายอากาศที่ทำการศึกษา

พื้นที่ในการศึกษางานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ข้อมูลพื้นที่

ชื่อพื้นที่: สถานีพระรามเก้า โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล เป็นสถานีสุดท้ายของโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคลฝั่งใต้

ที่ตั้งของสถานีพระรามเก้า: อยู่บนถนน รัชดาภิเษก แยกพระรามที่ 9 กรุงเทพมหานคร
 ดังภาพที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.1 สถานีพระรามเก้า ในโครงการโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคล



ภาพที่ 3.2 สถานีที่ตั้งของสถานีพระรามเก้า ในโครงการโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคล
ที่มา: โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล (2547)

3.2.2 ทางเข้า – ออก สถานีพระรามเก้าโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล

การเดินทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ โดยรถไฟฟ้าใต้ดินที่สถานีพระรามเก้า มีช่องทางเข้า – ออก (Entrance) ภายในสถานีทั้งหมด 5 ทางด้วยกันดังภาพที่ 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 และ

3.7

1. ทางเข้า - ออก จุดที่ 1 (Entrance - 1)

การเข้า - ออก สถานีจุดที่ 1 อยู่ตรงบริเวณป้ายรถเมล์พระรามเก้า และป้ายรถแท็กซี่อัจฉริยะ ซึ่งทำให้สามารถใช้บริการของ ขสมก. (องค์กรขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ) เพื่อเดินทางไปยังจุดหมายอื่นต่อไปได้



ภาพที่ 3.3 ทางเข้า – ออก จุดที่ 1 ของสถานีพระรามเก้า

2. ทางเข้า – ออก จุดที่ 2 (Entrance - 2)

การเข้า - ออก สถานีจุดที่ 2 อยู่บริเวณหัวถนนพระรามเก้า ข้างแยกพระราม 9 – ดินแดง ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อให้สามารถเดินทางไปยังอนุสาวรีย์ฯ เพชรบุรี – อโศก และพระรามเก้า ได้



ภาพที่ 3.4 ทางเข้า – ออก จุดที่ 2 ของสถานีพระรามเก้า

3. ทางเข้า – ออก จุดที่ 3 (Entrance - 3)

การเข้า - ออก สถานีจุดที่ 3 อยู่ตรงบริเวณหน้าโรงแรม แกรนด์ เมอร์เคียว (ฟอร์จูน)
ข้างๆ อาคาร CP Tower



ภาพที่ 3.5 ทางเข้า – ออก จุดที่ 3 ของสถานีพระรามเก้า

4. ทางเข้า – ออก (Escape Stair - 1)

การเข้า - ออก สถานีพระรามเก้า จุดที่ 4 อยู่บริเวณหน้าอาคาร สยามคอนโดมิเนียม ซึ่งผู้โดยสารที่ออกทางออกจุดที่ 4 นี้ สามารถเดินไปยัง รัชดาซอย 4 และอาคาร ทูรทาวเวอร์ได้



ภาพที่ 3.6 ทางเข้า – ออก จุดที่ 4 ของสถานีพระรามเก้า

5. ทางเข้า – ออก (Escape Stair - 2)

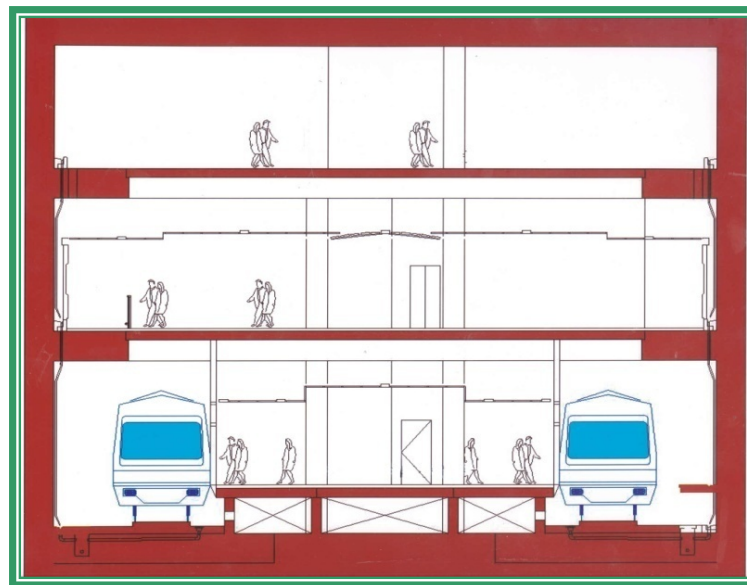
การเข้า - ออก สถานีพระรามเก้าจุดที่ 5 อยู่บริเวณหน้าอาคารไอที ฟอรั่ม ข้างโลตัส สาขารัชดา ซึ่งผู้โดยสารที่ออกทางออกจุดที่ 5 นี้ ยังเชื่อมต่อกับป้ายรถเมล์ฟอรั่ม และป้ายรถแท็กซี่อัจฉริยะ ซึ่งทำให้สามารถใช้บริการของ ขสมก. (องค์กรขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ) เพื่อเดินทางไปยังจุดหมายอื่นต่อไปได้



ภาพที่ 3.7 ทางเข้า – ออก ด้านที่ 5 ของสถานีพระรามเก้า

3.2.3 โครงสร้างภายในสถานีพระรามเก้า

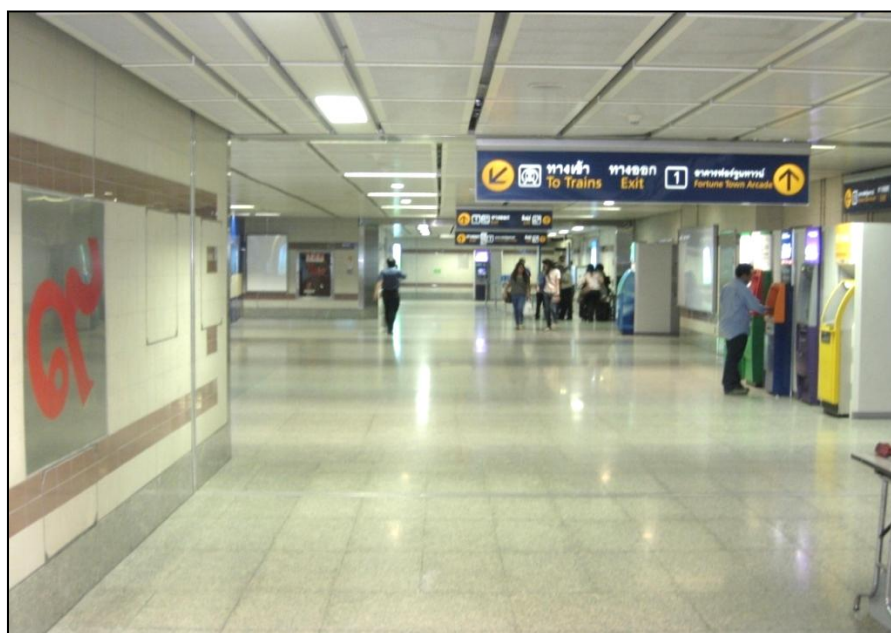
โครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กอยู่ใต้ลึกลงไปจากพื้นผิวถนนประมาณ 15 – 25 m. ตัวสถานีจะมีความกว้างประมาณ 18 – 25 m. มีความยาวประมาณ 150 – 200 m. ขึ้นอยู่กับสถานีของพื้นที่ โดยตัวสถานีของสถานีพระรามเก้า จะเป็นแบบชานชาลาอยู่ตรงกลาง มีรางรถไฟอยู่สองด้านของชานชาลา การออกแบบพื้นที่ภายในสถานีพระรามเก้าแบ่งออกเป็นโครงสร้าง 3 ชั้นดังภาพที่ 3.8, 3.9, 3.10 และ 3.11



ภาพที่ 3.8 โครงสร้างภายในของสถานีพระรามเก้า

ที่มา: โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล (2547)

ชั้นที่ 1 ชั้นรวมผู้โดยสาร (ชั้น Retail) มีลักษณะเป็นพื้นที่โล่ง ได้ออกแบบให้เป็นพื้นที่
ชั้นร้านค้าปลีกต่างๆ มีขนาดพื้นที่ 3,933 m²



ภาพที่ 3.9 ชั้นรวมผู้โดยสาร (ชั้น Retail)

ชั้นที่ 2 ชั้นโถงผู้โดยสาร (Concourse) ออกแบบไว้เป็นสถานที่สำหรับซื้อ ตราจั่วโดยสาร แสดงแผนภูมิเส้นทางรถไฟฟ้า และยังเป็นพื้นที่ปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ มีขนาดพื้นที่ 4,577 m²



ภาพที่ 3.10 ชั้นโถงผู้โดยสาร (ชั้น Concourse)

ชั้นที่ 3 ชั้นชานชาลา (Platform) เป็นชั้นที่รถไฟฟ้าจอดรับ – ส่งผู้โดยสาร มีขนาดพื้นที่ 4,577 m²



ภาพที่ 3.11 ชั้นรอรถโดยสาร (Platform)

3.2.4 โครงสร้างภายในอุโมงค์ของสถานีพระรามเก้า

อุโมงค์ทางวิ่งรถไฟฟ้าของโครงการรถไฟฟ้าหมอชิต สายเฉลิมรัชมงคล เป็นแบบอุโมงค์คู่รางเดี่ยววางตัวอยู่ในชั้นดินที่ระดับเดียวกันขนานกันไปตามแนวเส้นทาง ผังอุโมงค์เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบหล่อสำเร็จรูป มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในกว้าง 5.7 m. มีความหนาของผนังอุโมงค์ 0.30 m. มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกกว้าง 6.3 m. ดังรูปที่ 3.12, 3.13, 3.14 และ 3.15 ถูกออกแบบมาให้สามารถต้านทานแรงดันดิน และน้ำใต้ดิน รวมไปถึงการทรุดตัวของดินเนื่องจากการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว โดยทุกๆ ตำแหน่งต่ำสุดของแนวอุโมงค์ที่ตกท้องช้างได้มีการก่อสร้างบ่อพักน้ำ เพื่อรองรับการระบายน้ำภายในอุโมงค์ไว้เพื่อสูบน้ำออกไปสู่ท่อระบายที่อยู่บนผิวดิน



ภาพที่ 3.12 อุโมงค์ภายในรถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า



ภาพที่ 3.13 แนวอุโมงค์ที่มีแนวเส้นทางในแนวดิ่งในลักษณะตักท้องช้าง



ภาพที่ 3.14 พื้นที่ภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้าขาไป



ภาพที่ 3.15 พื้นที่ภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้าขากลับ

3.3 ความสัมพันธ์ของระบบ SCADA กับระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า

การทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินจะเป็นการทำงานในช่วงหลังปิดให้บริการของการเดินรถ เนื่องจากการจะเข้าพื้นที่ทำงานจะต้องมีอุปกรณ์ เครื่องมือในการทำงาน หรือลงไปทำงานในส่วนที่เป็นทางวิ่งของขบวนรถไฟฟ้า ขณะที่ยังเปิดให้บริการเดินรถอยู่นั้น ยังมีการใช้งานระบบตรวจจับ และควบคุมการทำงานของระบบหลักต่างๆ เช่น ระบบ SCADA, ระบบแอนติสัญญาณ, ระบบการเดินรถไฟฟ้า รวมไปถึงระบบที่ต้องการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศรถไฟฟ้าใต้ดินอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ซึ่ง รวมไปถึงระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า ที่กำลังศึกษาอยู่ด้วย ความสัมพันธ์ของระบบ SCADA และระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า

ระบบ Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบหลัก โดยแสดงผลที่หน้าจอ Monitor ที่ใช้ในห้องควบคุมหลัก ระบบ SCADA มีความสามารถดังต่อไปนี้

3.3.1 Automation Control ควบคุมการทำงานของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์ และตรวจจับอุณหภูมิภายในอุโมงค์ สามารถตั้งโปรแกรมการปฏิบัติงานล่วงหน้าให้ระบบทำงานเอง

3.3.2 Data Acquisitions เก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและจัดทำรายงานโดยคอมพิวเตอร์ของระบบ SCADA โดยอัตโนมัติ

3.3.3 Remote Control & Remote Access สามารถทำการควบคุมและรับทราบข้อมูล (Share Data) ได้จากทุกแห่ง (Anywhere) และทุกเวลา (Anytime)

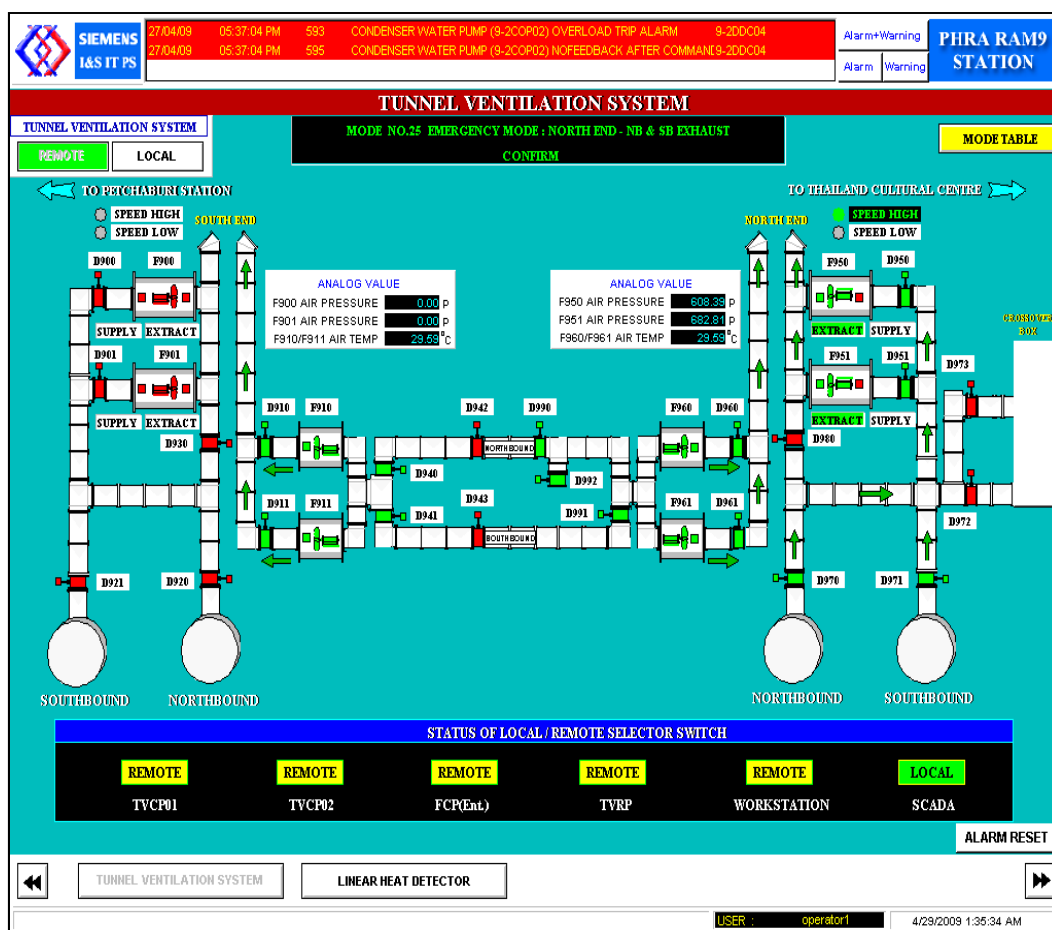
3.3.4 Self Diagnostic ตรวจสอบความผิดปกติของระบบ SCADA อัตโนมัติ โดยระบบจะทำการตรวจสอบ ระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบ SCADA ตลอดเวลา เมื่อเกิดความผิดปกติ จะทำการแจ้งเตือน Operator ผ่านจอ Monitor

3.3.5 Warning & Alarming System การแจ้งเตือนเหตุขัดข้องของระบบ โดยจะทำการแจ้งเตือนไปยังหน้าจอ Monitor

การระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า มีการออกแบบระบบให้สามารถสั่งงานโดยผ่านระบบ SCADA และควบคุมการทำงานจากผู้ควบคุมภายในสถานีพระรามเก้า ภายในห้องควบคุมหลัก และบริเวณทางเข้าสถานี ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินไม่สามารถ

สั่งงานผ่านระบบ SCADA หรือเข้ามาสั่งงานในสถานีได้ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน ดังนี้

- | | |
|---|--------|
| 1. Tunnel Ventilation Fan (TVF) | 4 ตัว |
| 2. Under Platform Extract Fan (UPE.F) | 4 ตัว |
| 3. Damper | 23 ตัว |
| 4. Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP) | 2 ตู้ |
| 5. Tunnel Ventilation Repeater Panel (TVRP) | 1 ตู้ |
| 6. Fireman Control Panel (FP) | 1 ตู้ |



ภาพที่ 3.16 การติดตั้งระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า

3.4 แนวการศึกษางานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน อย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม สามารถแบ่งอุปกรณ์ที่ต้องบำรุงรักษาดังนี้

3.4.1 Tunnel Ventilation Fan (TVF) และ Under Platform Extract Fan (UPE.F)

พัดลมเป็นอุปกรณ์สำคัญในการระบายอากาศภายในอุโมงค์ ซึ่งในการใช้งานนั้นจะใช้ควบคู่กับการวางแผนการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องด้วย

3.4.1.1 กำหนดการทำงานซ่อมบำรุง

การกำหนดแผนการทำงานบำรุงรักษาจะเป็นการทำงานตามคู่มือใน Operation Maintenance manual (OMM) ของทางผู้ผลิตพัฒมนั้นเป็นหลัก ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กำหนดการทำการบำรุงรักษาเพื่อการป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) ของพัดลมระบายอากาศในอุโมงค์

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
Vibration Monitoring	1 เดือน	1. ตรวจสอบว่าลูกยางลดการสั่นสะเทือนยังรองรับกับการสั่นสะเทือนของพัดลมหรือไม่
	1 เดือน	2. ตรวจสอบด้วยการวัดการสั่นสะเทือนของพัดลม/หรือของมอเตอร์
Monitoring of bearing	1 เดือน	1. ตรวจสอบการสั่นของใบพัด เสียง และการเพิ่มของอุณหภูมิที่ Vibration Monitoring และ PTC Bearing Temp ตามลำดับ
	1 เดือน	2. ตรวจสอบการหล่อลื่นของพัดลม
	12 เดือน	3. ตรวจสอบเพื่อเปลี่ยนใบพัด หาก Bearing มีอาการผิดปกติ
Mechanical starting coupling Impeller inspection	1 เดือน	1. ตรวจสอบการสึกกร่อน และความสกปรกของใบพัดลม
	12 เดือน	2. ตรวจสอบที่ Bearing, Seal Ring และการสึกหรอของ Coupling (ทุกๆ 2,000 Hrs/Operation)
	12 เดือน	3. ทำความสะอาดและอาจจะต้อง Balance ใหม่ หากมีการสึกกร่อนของใบพัด

3.4.1.2 ขั้นตอนการบำรุงรักษา และดูแล (Maintenance and Service Procedure)

การเริ่มต้นการทำงานของพัดลม เป็นสิ่งสำคัญต่อความถี่ในการบำรุงรักษา เช่นเดียวกับ สภาพการทำงาน สภาพแวดล้อม และความเหมาะสมที่ต้องการ ความถี่ในการบำรุงรักษาต้องได้รับการกำหนดโดยผู้ออกแบบของระบบ โดยตระหนักถึงคำแนะนำของผู้ผลิตตัวพัดลม ซึ่งต้องเตรียมอะไหล่เอาไว้ให้เพียงพอด้วย การไม่ได้ใช้พัดลมเป็นเวลานานๆ จะทำให้คุณสมบัติของจาระบีเปลี่ยนไปได้ สิ่งสกปรกอาจเข้าไปตกค้าง หรือจาระบีอาจแข็ง หรือระยะ pit ของ Bearing อาจเปลี่ยนไป (เนื่องจากน้ำหนักของใบพัดลม) เพื่อป้องกันปัญหานี้ควรมีการ Star เพื่อให้พัดลมได้ทำงานทุกๆ 1 เดือน โดยการ Star ครั้งละ 10 – 30 นาที หรืออย่างน้อยที่สุดควรใช้มือหมุนใบพัดของพัดลม (ควรปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าก่อนเสมอ) แม้ไม่ได้ใช้งานเลย จาระบีจะต้องถูกเปลี่ยนทุกๆ 3 ปี ใบพัดทั้งหมดจะต้องได้รับการถ่วง (Balance) การที่ใบพัดไม่สมดุล อาจจะมีสาเหตุเกิดจาก ฝุ่น ความสึกกร่อน และสิ่งต่างๆ ที่สะสมกันอยู่บนใบพัด ซึ่งจะนำไปสู่การสั่นสะเทือน และทำให้ลูกปืนเสียหาย ควรจะต้องทำให้ระดับการสั่นสะเทือนอยู่ในระดับต่ำอยู่เสมอ ควรจะมีการตรวจสอบการสึกกร่อนของผิวภายนอกพัดลมด้วย หากพบว่ามี การสึกกร่อน หรือเกิดสนิม ควรรับทำการซ่อมแซม

3.4.1.3 การตรวจสอบและการปรับตั้งค่าต่างๆ

การตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ และการปรับตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่องจักร อุปกรณ์ เป็นปัจจัยหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีหลักการตรวจสอบและปรับตั้งค่า ดังต่อไปนี้

1) Vibration Monitoring คือ ความสั่นสะเทือนที่เพิ่มขึ้นเป็นสัญญาณอันตราย ที่แสดงถึงความผิดปกติ การตรวจสอบความผิดปกติทำได้โดย

1. ตรวจสอบที่ Vibration Monitoring ปกติมิให้เลือก set ค่า 1 – 8 โดยปกติค่าที่ 8 นั้นเป็นค่าที่ทางโรงงานตั้งมาให้ ซึ่งในความเป็นจริง ในขณะที่ตรวจเช็คเราสามารถลดระดับการสั่นสะเทือนให้อยู่ที่ 1 ได้โดยอาจใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าไว้ทุกๆ 1 เดือน หากว่าเมื่อใดที่ค่าระดับ 1 นั้นไม่สามารถทนการสั่นสะเทือนได้ (Vibration Monitoring จะสั่งให้พัดลมหยุดการทำงาน และ Show “Fault” ที่ Mimic Panel) ก็ให้หาสาเหตุ เช่น ลูกยางรองแท่นพัดลม หรือมีการสะสมของฝุ่นละออง หรือเกิดการสึกกร่อนของใบพัด ซึ่งอาจนำมาซึ่งความไม่สมดุลของใบพัดลม และทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่อาจทำให้เกิดความเสียหายได้

2. ตรวจสอบเสียง เสียงในที่นี้คือเสียงที่ดังผิดปกติ อาจเกิดจากใบพัดลมที่ไม่สมดุล หรือเกิดจากเสียงลูกปืน (Bearing) ดังนั้นการสังเกตจึงเป็นสิ่งสำคัญ หรืออาจใช้เครื่องวัดเสียงช่วยในการบันทึกเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน โดยในเบื้องต้นควรจะทำ การบันทึกค่าของเสียงในห้องพัดลมเทียบกับพัดลมตัวอื่นๆ ด้วย

2) Monitoring of bearing โดย Bearing จะต้องได้รับการตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ โดยต้องระมัดระวังเรื่อง ฝุ่น หรือความชื้นที่จะเข้าไปในลูกปืน เพราะอาจทำให้ลูกปืนชำรุดก่อนเวลาอันควร มีวิธีการตรวจสอบลูกปืนดังนี้

1. Visual Check สังเกตการรั่วซึม การแห้งของจาระบี
2. Sound สังเกตเรื่อง เสียงว่ามีเสียงดังผิดปกติไปจากเดิมหรือไม่
3. Vibration สังเกตการณ์สั่นสะเทือนที่ผิดปกติโดยใช้ Vibration Monitoring
4. จาระบี โดยปกติแล้วอายุการใช้งานจาระบีของพัดลมที่ใช้มาๆ เช่น UPE FAN

จะมีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 2,000 – 4,000 ชั่วโมง เท่านั้น ซึ่งควรจะเปลี่ยนจาระบีใหม่โดยใช้รูสำหรับอัดจาระบีที่ติดอยู่ที่โครงพัดลม (มี 2 รู สำหรับแกนด้านหน้าที่ต่อกับใบพัดลม และด้านหลังมอเตอร์อีก 1 รู) โดยใช้เครื่องอัดจาระบีใหม่ในขณะที่พัดลมยังทำงานอยู่หรืออาจใช้มือช่วยหมุนใบพัด (อย่าลืมปิด Main Breaker ก่อนเสมอ) สำหรับอายุของ Bearing นั้นเนื่องจาก Motor ยี่ห้อ Siemens รุ่นนี้เป็นรุ่น 1LA6 ซึ่งใช้ลูกปืนเป็นแบบ Deep-Ball groove Bearing ซึ่งจะมีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 20,000 – 80,000 ชั่วโมง จึงควรทำการบันทึกการใช้งานไว้ด้วย

3.4.1.4 ข้อมูลด้านเทคนิค

เป็นข้อมูลเฉพาะของอุปกรณ์ตัวพัดลมที่ใช้ใน ในกรณีที่อุปกรณ์มีปัญหาต้องทำการเปลี่ยนใหม่ จะสามารถหาอะไหล่ หรืออุปกรณ์ที่ชำรุดมาแทนได้อย่างง่ายดาย ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของพัดลมระบายอากาศภายในอุโมงค์

Item	Equipment	Equipment No.	Brand	Model	Weight (kg)
1.	TVF Fans	Various	Witt & Sohn	A-NR8L5/Z1.2/2000/G/10	1,985
2.	Motor	-	Siemens	1PP6313-6AA91 -Z/315M (1LA6/315M)	830
3.	UPE.F	Various	Witt & Sohn	A-N8L5/V0.9/1400/G/8	783
4.	Motor	-	Siemens	1PP6283-4AA91-Z/280M (1LA6/280M)	660
5	Vibration Monitoring	-	holthausen	ESW Mini HOL 505	-
6	Vibration Isolator	-	SCHWINGMET ALL	Type 58394	-
7	Flexible Duct	-	Ditec	LT200	-

3.4.2 Damper

Damper เป็นบานประตูในการ เปิด-ปิด โดยจะทำงานสัมพันธ์กับตัวพัดลม ดังนั้นการทำการบำรุงรักษาควรทำควบคู่ไปกับ TVF และ UPE.F เลขที่เดียว

3.4.2.1 กำหนดการทำงานซ่อมบำรุง

การกำหนดแผนการบำรุงรักษาควรยึดตามคู่มือใน Operation Maintenance manual (OMM) ของทางผู้ผลิตเป็นหลักเช่นกัน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กำหนดการทำการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule)

Damper

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
Damper	1 เดือน	1. เปิด Damper เพื่อให้มั่นใจว่าตำแหน่งเปิด และปิด ทำงานได้อย่างถูกต้อง
		2. ตรวจสอบ Actuator และ Micro Switch ระหว่างการใช้งาน เพื่อให้มั่นใจว่าทำงานได้อย่างถูกต้อง
ตรวจสอบด้วยสายตา (Visual inspection)	6 เดือน	1. ตรวจสอบ Damper ว่ามีสัญญาณของการเสื่อมคุณภาพ
		2. ตรวจสอบ Damper Case และ Blade - ถ้ามีสนิมให้ทำการซ่อมแซมด้วย Zinc rich paint - ตรวจสอบว่าไม่มีสิ่งแปลกปลอมใดๆ เข้าไปใน Damper Blade
		3. อุปกรณ์อื่นๆ - ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใดๆ ที่แสดงการเสื่อมคุณภาพ เพื่อป้องกัน Damper เสียหายได้
Damper Actuator	6 เดือน	1. ตรวจสอบระดับน้ำมัน Hydraulic ที่ Level glass
		2. ตรวจสอบเช็คความดันที่ผิดปกติ

3.4.2.2 ขั้นตอนการบำรุงรักษา และดูแล (Maintenance and Service Procedure)

แดมเปอร์ (Damper) ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด ที่ต้องการบำรุงรักษา และดูแลที่แตกต่างกัน

1) Damper case

ให้ทำการตรวจสอบด้วยสายตาว่ามีสนิมที่ตรงไหน และให้ทำการซ่อมแซมด้วย Zinc rich paint

ตรวจสอบการติดตั้งว่า น็อตตัวใดหลุดหลวม ถ้ามีก็ให้ขันให้แน่น

2) Blade

ให้ตรวจสอบด้วยสายตาว่า มีสนิมที่ตรงไหนแล้วให้ซ่อมแซมด้วย Zinc rich paint

ทำการเปิดเครื่อง เพื่อดูว่าตำแหน่งเปิด และปิด ทำงานได้อย่างถูกต้อง

3) Actuator และ Micro Switch ต้องได้รับการตรวจว่าทำงานได้อย่างถูกต้องทั้งเปิดและปิด เนื่องจากชุด Micro Switch นี้จะทำงานอยู่ตลอดเวลา ถึงแม้ว่า Damper จะอยู่ในสภาพเปิดหรือปิดก็ตาม

ทำการตรวจสอบชุด Terminal ว่าต้องไม่มีการหลุดหลวมของสาย ถ้ามีควรขันสายให้แน่น

3.4.2.3 ข้อมูลด้านเทคนิค

ข้อมูลด้านเทคนิคของ Damper จะกล่าวถึงตัวอุปกรณ์ ยี่ห้อ ขนาด และสิ่งจำเป็นที่เราต้องทราบเกี่ยวกับอุปกรณ์ Damper ซึ่งข้อมูลต่างๆ ของ Damper ถูกแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของ Damper

Item	Equipment	Equipment No.	Brand	Model	Weight (Kg)
1	Damper				
1.1	TV Fan Isolation Damper	D900 D901 D950 D951	How den	CFD-01	760
1.2	TV Tunnel Isolation Damper	D920 D921 D970 D971	How den	CFD-01	1350 1326 1260 1260
1.3	TV Cross Over Box Damper	D972 D973	How den	CFD-01	1450
Item	Equipment	Equipment No.	Brand	Model	Weight (Kg)
1.4	TV Draught Relief Damper	D930 D980	How den	CFD-01	1285 1326

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

Item	Equipment	Equipment No.	Brand	Model	Weight (Kg)
1.5	UPE Fan Isolation Damper	D910 D911 D960 D961	How den	CFD-01	239
1.6	UPE Duct Damper	D940 D941 D990 D991 D992	How den	CFD-01	295
1.7	UPE Centre Damper	D942 D943	How den	CFD-01	298
2.	Actuator	-	Remote Control	RCE240-SR RCE260-SR	25 38
3	Motor	-	Bonnie	SCS71B4	6.4

3.4.3 Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP)

เป็นแผงควบคุมของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์ ซึ่งต้องมีขั้นตอนในการบำรุงรักษา และดูแลที่แตกต่างจาก TVF, UPE.F และ Damper ซึ่ง TVCP แบ่งออกเป็นการบำรุงรักษาเป็น 2 ค่ายกันคือ Main Control Circuit (MCC) – Automatic Transfer Switch (ATS) และ Main Control Circuit (MCC) – Ventilation Control Panel (VCP)

3.4.3.1 กำหนดการทำงานซ่อมบำรุง TVCP/MCC – ATS

การบำรุงรักษาแผงควบคุม TVCP/MCC – ATS ต้องทำด้วยความละเอียด รอบคอบ ก่อนทำการบำรุงรักษาต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าทำการ Off Breaker เพื่อตัดการเสไฟฟ้า และติดตั้ง Tag out/Lock out ให้เรียบร้อย ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กำหนดการทำการบำรุงรักษาเพื่อการป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule)
Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP)

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
ตรวจหาสิ่งเจือปน และโครงกรอบ ภายนอก	4 เดือน	1. ตรวจสอบสิ่งสกปรก ความชื้น และสิ่งที่แปลกปลอมอื่นๆ - ทำความสะอาดด้วยการดูดฝุ่น
		2. ตรวจสอบ ประตูและอุปกรณ์ เช่น บานพับ สายยูอื่นๆ - เปลี่ยนถ้าหากมีชิ้นส่วนใดชำรุด หรือมีรอยร้าว - ซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด หรือทำงานผิดปกติ
		3. ตรวจสอบอุปกรณ์ทำความเย็นต่างๆ เช่น ระบบปรับ อากาศในห้องควบคุม พัฒลมระบายอากาศ แผ่นกรองฝุ่น - กำจัดฝุ่น และสิ่งสกปรกออกจากพัฒลม และแผ่นกรอง ฝุ่น - ตรวจสอบดูระบบปรับอากาศในห้องควบคุม
Bus bar และ Cable Termination	4 เดือน	1. ตรวจสอบการต่อเชื่อมของ bus bar และอุปกรณ์ต่างๆ ว่า หลวมไปหรือไม่ - ขึ้นใหม่ให้แน่น โดยใช้ประแจ Torque ในการขัน
Bus bar และ Cable Termination	4 เดือน	2. ตรวจสอบสายไฟ และการร้อยสายว่าหลุดหลวมหรือไม่ - ขึ้นให้แน่น
Metering & Indicators	4 เดือน	1. ตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าอุปกรณ์ต่างๆ ยังคงทำงานได้ อย่างถูกต้อง - เปลี่ยนถ้าหากมีอุปกรณ์ชิ้นใดที่ทำงานผิดปกติ
อุปกรณ์สวิตช์	12 เดือน	1. ตรวจสอบการทำงานของ ACB, MCC, CB contactor และ Relay 1.1 ด้านเครื่องกล ให้ตรวจสอบการทำงานตามปกติ และไม่มี อุปกรณ์ชิ้นใดติดขัด ชำรุด หรือแตกหัก - ถ้ามีให้เปลี่ยนใหม่

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
อุปกรณ์สวิตช์	12 เดือน	1.2 Contact ให้ตรวจดู หน้าสัมผัส ว่ามีการสึกหรอ หรือ มีฝุ่นจับสะสมอยู่หรือไม่ - ทำการดูดฝุ่น หรือ เช็ด Contact ถ้าจำเป็นให้กำจัด ฝุ่น หรือ เปลี่ยน ถ้าหน้าสัมผัสสึกมากเกินไป
อุปกรณ์สวิตช์	12 เดือน	2. ตรวจ Termination ว่าไม่หลวมเกินไป และตัวควบคุม วงจรไม่ทำให้ระบบควบคุมทำงานผิดปกติ - ทำการขันใหม่ให้แน่น
		3. ตรวจสอบ Sequence ของวงจรควบคุมว่า เปิด-ปิด หรือ Trip หรือไม่ - ทำการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

3.4.3.2 กำหนดการทำงานซ่อมบำรุง TVCP/MCC – VCP

การบำรุงรักษาแผงควบคุม TVCP/MCC – VCP ต้องทำด้วยความละเอียด รอบคอบ ก่อนทำการบำรุงรักษาต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ทำการ Off Breaker เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้า ไหลย้อนกลับเข้ามาที่แผงควบคุม จากนั้นให้ทำการติดตั้ง Tag out/Lock out ให้เรียบร้อย เพื่อ ป้องกันบุคคลที่สาม ที่ไม่รู้ว่ามีการทำการบำรุงรักษาอุปกรณ์อยู่ มา On Breaker ซึ่งจะทำให้ ผู้ปฏิบัติงานได้รับบาดเจ็บ และอาจเสียชีวิตได้ ซึ่งการตรวจสอบ TVCP จะปฏิบัติตามตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 กำหนดการทำการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule)
แผงควบคุม

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
ตรวจสอบสิ่งเจือปน และ โครงกรอบภายนอก	4 เดือน	1. ตรวจสอบสิ่งสกปรก ความชื้น และสิ่งที่แปลกปลอม อื่นๆ - ทำความสะอาดด้วยการดูดฝุ่น
ตรวจสอบสิ่งเจือปน และ โครงกรอบภายนอก	4 เดือน	2. ตรวจสอบ ประตูและอุปกรณ์ เช่น บานพับ สายยูอื่นๆ - เปลี่ยนถ้าหากมีชิ้นส่วนใดชำรุด หรือมีรอยร้าว - ซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด หรือทำงาน ผิดปกติ
		3. ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์ทำความเย็นต่างๆ เช่น ระบบปรับ อากาศในห้องควบคุม พัดลมระบายอากาศ แผ่น กรองฝุ่น - ทำจัดฝุ่น และสิ่งสกปรกออกจากพัดลม
อุปกรณ์สวิทช์	12 เดือน	1. ตรวจสอบการทำงานของ ACB, MCC, CB contactor และ Relay 1.1 ด้านเครื่องกล ให้ตรวจสอบการทำงานตามปกติ และไม่มีอุปกรณ์ชิ้นใดติดขัด ชำรุด หรือ แตกหัก - ถ้ามีให้เปลี่ยนใหม่ - ตรวจสอบอุณหภูมิให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 35°C

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
Bus bar และ Cable Termination Metering & Indicators	4 เดือน	1. ตรวจสอบการ Connect ของ bus bar และอุปกรณ์ต่างๆ ว่าหลวมไปหรือไม่ - ชนใหม่ให้แน่น
		2. ตรวจสอบสายไฟ และการร้อยสายว่าหลุดหลวมหรือไม่ - ชนให้แน่น
		3. ตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าอุปกรณ์ต่างๆ ยังคงทำงานได้อย่างถูกต้อง
อุปกรณ์สวิตช์	12 เดือน	1. ตรวจสอบการทำงานของ ACB, MCC, CB contactor และ Relay 1.1 ด้านเครื่องกล ให้ตรวจสอบการทำงานตามปกติ และไม่มีอุปกรณ์ชิ้นใดติดขัด ชำรุด หรือ
อุปกรณ์สวิตช์	12 เดือน	แตกหัก - ถ้ามีให้เปลี่ยนใหม่
		1.2 Contact ให้ตรวจสอบ หน้าสัมผัส ว่ามีการสึกหรอ หรือมีฝุ่นจับสะสมอยู่หรือไม่ - ทำการดูดฝุ่น หรือเช็ด Contact ถ้าจำเป็นให้ กำจัดฝุ่นหรือเปลี่ยน ถ้าหน้าสัมผัสสึกมากเกินไป
		2. ตรวจสอบ Termination ว่าไม่หลวมเกินไป และตัว ควบคุมวงจรไม่ทำให้ระบบควบคุมทำงานผิดปกติ - ทำการขันใหม่ให้แน่น
		3. เช็ค Sequence ของวงจรควบคุมว่า เปิด-ปิด หรือ Trip หรือไม่ - ทำการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

3.4.3.3 ขั้นตอนการบำรุงรักษา และดูแล (Maintenance and Service Procedure)

ในการดูแลรักษาของตู้ TVCP แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ ด้วยกันคือ

1) Mimic Control Circuit (MCC)

Mimic Control Circuit เป็นแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 4 ชนิด ที่ต้องทำการบำรุงรักษา และดูแลที่ต่างกันดังนี้

โครงกรอบภายนอกต้องการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันความชื้น และฝุ่นละออง

Bus bar ต้องทำการขันอุปกรณ์เชื่อมต่อของ Bus bar ให้แน่น เพราะความลั่นสะเทือนระหว่างทำงานอาจทำให้หลวมได้

Metering & อุปกรณ์ควบคุม (Control Component) อาจเสื่อมคุณภาพหลังจากการทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

อุปกรณ์ Switching ต้องซ่อมแซม หรือเปลี่ยน เพราะเสื่อมคุณภาพลงหลังจากการทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

2) Ventilation Control Panel (VCP)

Ventilation Control Panel เป็นแผงควบคุมที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนที่ต้องการขั้นตอนในการบำรุงรักษา และดูแลที่แตกต่างกัน

โครงกรอบภายนอก (Enclosure) ต้องการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันความชื้น และฝุ่นละออง

Indicator และอุปกรณ์ควบคุม (Control component) Metering และอุปกรณ์ควบคุม อาจเสื่อมสภาพได้ หลังจากการทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

PLC และอุปกรณ์ Relay ต้องซ่อม หรือเปลี่ยน เพราะอาจเสื่อมสภาพหลังจากการทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

3.4.3.4 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของ Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP)

ข้อมูลทางด้านเทคนิคของ ตู้ TVCP ดังตารางที่ 3.7 จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่จำเป็นของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้ TVCP

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของตู้ Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP)

Equipment Category	Description	Equipment No.	Brand/Supplier	Model No.
Electrical Control Equipment and Instrumentation				
TVCP (MCC)	Tunnel Ventilation Control Panel – 01 (MCC)	1-1TV01	F.E Zuellig	-
	Tunnel Ventilation Control Panel – 02 (MCC)	1-1TV02	F.E Zuellig	-
VSD	Variable Speed Drive for TVF	V100/V101 V150/V151	ABB Automation	ASC600 Single Drive ACS604-0140-3
Instrument	Instrumentation for Flow Direction and Temperature	N/A	Siemens Building Technologies Ltd.	Temperature Transmitter Siemens:7MC1006-3DA14-K00 Air Flow Switch Electro Control:EFS-02HT
VCP	Ventilation Control Panel (PLC)	N/A	Siemens Building Technologies Ltd.	-
UPS System	Power Supply Backup for PLC	N/A	Chloride Power Protection (Thailand) Ltd.	UPS Chloride: Power Lan Plus Battery CSB:GP/FR1270

3.4.4 Tunnel Ventilation Repeater Panel (TVRP) and Fire Man Panel (FP)

ตู้ควบคุม TVRP ที่ติดตั้งอยู่ในห้อง Station Operation Room และตู้ควบคุม FP ติดตั้งอยู่ที่ทางเข้าหลัก (Entrance) เพื่อใช้สำหรับเลือกควบคุม แบบ Manual และควบคุมแบบ Remote ดังนั้นจึงมีการทำให้อุปกรณ์ทั้งสองอย่างเหมือนกันหมด ทั้งทางด้านอุปกรณ์ และหน้าที่การทำงาน รวมทั้งอุปกรณ์ควบคุม สวิตช์ หลอดไฟ สัญญาณเตือนต่างๆ

3.4.4.1 กำหนดการทำงานซ่อมบำรุง TVRP and FP

ตู้ควบคุม TVRP และตู้ FP มีลักษณะการสั่ง ควบคุม และอุปกรณ์ต่างๆ เหมือนกัน ดังนั้นงานบำรุงรักษาจึงเหมือนกันด้วย ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 กำหนดการทำการบำรุงรักษาเพื่อการป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule)

TVRP and FP

รายการ	ระยะเวลา	รายละเอียด
ตรวจหาสิ่งเจือปน และ โครงกรอบภายนอก	4 เดือน	1. ตรวจสอบตู้สกริป ความชื้น และสิ่งที่แปลกปลอมอื่นๆ - ทำความสะอาดด้วยการดูดฝุ่น
		2. ตรวจสอบ ประตูและอุปกรณ์ เช่น บานพับ สายยู อื่นๆ - เปลี่ยนถ้าหากมีชิ้นส่วนใดชำรุด หรือมีรอยร้าว - ซ่อม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด หรือทำงานผิดปกติ
Metering & Control Component	4 เดือน	1. ตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าอุปกรณ์ต่างๆ ยังคงทำงานได้อย่างถูกต้อง - เปลี่ยนถ้าหากมีอุปกรณ์ชิ้นใดที่ทำงานผิดปกติ
		2. ตรวจสอบสายไฟ และการร้อยสายว่าหลุดหลวมหรือไม่ - ชนให้แน่น
Control Circuit Component	12 เดือน	1. ตรวจสอบการทำงานของ Relay 1.1 ตรวจสอบการทำงานว่าปกติหรือไม่ - ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนถ้าจำเป็น 1.2 ตรวจสอบว่าหน้าสัมผัสมีการสึกหรอเกินไปหรือไม่ - มีฝุ่นเกาะสะสมมากเกินไปหรือไม่ - ถูฝุ่น หรือเช็ด Contact ถ้าจำเป็นให้กำจัดฝุ่น หรือเปลี่ยนหน้าสัมผัสใหม่
		2. ตรวจสอบว่า Termination ว่าไม่หลวม และยังคงวงจรควบคุม ซึ่งอาจทำให้การควบคุม การทำงานผิดปกติ - ชนให้แน่น
		3. เช็ค Sequence ของวงจรควบคุม - ทำการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

3.4.4.2 ขั้นตอนการบำรุงรักษา และดูแล (Maintenance and Service Procedure)

TVRP และ FP เป็นผู้ควบคุมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ชนิด ที่ต้องการขั้นตอนการบำรุงรักษา และการบริการที่แตกต่าง

1) โครงครอบภายนอก (Enclosure) ต้องการการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันความชื้น และฝุ่นละออง

2) Indicator และ Component, Metering & Control Component ที่อาจจะเสื่อมสภาพหลังจากทำงานมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

3.4.4.3 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของ TVRP and FP

ข้อมูลด้านเทคนิคจะประกอบด้วย ข้อมูล Supplier และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ ของอุปกรณ์ที่ผู้ควบคุม TVRP and FP ซึ่งข้อมูลแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของผู้ TVRP and FP

Equipment Category	Description	Equipment No.	Brand/Supplier	Model No.
Electrical Control Equipment and Instrumentation				
TVRP	Tunnel Ventilation Repeater Panel	N/A	Siemens Building Technologies Ltd.	-
FP	Fire Man Panel	N/A		-

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟใต้ดิน

การทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟใต้ดิน จะต้องมีการตรวจสอบ ทดสอบ เก็บบันทึกค่าทางไฟฟ้า และค่าอัตราการไหลของลม ฯลฯ ที่ผู้ผลิตผู้ที่ทำการออกแบบตัวอุปกรณ์ ได้ระบุไว้ในคู่มือ (OMM) นั้นต้องมีเครื่องมือ และเครื่องวัดที่มีความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) ที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของตัวผู้ปฏิบัติงาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ต้องมีการสอบเทียบจากผู้ผลิต หรือหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือได้ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ ทดสอบ เก็บบันทึกค่าต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้

3.5.1 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด คลิปแอมป์ (Digital Clamp Meter)

ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 337 (ภาพที่ 3.17) สามารถใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และวัดค่ากระแสไฟฟ้าตาม (ตารางที่ 3.10) ซึ่งใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าในส่วนย่อยของระบบใช้ในการพิจารณาการค่าทางไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อบันทึกค่าลงใน Log Sheet



ภาพที่ 3.17 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิดคลิป์แอมป์ ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 337

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด คลิป์แอมป์ FLUKE รุ่น 337

ไฟฟ้ากระแสสลับ	Range	0 – 999.9 A
	Accuracy	2 % - 5 Counts (10 – 100 Hz)
		6 % - 5 Counts (100 – 400 Hz)
ไฟฟ้ากระแสตรง	Range	0 – 999.9 A
	Accuracy	2 % - 5 Counts
แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (20 – 400 Hz)	Range	0 – 600.0 V.
	Accuracy	1 % - 5 Counts (20 – 100 Hz)
		6 % - 5 Counts (100 – 400 Hz)
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	Range	0 – 600.0 V.
	Accuracy	1 % - 5 Counts
ความต้านทาน	Range	0 – 600.0 Ω , 600 – 6000 Ω
	Accuracy	1.5 % - 5 Counts

3.5.2 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด คลิปแอมป์ (Digital Clamp On Hit Ester)

ผลิตภัณฑ์ HIOKI รุ่น 3280 - 10 (ภาพที่ 3.18) สามารถใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และวัดค่ากระแสไฟฟ้าตาม (ตารางที่ 3.11) ซึ่งใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าในส่วนย่อยของระบบใช้ในการพิจารณาการค่าทางไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อบันทึกค่าลงใน Log Sheet



ภาพที่ 3.18 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด คลิปแอมป์ ผลิตภัณฑ์ HIOKI รุ่น 3280 - 10

ตารางที่ 3.11 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด คลิปแอมป์ HIOKI รุ่น 337

Function	Range	Accuracy
ไฟฟ้ากระแสสลับ	42.0 A. -1000 A.	$\pm 1.5 \% \text{ rdg. } \pm 5 \% \text{ dgt.}$ (Frequency range 50 – 60 Hz)
แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	4.200 V. – 600 V.	$\pm 2.3 \% \text{ rdg. } \pm 8 \% \text{ dgt.}$ (Frequency range 50 – 500 Hz)
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	420.0 mV. – 600 V.	$\pm 1.3 \% \text{ rdg. } \pm 4 \% \text{ dgt.}$
ความต้านทาน	420.0 Ω - 420.0 k Ω	$\pm 2.0 \% \text{ rdg. } \pm 4 \% \text{ dgt.}$
	4.20 M Ω	$\pm 5.0 \% \text{ rdg. } \pm 4 \% \text{ dgt.}$
	42 M Ω	$\pm 10.0 \% \text{ rdg. } \pm 4 \% \text{ dgt.}$

3.5.3 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด มัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

ผลิตภัณฑ์ FLUKE รุ่น 177 (ภาพที่ 3.19) สามารถใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และวัดค่ากระแสไฟฟ้าตาม (ตารางที่ 3.12) ซึ่งใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้าในส่วนย่อยของระบบใช้ในการพิจารณาการค่าทางไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อบันทึกค่าลงใน Log Sheet



ภาพที่ 3.19 เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด มัลติมิเตอร์

ตารางที่ 3.12 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าชนิด มัลติมิเตอร์ FLUKE รุ่น 177

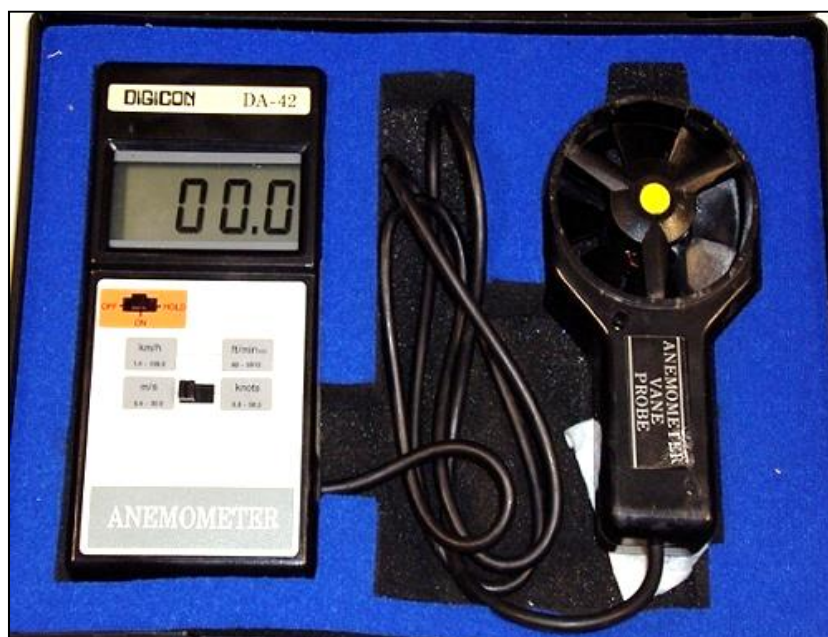
Function	Range	Accuracy
ไฟฟ้ากระแสสลับ	60.00 mA – 10.00 A	1.5 % + 3
ไฟฟ้ากระแสตรง	60.00 mA – 10.00 A	1.5 % + 3
แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	600.0 mV – 600.0 V	1.0 % + 3 (45 Hz – 500 Hz)
	1000 V	2.0 % + 3 (500 Hz – 1 kHz)

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

Function	Range	Accuracy
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	600.0 mV – 600.0 V	0.09 % + 2
	1000 V	0.15 % + 2
ความต้านทาน	600.0 Ω	0.9 % + 2
	6.000 Ω - 6.000 M Ω	0.9 % + 1
	50.00 M Ω	0.15 % + 3
	1000 nF – 100.0 μ F	1.2 % + 2
	9999 μ F	10 % typical

3.5.4 เครื่องวัดปริมาณลม (Flow Anemometer)

ผลิตภัณฑ์ DIGICON รุ่น DA - 42 (ภาพที่ 3.20) สามารถใช้วัดค่าปริมาณลม ความเร็วลม 0.4 – 30 m/s, 1.4 – 108 km/h ใช้วัดปริมาณลม ตาม (ตารางที่ 3.13) เพื่อบันทึกค่าลงใน Log Sheet ของพัดลม เพื่อนำไปคำนวณหาค่าอัตราการไหลของลม



ภาพที่ 3.20 เครื่องวัดปริมาณลม

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดปริมาณลม DIGICON รุ่น DA – 42

Units	Range	Resolution	Threshold	Accuracy
m / s	0.0 – 45.0	0.01	0.3	$\pm 3 \% \pm 0.1$
Ft / min	0 - 8800	2	60	$\pm 3 \% \pm 20$
knots	0.0 -88.0	0.02	0.6	$\pm 3 \% \pm 0.2$
Km / hr	0.0 – 140.0	0.04	1.0	$\pm 3 \% \pm 0.4$
mph	0.0 – 100.0	0.02	0.7	$\pm 3 \% \pm 0.2$

3.5.5 เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน (Insulation – Continuity Tester)

ผลิตภัณฑ์ KYORITSU รุ่น 3007A (ภาพที่ 3.21) สามารถใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า ในช่วง 250 V. - 1,000 V. และวัดค่าความเป็นฉนวนในช่วง 20 Ω – 2,000 M Ω ใช้สำหรับวัดค่าความเป็นฉนวนของขดลวดมอเตอร์ของพัดลม TVF และ UPE.F ของระบบ ตาม (ตารางที่ 3.14) ใช้ในการพิจารณาการค่าความผิดปกติของตัวมอเตอร์



ภาพที่ 3.21 เครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน

ตารางที่ 3.14 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดค่าความเป็นฉนวน KYORITSU รุ่น 3007A

Function	Range	Accuracy
Nominal Current (1 mA DC min)	20 M Ω - 200 M Ω	$\pm 1.5 \% \text{ rdg} \pm 5 \text{ dgt}$
	2000 M Ω	$\pm 10 \% \text{ rdg} \pm 3 \text{ dgt}$
Measuring Current (200 mA DC min)	20 Ω	$\pm 1.5 \% \text{ rdg} \pm 5 \text{ dgt}$
	200 Ω - 2000 Ω	$\pm 1.5 \% \text{ rdg} \pm 3 \text{ dgt}$
AC Voltage	0 – 600 V	$\pm 5 \% \text{ rdg} \pm 3 \text{ dgt}$

3.5.6 เครื่องวัด Machine Condition Tester

ผลิตภัณฑ์ STANDARD SET (SMP:Shock Pulse Methode) รุ่น T30 (ภาพที่ 3.22) สามารถใช้วัดค่าความสั่นสะเทือน ในช่วง 0.5 – 49 mm/s RMS, ความเร็วรอบ ในช่วง 10 – 19,999 rpm optical และวัดอุณหภูมิชุดหัววัดสภาพแบร์ริง 200 – 3,500 °C ตาม (ตารางที่ 3.15) ใช้สำหรับวัดค่าต่างๆ เพื่อบันทึกค่าลงใน Log Sheet ของพัลลัม TVF และ UPE.F ของระบบ



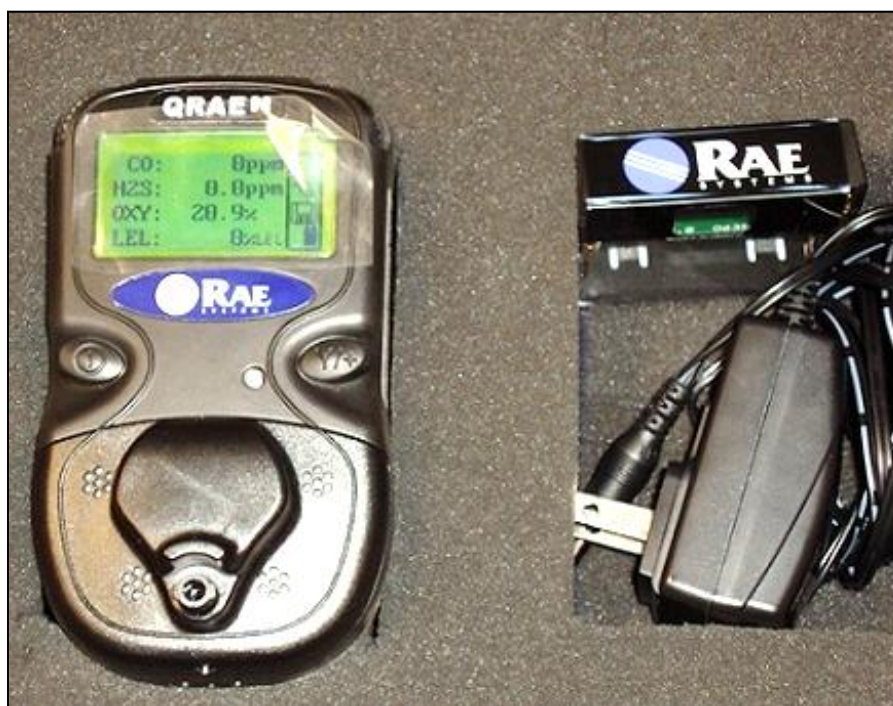
ภาพที่ 3.22 เครื่องวัด Machine Condition Tester

ตารางที่ 3.15 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดความสั่นสะเทือน STANDARD SET (SMP: Shock Pulse Methode) รุ่น T30

Measuring range	0.5 – 49 mm / s RMS (0.02 – 2.0 in / s RMS)
Resolution	0.1 mm / s (0.01 in / s)
Accuracy	0.2 mm / s + 2 % of Reading
Frequency range	3 – 1000 Hz

3.5.7 เครื่องวัดก๊าซ (Multigas Detector)

ผลิตภัณฑ์ RAE SYSTEM รุ่น QRAEN II (ภาพที่ 3.23) สามารถใช้วัดก๊าซได้ทั้งหมด 4 ชนิดด้วยกันคือ ออกซิเจน (O₂), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO) และ Lower Explosive Limit (LEL) C ตาม (ตารางที่ 3.16) เนื่องจากอุปกรณ์ภายในระบบระบายอากาศบางตัวถูกติดตั้งอยู่ในพื้นที่อับอากาศ (Confined Space) ซึ่งก่อนเข้าปฏิบัติงานทุกครั้งจะต้องมีการตรวจวัดอากาศก่อนทำงานทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3.23 เครื่องวัดก๊าซ

ตารางที่ 3.16 ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องวัดก๊าซ RAE SYSTEM รุ่น QRAEN II

Gas Monitor	Range	Accuracy
Oxygen	0 – 30.0 %	0 %
Combustible	0 – 100 %	1 % LEL
Carbon Monoxide	0 – 1000 ppm.	1 ppm.
Hydrogen Sulfide	0 – 100 ppm.	0.1 ppm.

3.5.8 เครื่องคอมพิวเตอร์

เนื่องจากข้อมูลที่ทำกรจดบันทึก และตัวของ Log Sheet ที่เป็นกระดาษ อาจเกิดความเสียหาย ชำรุด ตามสภาพการจัดเก็บ และระยะเวลาในการจัดเก็บ ซึ่งตัวของ Log Sheet เอง ในการจดบันทึกแต่ละเดือนมีจำนวนมาก เพื่อความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศในอุโมงค์นั้น จึงนำข้อมูลต่างๆ เก็บบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยทำการสร้างเป็นตาราง ด้วยโปรแกรม Microsoft office Excel ซึ่งตารางที่สร้างออกแบบมาจะจัดเก็บข้อมูลจำพวก ค่าทางไฟฟ้า ค่าทางกล เป็นต้น

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษา

การจัดเก็บข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในงานบำรุงรักษา เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับ เครื่องจักร อุปกรณ์ และยังสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการทำงานได้อีกด้วย โดยจะรวมไปถึงการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไขการทำงานบำรุงรักษา เพื่อลดงานบำรุงรักษาให้น้อยลง การเก็บข้อมูลควรมีเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ตรวจสอบ ต้องกรอกข้อมูลที่ถูกต้อง มิฉะนั้นหากนำข้อมูลที่ผิดพลาด มาทำการวิเคราะห์ และวางแผนงานแล้ว จะทำให้เกิดความเสียหายได้

เนื่องจากระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน ถือเป็นระบบที่แปลกใหม่สำหรับประเทศไทย ดังนั้นการเก็บข้อมูล การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน รวมไปถึงการซ่อมแซม แก้ไข ปรับแต่งอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องได้รับการฝึกอบรมจากหน่วยงานที่เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้ติดตั้งระบบ เป็นผู้ทำการฝึกอบรมให้ จากนั้นเราก็นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการอบรมมาประยุกต์ใช้ในการระบบที่ต้องทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ เกิดการชำรุดเสียหายก่อนเวลาอันควร เพื่อการพัฒนางานบำรุงรักษางานระบบระบายอากาศภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3.6.1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การเก็บข้อมูลต่างๆจะประยุกต์มาจาก (OMM) มาทำเป็น Log Sheet ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลต่างๆ และนำข้อมูลที่ได้มาเก็บรวบรวมไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft office (Excel) เป็นตัวช่วยในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา ดังต่อไปนี้

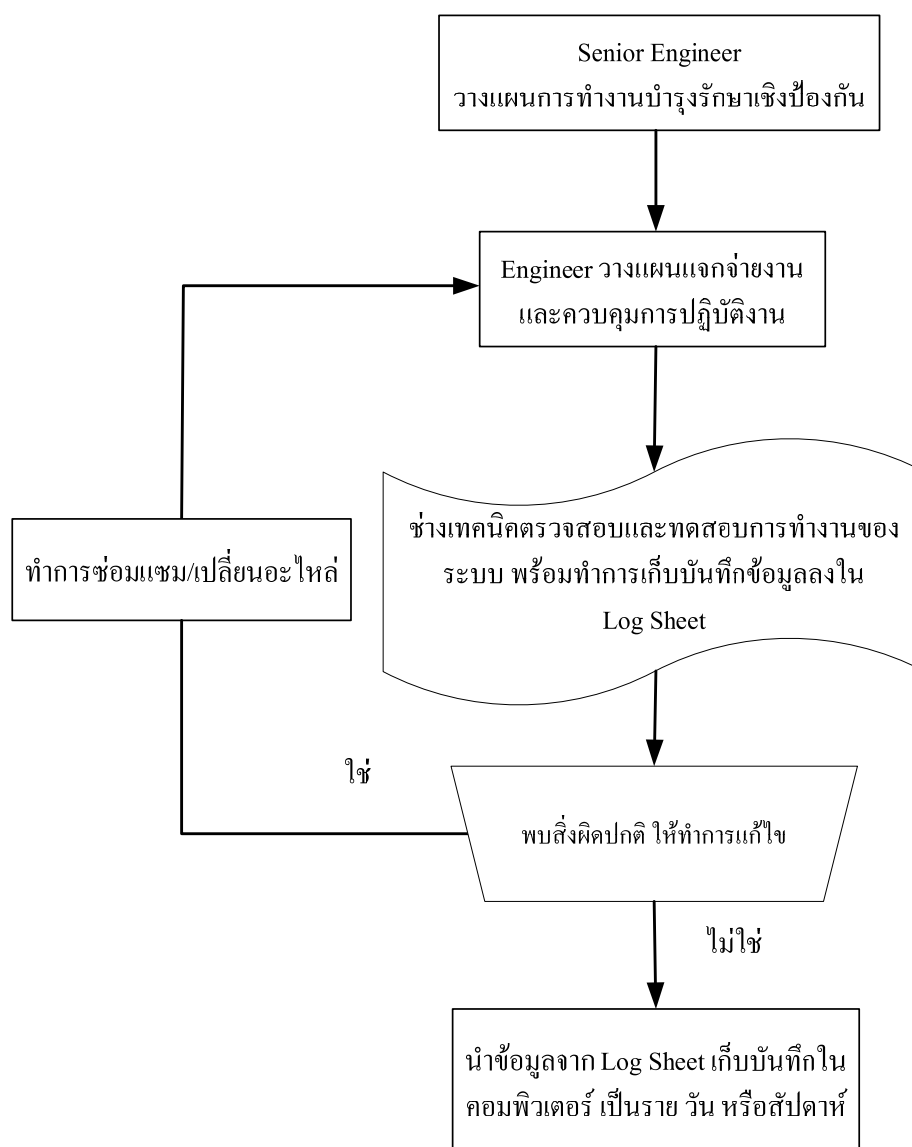
3.6.1.1 Senior Engineer ทำการวางแผนงาน ประสานงาน และเป็นที่ปรึกษาให้กับทีมงานเพื่อทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3.6.1.2 Engineer ทำการวิเคราะห์อาการของอุปกรณ์ หรือการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของ Senior Technician ตรวจสอบการทำงานของ Technician และอุปกรณ์ และติดตามการทำงานของทีมงานที่รับผิดชอบ

3.6.1.3 Senior Technician ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ตรวจสอบการทำงานของ Technician และอุปกรณ์ และติดตามการทำงานของทีมงานที่รับผิดชอบ

3.6.1.4 Technician เป็นผู้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบ และได้รับมอบหมายงาน ดังนี้ การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ การบันทึกค่าต่างๆ ลงใน Log Sheet

3.6.1.5 นำข้อมูลที่ได้บันทึกใน Log Sheet นำไปจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ หรือวิเคราะห์หาอาการผิดปกติของอุปกรณ์ หรือทำรายงานต่างๆ



ภาพที่ 3.24 ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน

3.6.2 แบบฟอร์มจดบันทึกการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Log Sheet)

แบบฟอร์มจดบันทึก (Log Sheet) ของระบบระบายอากาศในอุโมงค์ ถือว่ามีความสำคัญในการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เนื่องจากเครื่องจักร อุปกรณ์ภายในระบบระบายอากาศนั้นมีลักษณะการทำงาน และลักษณะการตรวจสอบการทำงานที่แตกต่างกันไป ทำให้ต้องมีการออกแบบตัวของ Log Sheet ตามชื่อของอุปกรณ์นั้นๆ

การตรวจสอบ และทดสอบการทำงานต่างๆ ของเครื่องจักร อุปกรณ์ ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุอยู่ตัวของ Log Sheet ตามชื่อของอุปกรณ์ ซึ่งในตัว Log Sheet จะระบุค่า Standard Value ของค่าทางไฟฟ้า และค่าทางกลต่างๆ ที่สำคัญ เพื่อให้เราสามารถวิเคราะห์ถึงความผิดปกติของอุปกรณ์เบื้องต้นได้

3.6.2.1 เอกสาร Log Sheet TVF & UPE.F

การเก็บข้อมูลของตัวพัดลม TVF และพัดลม UPE.F จะใช้ Log sheet Fan ในการบันทึกบันทึกค่าทางไฟฟ้า ทางกล และข้อมูลต่างๆ เมื่อผู้ปฏิบัติงานทำตามขั้นตอนในการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของตัวพัดลม ตามเอกสาร Log Sheet จะทำให้รู้ว่ามีสิ่งผิดปกติอะไรเกิดขึ้นกับตัวพัดลม ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะแก้ไขงานเบื้องต้นได้ก่อนที่จะเกิดการขัดข้องที่รุนแรงกับตัวพัดลมได้

WIRE & WIRELESS CO.,LTD.								
TUNNEL VENTILATION SYSTEM								
[FAN]								
CUSTOMER <u>BANGKOK METRO CO.,LTD.</u>		DATE : _____		TIME: _____		TO: _____		
EQUIPMENT NO: _____		MODEL: _____		SERIAL NO: _____				
STATION: _____		Work Order No: _____						
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 1 MONTH								
Period ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13								
1. Inspection Current and voltage by measuring at circuit breaker. (Test run 30-60 minutes)								
Measurment after start motor 30 minutes.		Extract	Supply	Extract	Supply	Extract	Supply	Runtime:
Running Current (Amp)	HIGH SPEED (TVF)	R		S		T		
Running Current (Amp)	LOW SPEED (TVF)	R		S		T		
Running Current (Amp)	UPE FAN	R		S		T		
Supply Voltage (Volt.)		R-S		R-T		S-T		L-N
Vibration Monitor		H		V		A		VIB
2. Check Vibration monitoring and monitoring of bearing								
☐ Check vibration attenuators proper operation against mechanical vibration ☐ Check to relubrication the bearing (greasing 20g / 4000 HR) ☐ Check noise of bearing by earring ☐ Inspection temperature of bearing Ω ☐ Inspection temperature of Winding Ω ☐ Inspection the mechanical vibration on motor ☐ Inspection the mechanical vibration on the impeller								
3. Mechanical starting coupling impeller inspection and check flexible duct								
☐ Check abrasion, corrosion, or dirt deposited on the impeller ☐ Check flexible connection for damage								
		Equipment		Standard Value				
		UPE		≤ 185 amp.				
		TVF		≤ 205 amp.				
		Bearing sensor		$\leq 1500 \Omega$				
		Winding sensor		$\leq 1500 \Omega$				
		Supply Voltage		$380 \pm 10\%$ Volt (342 - 418 V.)				
		Supply Voltage		$220 \pm 10\%$ Volt (198 - 242 V.)				
		Insulation test		$\geq 300 M\Omega$				
		Vibration sensor		≤ 4.5 mm/s				
		UPE		$\geq 144,000 m^3/h$				
		TVF(Supply/Extract)		$\geq 252,000 / \geq 235,440 m^3/h$				
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 12 MONTH								
Period ☐ 1								
1. Mechanical starting coupling impeller inspection and electrical insulation testing								
☐ Check abrasion of the coupling (2000 Hrs. Operate) ☐ Check to replacing the bearing (20,000 - 80,000 Hrs. Operate) ☐ Insulation test @ 500 VDC. $M\Omega$								
2. Simulate test function protection system								
☐ Bearing sensor ☐ Winding sensor ☐ Vibration sensor ☐ Over Current sensor								
3. Measurment volume flow rate m^3/h								
4. Check Anti stall device of UPE.fan only (Ref. Anti stall check list)								
Remark:								
Tested By			Inspected By			Approved By		
.....								

3.6.2.2 เอกสาร Log Sheet Damper

การจัดเก็บข้อมูลของตัว Damper จะใช้ Log Sheet Damper ในการบันทึกค่าทางไฟฟ้าทางกล ขั้นตอนในการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของตัวอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งตัว Damper มีลักษณะการทำงาน และการตรวจสอบเฉพาะ จึงมีการออกแบบตัวเอกสาร Log Sheet ที่แตกต่างกับเอกสาร Log Sheet ตัว TVF & UPE.F

WIRE & WIRELESS CO.,LTD. TUNNEL VENTILATION SYSTEM [DAMPER]														
CUSTOMER <u>BANGKOK METRO CO.,LTD.</u> DATE : _____ TIME: _____ TO: _____ EQUIPMENT NO: _____ MODEL: _____ SERIAL NO: _____ STATION: _____ Work Order No: _____														
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 1 MONTH														
Period ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12 ☐ 13														
1. Inspection Current and voltage by measuring at circuit breaker ☐ Check cable connection (switch box) on Motor	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Measurement</th> <th style="text-align: center;">Standard Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Running Current (Amp)</td> <td style="text-align: center;">≤ 2.9 Amp/Module</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Supply Voltage (Volt.)</td> <td style="text-align: center;">220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)</td> </tr> </tbody> </table>	Measurement	Standard Value	Running Current (Amp)	≤ 2.9 Amp/Module	Supply Voltage (Volt.)	220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Measurement</th> <th style="text-align: center;">Standard Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Running Current (Amp)</td> <td style="text-align: center;">≤ 2.9 Amp/Module</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Supply Voltage (Volt.)</td> <td style="text-align: center;">220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)</td> </tr> </tbody> </table>	Measurement	Standard Value	Running Current (Amp)	≤ 2.9 Amp/Module	Supply Voltage (Volt.)	220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)
Measurement	Standard Value													
Running Current (Amp)	≤ 2.9 Amp/Module													
Supply Voltage (Volt.)	220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)													
Measurement	Standard Value													
Running Current (Amp)	≤ 2.9 Amp/Module													
Supply Voltage (Volt.)	220 Vac $\pm$ 10 % (198 - 242 Vac.)													
2. Inspection damper and damper actuator ☐ Check operation of damper to ensure its fully open-close position within 15 sec. ☐ Check Electric motor temperature, Noise during operation. ☐ Check oil level and leakage of hydraulics oil at component. Repair if necessary. ☐ Check Actuator limit switch, solenoid valve and micro switch during operation. Adjust if necessary. ☐ Inspection mechanical moving of damper such as link, joint and cylinder ☐ Check and cleaning dust, dirt moisture or other contamination. General clean around unit.														
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 6 MONTH														
Period ☐ 1 ☐ 2														
1. Visual inspection ☐ Check casing, blade and linkage on damper that no corrosion and wear. Repair if necessary by zinc rich paint. ☐ Check to replacing any component if them not qualities														
2. Inspection damper actuator ☐ Inspection mechanical moving, check actuator and micro switch. Replacing if them not qualities. ☐ Inspection leakage of hydraulics oil at component. Repair if necessary. ☐ Inspection hydraulics oil level at level glass. To add hydraulics oil if need such low oil or not qualities. ☐ Inspection Motor damper for noise and vibration. ☐ Check operation after maintenance.														
Remark:														
Tested By	Inspected By	Approved By												
1: 2: 3: 4:/...../.....	/...../.....	/...../.....												

3.6.2.3 เอกสาร Log Sheet TVCP

การจัดเก็บข้อมูลของตู้ TVCP ในตัวเอกสาร Log Sheet TVCP จะมีขั้นตอนในการตรวจสอบ และ การกวดขันจุดเชื่อมต่อต่างๆ ตามค่า Tightening Torque ที่มีลักษณะการตรวจสอบเฉพาะ จึงมีการออกแบบตัวเอกสาร Log Sheet ที่แตกต่างกับเอกสาร Log Sheet อื่นๆ

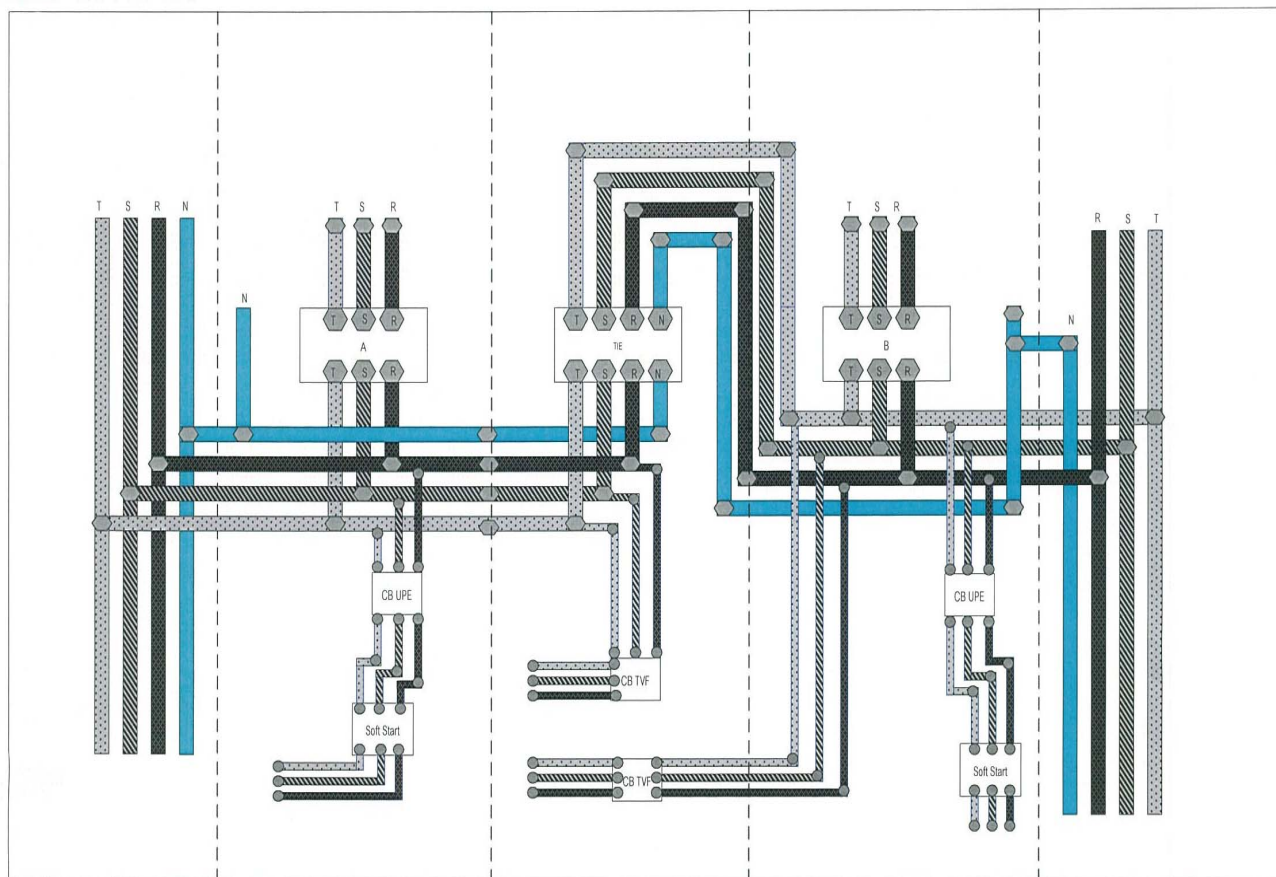
WIRE & WIRELESS CO.,LTD. TUNNEL VENTILATION SYSTEM [TVCP MCC&VCP]												
CUSTOMER <u>BANGKOK METRO CO.,LTD.</u> DATE : _____ TIME: _____ TO: _____												
EQUIPMENT NO: _____ MODEL: _____ SERIAL NO: _____												
STATION: _____ Work Order No: _____												
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 4 MONTH												
Period ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3												
1. Check contaminations and enclosure ☐ Check enclosure, door and mechanical moving. Repair and Replace any damaged or embrittled elastomer seals. ☐ Check temperature level that no over 35 °C ☐ Normal ☐ Abnormal ☐ Check ventilation fan operate properly. Check filter is free from dirt and dust.												
2. Inspection bus bar and cable termination ☐ Check bus bar connection and support there are not any damage or loose of bolting. Re-tightening if necessary. ☐ Check cable and wiring termination its no loose. Re-tightening if necessary.												
3. Inspection metering and indicators.(MCC) and Inspection monitoring & control component. (VCP) ☐ Check to ensure the component are still function correctly. Replace if malfunctional. ☐ Check cable and wiring termination its no loose fastanrers. Re-tightening if necessary.												
4. Inspection and cleaning dust, dirt moisture or other contamination. ☐ Enclosure, Metering & Indicators, Busbar and switching equipment. ☐ General clean around unit.												
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 12 MONTH												
Period ☐ 1												
1. Inspection switching component - Check ACB, MCCB, Control Relays and PLC ☐ Inspection ACB, MCCB to check mechanical no damage or broken. Replace if broken. ☐ Check mechanisms in side ACB, to check interlocking set of ACB and test TIE function. Repair if need. ☐ Insulation test cable and check connection cable, busbar. Repair if need.												
2. Inspection operation of ACB, MCCB, CB contractors of Control relays and operation PLC sytem. ☐ Operating mechanisms check for proper function free from sticking and no damage or broken. Replace if broken. ☐ Check for proper of PLC and relays functioning and free from fault. Repair or replace if required. ☐ Check termination that no loose of power and control circuits can cause control malfunction. Re-tightening. ☐ check contract&coils for excessive wear and dirt accumulations. Vacuum or wipe contracts if necessary. to remove dirt and replace if silver become badly wom.												
Remark:		<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Tightening Torque</th> </tr> <tr> <th>Screw</th> <th>Nm</th> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>19.679</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>38.965</td> </tr> <tr> <td>M12</td> <td>67.964</td> </tr> </table>	Tightening Torque		Screw	Nm	M8	19.679	M10	38.965	M12	67.964
Tightening Torque												
Screw	Nm											
M8	19.679											
M10	38.965											
M12	67.964											
Tested By	Inspected By	Approved By										
1)2) 3)4)/...../.....	/...../.....	/...../.....										

WIRE & WIRELESS CO.,LTD.
TUNNEL VENTILATION SYSTEM (MCC)

DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 4 MONTH

STATION _____ EQUIPMENT NO.: _____ DATE: _____ Work Order No. _____

Period ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3



Tested By

Inspected By

Approved By

.....
.....

.....
.....

.....
.....

3.6.2.4 เอกสาร Log Sheet TVRP & FP

การจัดเก็บข้อมูลของตู้ TVRP & FP จะใช้เอกสาร Log Sheet TVRP & FP ในการบันทึกค่าทางไฟฟ้า ซึ่งในดังเอกสารจะระบุขั้นตอนในการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของตัวอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งตู้ TVRP & FP มีลักษณะการทำงานเหมือนกับ ตู้ TVCP แต่จะมีการตรวจสอบที่แตกต่างจากเอกสาร Log Sheet TVCP จึงมีการออกแบบตัวเอกสารที่แตกต่างกับเอกสาร Log Sheet TVCP

WIRE & WIRELESS CO.,LTD. TUNNEL VENTILATION SYSTEM [TVRP&FP]						
CUSTOMER <u>BANGKOK METRO CO.,LTD.</u>	DATE : _____	TIME: _____ TO: _____				
EQUIPMENT NO: _____	MODEL: _____	SERIAL NO: _____				
STATION: _____	Work Order No: _____					
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 4 MONTH						
Period ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 1. Inspection Current and voltage by measuring at circuit breaker <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Current (Amp)</td> <td style="width: 70%;"></td> </tr> <tr> <td>Supply Voltage (Volt.)</td> <td></td> </tr> </table> 2. Inspection of contamination and enclosure ☐ Cleaning and check dust, dirt, moisture or other contamination ☐ Check enclosure, door and mechanical moving part e.g. hinge, fasteners etc. 3. Monitoring control component ☐ Check to ensure the component are still in function correctly ☐ Check wiring and termination no loose fasteners			Current (Amp)		Supply Voltage (Volt.)	
Current (Amp)						
Supply Voltage (Volt.)						
DESCRIPTION OF MAINTENANCE EVERY 12 MONTH						
Period ☐ 1 1. Inspection control circuit component ☐ Inspection operation of relays ☐ Check by operate for proper functioning ☐ Check contact for excessive wear and dirt accumulations ☐ Check termination coils that no loose of power and control circuit can cause control malfunction ☐ Inspection sequence for control circuit 2. Check operation of PLC ☐ Check for proper of PLC and relays functioning and free from fault. ☐ Check contact for excessive wear and dirt accumulations. ☐ Check termination that no loose of power and control circuits can cause control malfunction. ☐ Check sequence check for control circuit. Remark:						
Tested By	Inspected By	Approved By				
...../...../.....	/...../.....	/...../.....				

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินสถานีพระรามเก้า นั้น ระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์จะต้องมีสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา ถ้าอุปกรณ์ในระบบตัวใดมีปัญหาไม่สามารถทำงานได้ จะต้องทำการแก้ไขให้อุปกรณ์ในระบบสามารถทำงานได้ โดยเร็วที่สุด เนื่องจากระบบระบายอากาศถือเป็น ระบบ Live safely ดังนั้นจะต้องมีการวางแผนทำงานการบำรุงรักษาที่ดีจึงจะทำให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลการวิเคราะห์ผลการ Preventive Maintenance of Tunnel Ventilation System (TVS) ดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 ตารางแสดงความสำคัญของอุปกรณ์ในระบบ Tunnel Ventilation System

No.	Equipment or System	Standby Unit	Class Level		
			Class A	Class B	Class C
1	TVF	NO	A	-	-
2	UPE	NO	A	-	-
3	Damper	NO	A	-	-
4	MCC	NO	-	B	-
5	TVCP	NO	A	-	-
6	TVRP & FP	NO	A	-	-

Description

- Class A: Major equipment : ไม่มีอุปกรณ์อื่นๆ มาทดแทนได้ หากเกิด Break down
- Class B: Minor equipment : มีอุปกรณ์สำรอง (stand by) ทำงานทดแทนได้หากเกิด Break down
- Class C: None effect equipment : ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานโดยรวมของระบบ