เอกสารประกอบการสอน
การซ่อมบำรุงระบบราง
(Introduction to Railway Maintenance)

จัดทำโดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. ดร.เทอดเกียรติ ลิมปิทีปราการ
2. ดร.วีรยุทธ เจริญรุ่งเรืองกิจ
3. คุณวัฒนา สมานจิตร
4. ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ
5. คุณอดิศร สิงหกาญจน์
6. รศ. ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช
7. ดร.ประสิทธิพล โสวาปี

สนับสนุนโดย

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

สารบัญ

	หน้า
หน่วยที่ 1 แนวคิดพื้นฐานการซ่อมบำรุง	1
หน่วยที่ 2 การบริหารงานซ่อมบำรุง	9
หน่วยที่ 3 แนวทางการบำรุงรักษา	25
หน่วยที่ 4 หลักการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ	36
หน่วยที่ 5 โรงซ่อมบำรุง	51
หน่วยที่ 6 กรณีศึกษาที่ 1 หลักการซ่อมบำรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย	68
หน่วยที่ 7 กรณีศึกษาที่ 2 การซ่อมบำรุงทางในโครงการปรับปรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย	81
หน่วยที่ 8 กรณีศึกษาที่ 3 การบริหารงานซ่อมบำรุงล้อและรางเลื่อน	110
หน่วยที่ 9 กรณีศึกษาที่ 4 ระบบสัมพันธ์อาณัติสัญญาณที่เป็นคอมพิวเตอร์	121
หน่วยที่ 10 กรณีศึกษาที่ 5 ระบบไฟฟ้ารถไฟฟ้าใต้ดิน	134
หน่วยที่ 11 กรณีศึกษาที่ 6 เส้นทางวิ่งรถไฟฟ้าและงานโยธา	146
หน่วยที่ 12 กรณีศึกษาที่ 7 การซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า	161
หน่วยที่ 13 กรณีศึกษาที่ 8 การซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณ	165
หน่วยที่ 14 กรณีศึกษาที่ 9 การซ่อมบำรุงระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้า	177
หน่วยที่ 15 กรณีศึกษาที่ 10 การซ่อมบำรุงระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ	184

หน่วยที่ 1
แนวคิดพื้นฐานการซ่อมบำรุง

1.1 คำศัพท์และคำนิยาม

การซ่อมบำรุง (maintenance)

คือ กิจกรรมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งนี้ยังรวมถึงการซ่อมแซมด้วยเพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานได้

วิศวกรรมการซ่อมบำรุง (maintenance engineering)

คือ กิจกรรมที่เกี่ยวกับงานซ่อมบำรุงที่เกิดมาจากการวางแผนไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยหลักการ กฎเกณฑ์และความต้องการด้านเทคนิคมาสร้างกิจกรรมดังกล่าว ทั้งนี้ทำให้การซ่อมบำรุงดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance)

คือ กิจกรรมการซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นจากการวางแผนไว้ล่วงหน้าซึ่งมีกำหนดการทำงานชัดเจน เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องจักรจะทำงานได้ตามปกติ ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการตรวจเช็คและการปรับแต่ง (checking and reconditioning) กิจกรรมเหล่านี้เป็นกระบวนการกระทำเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายหรือทำงานผิดปกติมากกว่าการซ่อมแซมหลังจากเกิดความผิดปกติ นอกจากนี้ยังเป็นการยากที่จะบ่งบอกได้ว่าส่วนไหนของระบบจะต้องทำการซ่อมบำรุง เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดและความซับซ้อนขององค์กรผลผลิตหรือบริการที่ต้องการ

การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) หรือ CM

คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่/=วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Prevention)

คือ การดำเนินการใดๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการซ่อมบำรุง หรือมีแต่น้อยที่สุด ตัวอย่างเช่น การออกแบบอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ

การซ่อมบำรุงทวีผล (Productive Maintenance)

คือ การซ่อมบำรุงที่นำเอาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง และการป้องกันการซ่อมบำรุงมาประกอบเข้าด้วยกัน

การซ่อมบำรุงทวีผลรวม (Total Productive Maintenance) หรือ TPM

คือ การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตามสายงานต่างๆ มาช่วยงานซ่อมบำรุงเพิ่มเติมนอกเหนือจากผู้ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงโดยตรง

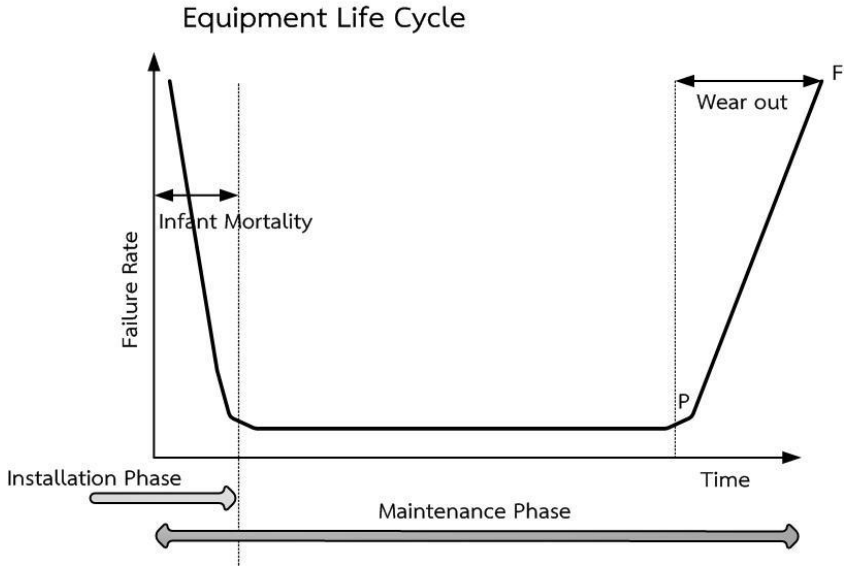
1.2 แนวคิดพื้นฐานการซ่อมบำรุง

1.2.1 ความสำคัญและความจำเป็น

เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่างๆทุกอย่างย่อมต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพเมื่อมีการใช้งาน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวถ้าไม่ได้รับการซ่อมบำรุงฟังชั่นการทำงานก็จะไม่ได้เป็นไปตามที่ได้ถูกออกแบบไว้ หรือไม่สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันที่ต้องการ นอกจากนี้ ผลของมันอาจนำไปสู่ความเสียหายทั้งทางด้านการเงิน ด้านชีวิตและทรัพย์สิน และรวมไปถึงสภาพแวดล้อมด้วย

ในระบบรถไฟฟ้า หรือขบวนรถไฟทั่วไปนั้นจะประกอบไปด้วย อุปกรณ์และชิ้นส่วนมากมายที่รวมกันเป็นระบบต่างๆ เช่น ล้อและรางเลื่อน (rolling stock) ระบบราง (track system) ระบบอาณัติสัญญาณ (signaling system) ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า (power supply system) ระบบสื่อสาร (communication system) และระบบสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ถึงแม้ว่าระบบต่างๆเหล่านี้จะสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ถ้าหากได้ผ่านกระบวนการการซ่อมบำรุง ไม่ว่าจะเป็น การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) การซ่อมบำรุงแบบตรวจสภาพ (condition-monitoring maintenance) หรือ การซ่อมบำรุงแบบปรับปรุงหน้างาน (design- out maintenance) แต่ในระยะยาวแล้วเราไม่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายได้อย่างสมบูรณ์

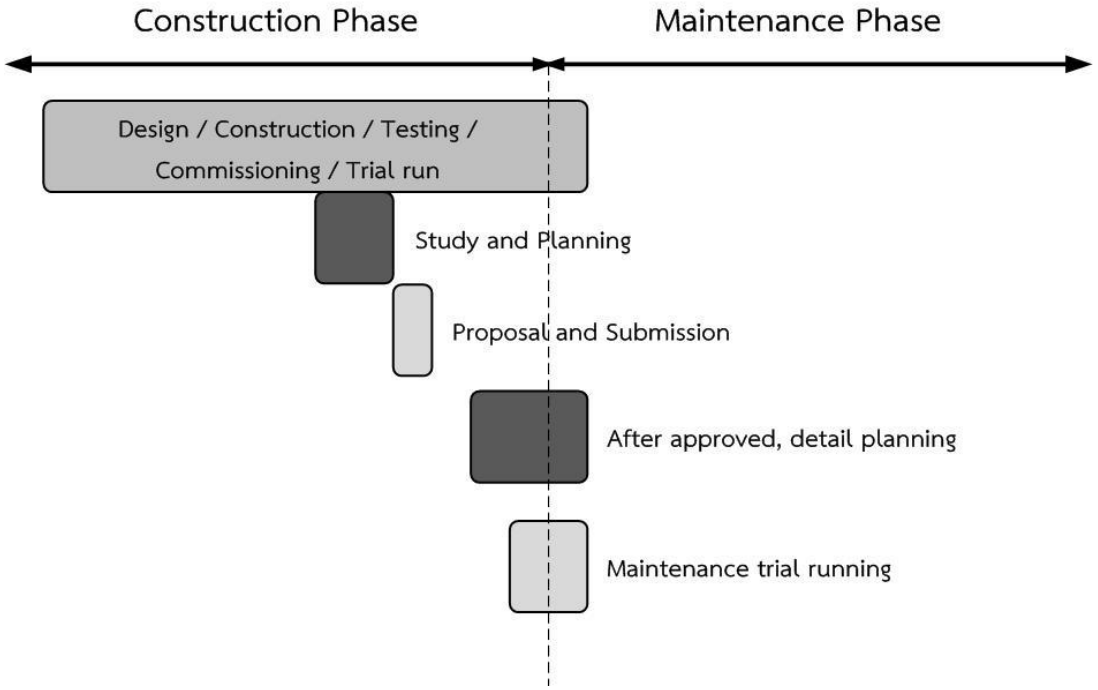
ดังนั้นจึงยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการเปลี่ยนอะไหล่หรืออุปกรณ์ในระบบดังกล่าวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็น การซ่อมแบบยกเครื่อง (Overhaul) หรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ รูปที่ 1-1 แสดงวัฏจักรของการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการเสียหาย (failure rate) จะมีสูงในช่วงการติดตั้ง (installation phase) หลังจากนั้นก็จะคงที่และจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งอย่างรวดเร็ว (wear out) จนไม่สามารถซ่อมบำรุงได้



รูปที่ 1-1 อัตราการเสียหาย (failure rate) ในช่วงเวลาต่างๆของการซ่อมบำรุง

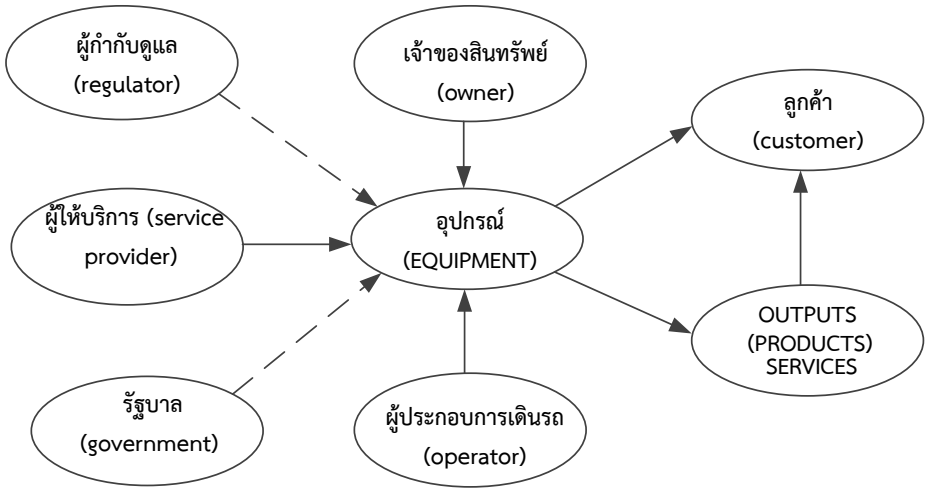
ในอดีต การซ่อมบำรุงระบบต่างๆมักจะเป็นการซ่อมบำรุงแบบแก้ไข (corrective maintenance) เพื่อทำให้ระบบสามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ ดังนั้นการซ่อมบำรุงแบบแก้ไขจะกระทำโดยพนักงานซ่อมบำรุงซึ่งถือเป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการตามปกติ เนื่องจากในช่วงแรกการซ่อมบำรุงแบบแก้ไขโดยส่วนใหญ่ไม่ได้นำไปพิจารณาร่วมกับการออกแบบ หรือในการวางแผนการดำเนินงานซ่อมบำรุง ในช่วงต่อมาได้มีการนำการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมาใช้มากขึ้น ทั้งนี้เมื่อมีการวิเคราะห์แล้วว่าประโยชน์ที่ได้รับมีมากกว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังต้องมีการพิจารณาความเหมาะสมของการประยุกต์ใช้การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเนื่องจากต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ที่ค้อนข้างซับซ้อน

ในปัจจุบันการซ่อมบำรุงเริ่มให้ความสำคัญตั้งแต่ช่วงของการออกแบบซึ่งนำไปสู่แนวคิดเรื่อง ความสะดวกในการซ่อมบำรุง (maintainability) อีก นอกจากนี้เมื่อเจาะจงลงไปในระบบรถไฟฟ้าแล้ว การที่ฝ่ายซ่อมบำรุงได้มีส่วนร่วมตั้งแต่ระยะการก่อสร้าง ไปจนถึงการติดตั้งก็จะยิ่งทำให้การซ่อมบำรุงเกิดประสิทธิภาพสูงสุดดังแสดงในรูปที่ 1-2



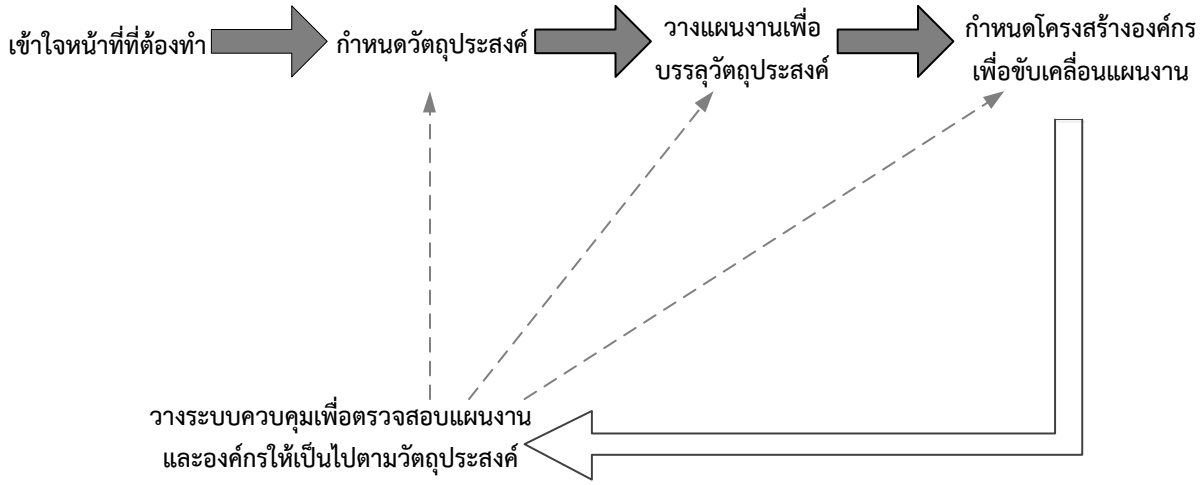
รูปที่ 1-2 ในการซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า ฝ่ายซ่อมบำรุงต้องร่วมตั้งแต่ระยะการก่อสร้าง

1.2.2 ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการซ่อมบำรุง



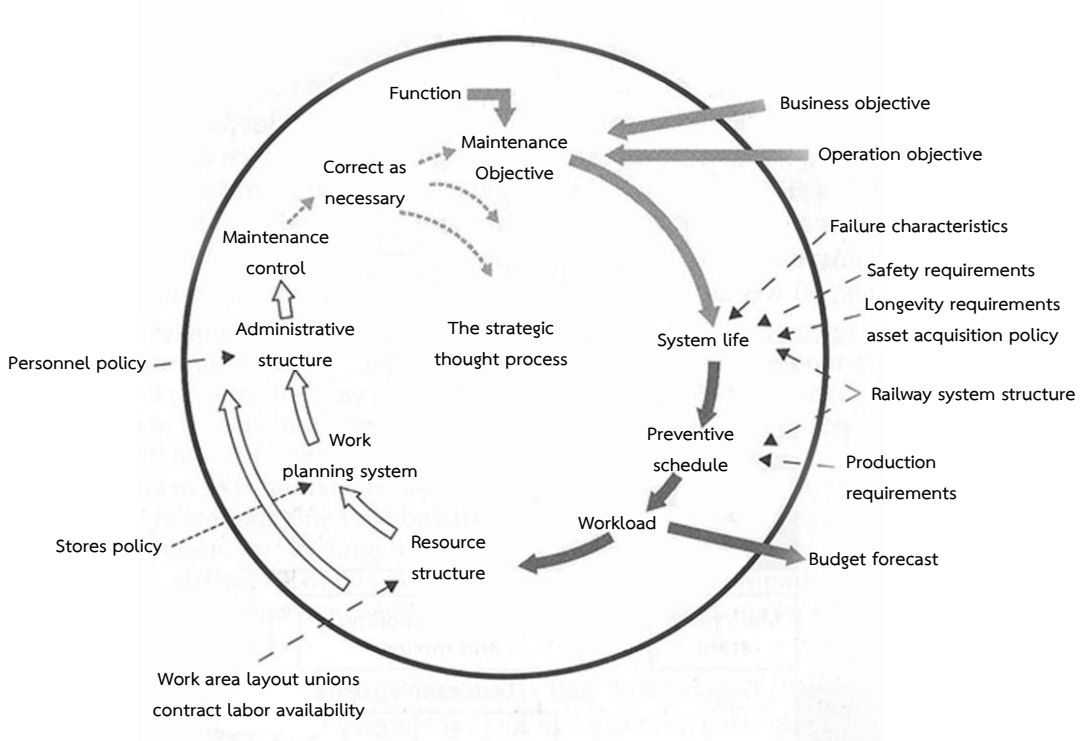
รูปที่ 1-3 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการซ่อมบำรุงในระบบขนส่งทางราง [2]

โดยทั่วไปแล้ว การวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการซ่อมบำรุงถือเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงเป็นอันดับแรกในการซ่อมบำรุงโดยทั่วไปมีผู้ที่เกี่ยวข้องหลายภาคส่วนดังแสดงในรูปที่ 1-3 ตัวอย่างเช่น ผู้กำกับดูแล (regulator) เจ้าของสินทรัพย์ (owner) ลูกค้า (customer) ผู้ประกอบการเดินรถ (operator) รัฐบาล (government) ผู้ให้บริการ (service provider) ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างองค์กรจะต้องคำนึงถึงความเชื่อมโยงของผู้เกี่ยวเหล่านี้ด้วย รูปที่ 1-4 แสดงความเชื่อมโยงของงานซ่อมบำรุงกับการจัดโครงสร้างองค์กร ซึ่งเริ่มจากการเข้าใจหน้าที่ที่ต้องทำขององค์กรก่อนจากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์ แผนงาน และโครงสร้างขององค์กร



รูปที่ 1-4 ความเชื่อมโยงระหว่างงานซ่อมบำรุงกับวัตถุประสงค์ขององค์กร [2]

1.2.3 ความเชื่อมโยงระหว่างวัตถุประสงค์ของหน่วยงานต่างๆ

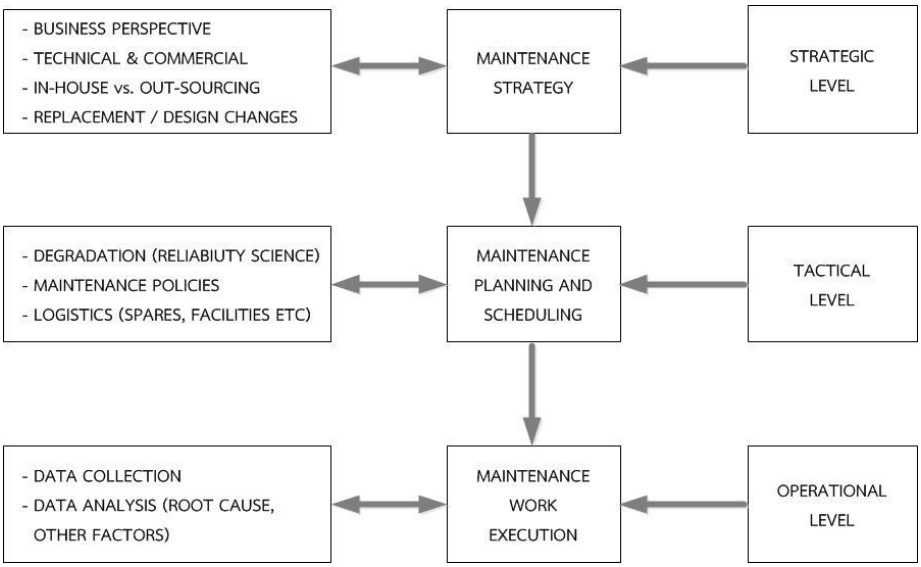


รูปที่ 1-5 ความเชื่อมโยงขององค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุง [3]

จากที่กล่าวมาแล้วในการกำหนดวัตถุประสงค์การซ่อมบำรุง (maintenance objectives) ของระบบหรืออุปกรณ์ใดๆก็แล้วแต่ เราจำเป็นจะต้องเข้าใจหน้าที่ (function) เสียก่อน แต่ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ (business objective) และวัตถุประสงค์ของฝ่ายปฏิบัติการ (operation objective) ประกอบด้วย นอกจากนี้ยังต้องเข้าใจช่วงชีวิตของระบบ (system life) จึงจะทำให้สามารถกำหนดตารางการซ่อมบำรุง โดยเฉพาะกำหนดการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive schedule) ซึ่งทำให้เกิดภาระงาน (workload) ทั้งนี้ผู้ให้บริหารจะต้องกำหนดโครงสร้างการใช้ทรัพยากร (resource structure) ระบบวางแผนงาน (work planning system) โครงสร้างองค์กร (administrative structure) การควบคุมและการปรับปรุงที่จำเป็นเพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงที่ต้องการได้

1.2.4 วัตถุประสงค์การซ่อมบำรุง

ในทางทฤษฎี วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆในระบบขนส่งทางรางก็เพื่อให้ได้จุดเหมาะสมในการใช้ทรัพยากรกับผลผลิตที่ได้จากระบบ แต่ในความเป็นจริงหน่วยงานซ่อมบำรุงจะต้องเกี่ยวข้องกันหลายฝ่าย เช่น หน่วยงานที่ทำหน้าที่ใช้ระบบหรืออุปกรณ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย หน่วยงานด้านบริหารจัดการ ดังนั้นการหารือร่วมกันกับทุกหน่วยงานในการตั้งวัตถุประสงค์ของหน่วยงานซ่อมบำรุงจึงต้องมีความจำเป็น เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและมีความปลอดภัยในการใช้งาน [1]



รูปที่ 1-6 วัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันในหน่วยงานแต่ละระดับ [2]

รูปที่ 1-6 แสดงความเชื่อมโยงของการบริหารการซ่อมบำรุง ตั้งแต่ระดับกลยุทธ์ (strategic level) ระดับยุทธวิธี (tactical level) และระดับปฏิบัติการ (Operation Level) ทั้งนี้ในระดับกลยุทธ์จะเน้นไปที่การมองภาพรวมของธุรกิจ การกำหนดนโยบายทั้งด้านเทคนิคและด้านการดำเนินงาน การกำหนดแนวทางการติดสินใจสำคัญๆในการบริหารงานซ่อมบำรุง สำหรับในระดับยุทธวิธี จะเน้นที่การวางแผนงาน (planning) และกำหนดการ (scheduling) เพื่อลงปฏิบัติงาน และในระดับปฏิบัติการจะเน้นการนำแผนงานที่วางไว้ไปดำเนินการทั้งนี้ยังรวมถึงการเก็บข้อมูลเพื่อสรุปผลการปฏิบัติงานด้วย

โดยสรุปแล้ว วัตถุประสงค์การซ่อมบำรุงก็เพื่อให้ระบบหรืออุปกรณ์มีความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลาด้วยค่าที่ใช้จ่ายที่เหมาะสม มีความปลอดภัย และได้สมรรถนะตามเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ถ้าจะกำหนดให้ชัดเจนขึ้นไปอีก วัตถุประสงค์การซ่อมบำรุงจะประกอบด้วย การปรับปรุงขั้นตอนการซ่อมบำรุง การลดจำนวนงานความถี่และความซับซ้อนของการซ่อมบำรุง การประยุกต์ใช้เทคนิคหรือทักษะที่ไม่ยากในการซ่อมบำรุง การลดจำนวนของวัสดุและอะไหล่ที่ใช้ การสร้างโปรแกรมการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการซ่อมบำรุง การปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร

1.2.5 วิธีการซ่อมบำรุง

ในอดีต การซ่อมบำรุงมักจะเป็นการซ่อมบำรุงแบบซ่อมเมื่อเสีย (breakdown maintenance) เพื่อทำให้ระบบต่างๆสามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ การซ่อมบำรุงแบบนี้จะกระทำโดยพนักงานซ่อมบำรุงซึ่งถือเป็นกิจกรรมที่พนักงานต้องดำเนินการตามปกติ ในช่วงต่อมาได้มีการนำการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) มาใช้เนื่องจากได้มีการวิเคราะห์แล้วว่าประโยชน์ที่ได้รับมีมากกว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นซึ่งกิจกรรมหลักก็คือ การตรวจเช็ค การบำรุงรักษา การเปลี่ยนอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆตามวาระที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังมีการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข (corrective maintenance) ที่เน้นการปรับปรุงระดับความหน้าเชื่อถือได้ของอุปกรณ์ (equipment reliability) ความปลอดภัย และอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน (design weakness) แต่กระนั้นค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงก็ยังคงมีสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของทั้งองค์กร ดังนั้นในช่วงต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการซ่อมบำรุงที่เรียกว่า การซ่อมบำรุงตามสภาพใช้งาน (condition-based maintenance) ซึ่งจะอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษต่างๆเข้ามาติดตั้งเพื่อติดตามพฤติกรรมการทำงานของอุปกรณ์แต่ก็ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการเนื่องจากมีเทคนิคการวิเคราะห์ที่ค้อนข้างซับซ้อน นอกจากนี้ ยังมีการซ่อมบำรุงแบบปรับปรุงหน้างาน (design-out maintenance) ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนเลิกผลิตชิ้นส่วนดังกล่าว

ในปัจจุบันการซ่อมบำรุงเริ่มให้ความสำคัญตั้งแต่ช่วงของการออกแบบซึ่งนำไปสู่แนวคิดเรื่อง ความสะดวกในการซ่อมบำรุง (maintainability) กล่าวคือ การออกแบบอุปกรณ์จะเน้นที่การซ่อมบำรุงด้วยวิธีการและขั้นตอนที่ง่ายและกระทำได้รวดเร็ว การประยุกต์ใช้แนวคิดของการบริหารความเสี่ยงมาใช้ในการซ่อมบำรุง (risk based maintenance) ที่เน้นการวิเคราะห์หาผลกระทบของความบกพร่องของอุปกรณ์ต่อความปลอดภัยและคุณภาพการให้บริการ และความเสียหายทางการเงินก่อนเพื่อที่จะได้กำหนดประเภทของการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข และการซ่อมบำรุงตามสภาพใช้งาน [4]

อ้างอิง

[1] ภัคดี จิระภาพันธ์. (2554). เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง Maintenance Concept & Experience. งานวิศวกรรมแห่งชาติ

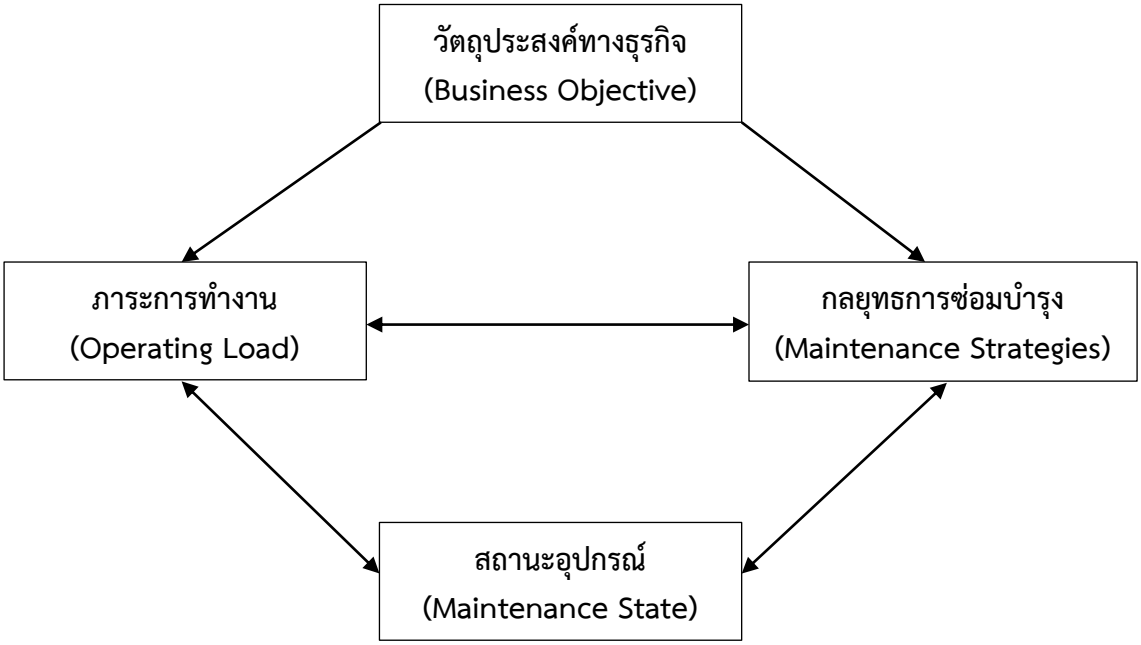
[2] Kobbacy, K.A.H. and Murthy, D.N.D, Complex System Maintenance Handbook, springer, 2008

[3] Kelly . A, Maintenance System and Documentation. Elsevies Ltd, 2006

[4] หลักฐาน ทองนพคุณ. (2557). เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง Root Cause Analysis & Risk Based Maintenance in Railway Industry.

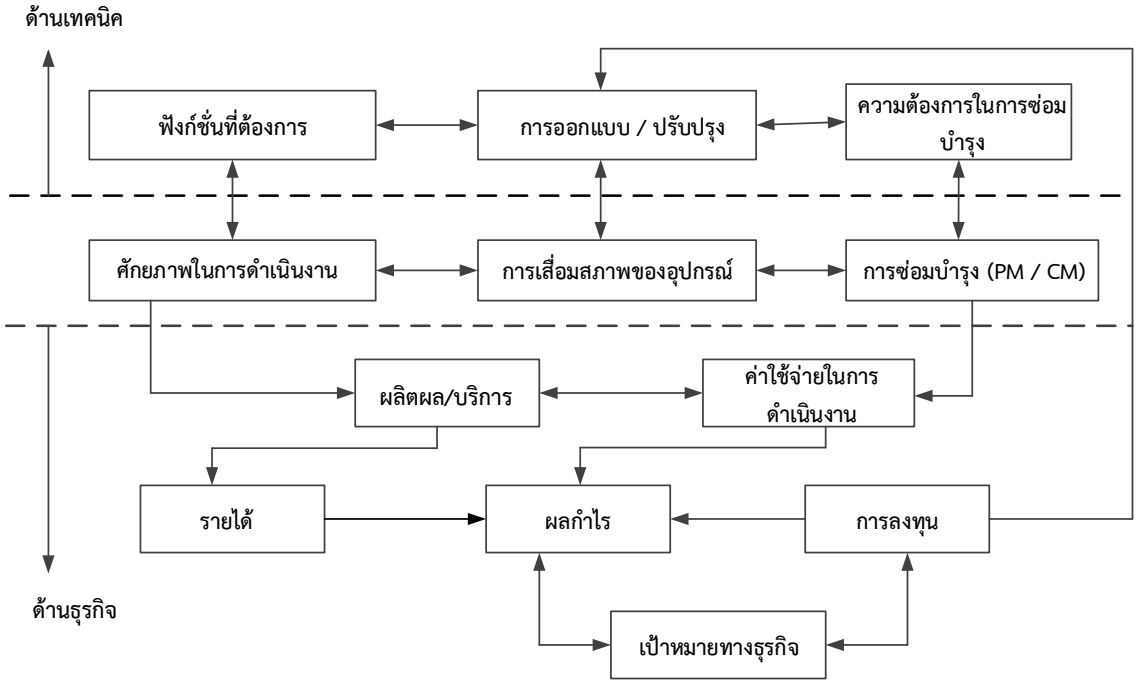
หน่วยที่ 2
การบริหารงานซ่อมบำรุง

2.1 กลยุทธในการซ่อมบำรุง



รูปที่ 2-1 องค์ประกอบสำคัญในการวางแผนกลยุทธของการจัดการงานซ่อมบำรุง [2, PP 241]

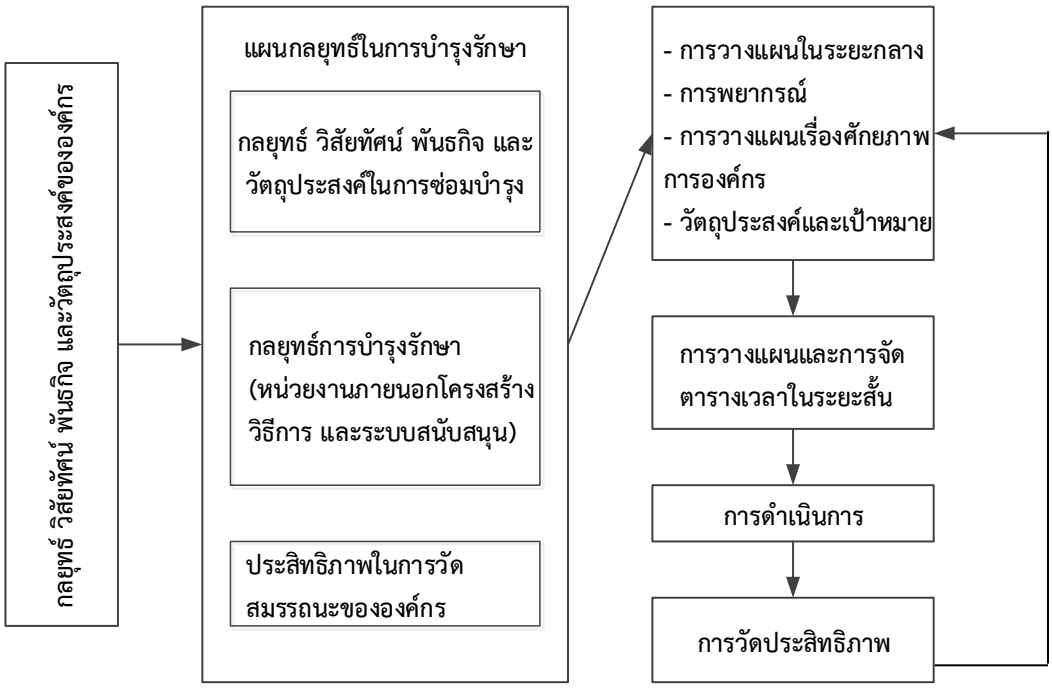
ในอดีตการซ่อมบำรุงไม่ได้ถูกบรรจุไว้ในแผนกลยุทธขององค์กร ดังนั้นการวางแผนการซ่อมบำรุงมักจะมากระทำหลังจากองค์กรก่อตั้งมาแล้ว แต่ในปัจจุบันถือว่าเป็นหัวใจหลักในการดำเนินธุรกิจโดยเฉพาะด้านการให้บริการที่ต้องอาศัยความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์ (equipment availability) อย่างสูง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงกลยุทธการดำเนินงานก็อาจส่งผลต่อการเลือกใช้อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆได้ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรในการซ่อมบำรุงให้ได้ประโยชน์สูงสุด เราจะต้องไม่มองเฉพาะบริบทของการเสียหายของระบบหรืออุปกรณ์ และผลกระทบของมันเท่านั้น แต่จะต้องมองไปถึงระยะยาวที่ได้นำปัจจัยทั้งด้านเทคนิคและด้านธุรกิจเข้ามาพิจารณาด้วยไม่ว่าจะเป็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงด้านสังคม ด้านภูมิศาสตร์ หรือด้านการลงทุน นอกจากนี้ถ้ามองลึกลงไปในองค์กรเราต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ทางธุรกิจ ภาระการทำงานและสถานะของอุปกรณ์เพื่อจะได้กำหนดกลยุทธในการซ่อมบำรุงอย่างถูกต้องตรงตามความจำเป็นและความต้องการของการใช้งาน ในบางครั้งอาจจำเป็นที่จะต้องใช้บริการจากหน่วยงานภายนอก (Outsourcing) ก็อาจมีความจำเป็น สุดท้ายการวางแผนกลยุทธจะต้องมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงร่วมอยู่ด้วย



รูปที่ 2-2 แสดงความแตกต่างระหว่างส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้านเทคนิคกับส่วนที่เกี่ยวกับธุรกิจ [3, PP 7]

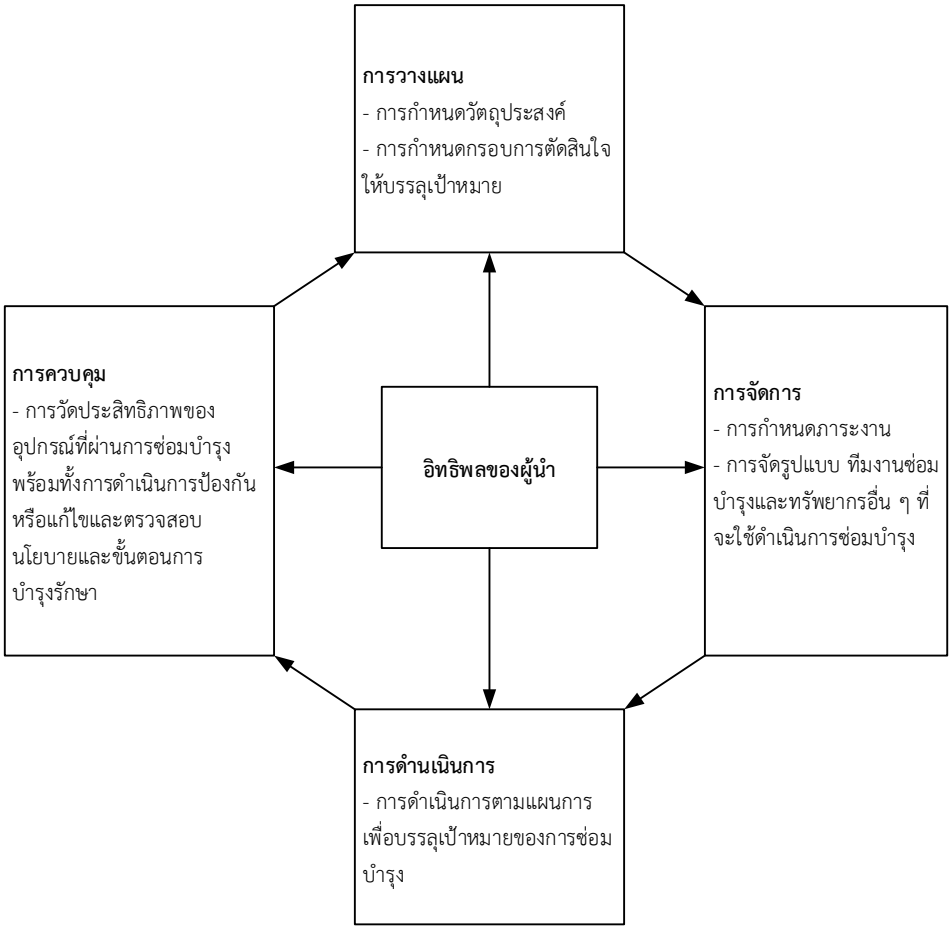
ในการบริหารงานซ่อมบำรุงที่ต้องเข้าใจเป็นอันดับแรก คือ ความแตกต่างระหว่างด้านเทคนิคและงานด้านธุรกิจ ในงานด้านเทคนิคนั้นจะเริ่มต้นจากการกำหนดฟังชั่นที่ต้องการ (Functional requirement) เสียก่อนจึงนำไปสู่การออกแบบหรือปรับปรุงอุปกรณ์ (Design/Upgrade) ซึ่งจะนำไปสู่ความต้องการในการซ่อมบำรุง (Maintenance ability requirement) ทั้งนี้ฟังชั่นที่ต้องการนั้นจะสัมพันธ์โดยตรงกับศักยภาพในการดำเนินงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และการซ่อมบำรุงทั้งแบบเชิงป้องกัน (Prevertive Maintenance) และแบบเชิงปรับปรุง (Corrective Maintenance) สำหรับในด้านธุรกิจแล้วผลผลิต (บริการที่ได้จากการดำเนินการ) ย่อมทำให้เกิดรายได้ ซึ่งนำไปสู่กำไรตามเป้าหมายทางธุรกิจที่ได้วางไว้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ลืมว่าจะต้องมีค่าใช้จ่ายทั้งด้านการดำเนินการและการลงทุน รูปที่ 2-2 แสดงความเชื่อมโยงของส่วนต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมด

โดยสรุปกลยุทธของหน่วยงานซ่อมบำรุงถือว่ามีความสำคัญและถูกกำหนดโดยขึ้นอยู่บนพื้นฐานของวัตถุประสงค์และกลยุทธขององค์กร ความเข้าใจในความจำเป็นของหน่วยงานการซ่อมบำรุงจะต้องถูกกำหนดไว้ในโครงสร้างองค์กรและระบบสนับสนุนที่ชัดเจน จากนั้นจึงขึ้นขั้นตอนของการวางแผนในระยะกลางซึ่งโดยปกติจะอยู่ในช่วง 1 เดือน 1 ปี สุดท้ายจึงค่อยมาวางแผนในระยะสั้นซึ่งมักจะอยู่ในแต่ละช่วงของสัปดาห์



รูปที่ 2-3 แสดงความเชื่อมโยงระห่วางการบริหารจากระดับบนสู่ระดับล่าง [2, PP 224]

2.2 องค์ประกอบการบริหารงานซ่อมบำรุง

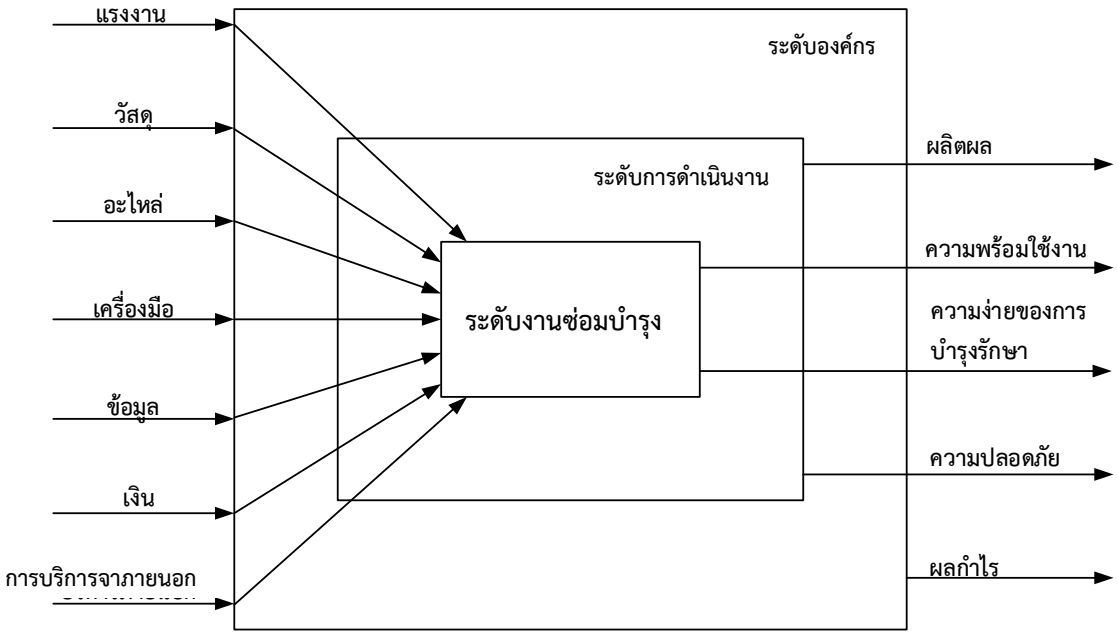


รูปที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบสำคัญในการบริหารงานซ่อมบำรุง [2, PP 95]

องค์ประกอบของงานการบริหารงานซ่อมบำรุงส่วนมากแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ การวางแผน (Planing) การจัดการ (Management) การดำเนินงาน (Operation) และการควบคุม (Controling) ซึ่งผู้ที่มีบทบาทมากที่สุดย่อมหนีไม่พ้นผู้นำองค์กรนั้นเอง เนื่องจากเป็นผู้ที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแต่ละส่วน รูปที่ 2-4 แสดงองค์ประกอบสำคัญในการบริหารงานซ่อมบำรุง

2.3 การวางแผน (Planning)

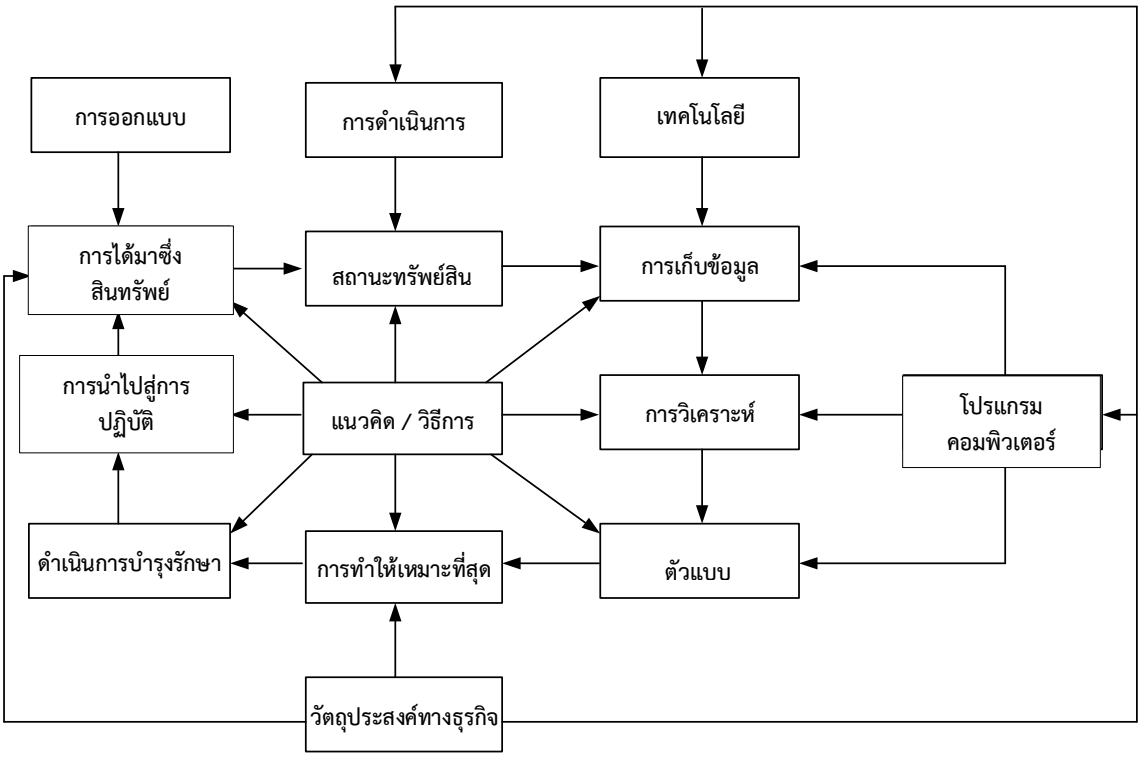
2.3.1 กระบวนการวางแผน



รูปที่ 2-5 แสดงปัจจัยขาเข้าและขาออกของกระบวนงานซ่อมบำรุง [2, PP 238]

ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงอาจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดังองค์กร ระดับการดำเนินงาน และระดับงานซ่อมบำรุง ซึ่งปัจจัยนำเข้าหลักๆ สำหรับงานซ่อมบำรุงจะประกอบด้วย แรงงาน (Laber) วัสดุ (Material) อะไหร่ (Spares) เครื่องมือ (Tools) ข้อมูลสารสนเทศ (Information) เงิน (Money) และการบริการจากภายนอก (External Services) โดยปัจจัยนำออกจะแตกต่างกันไปในแต่ละส่วน ตัวอย่างเช่นในระดับองค์กรจะต้องอ้างอิงถึงผลกำไร ในระดับการดำเนินงานก็จะอ้างอิงผลผลิต (บริการ) และความปลอดภัย และในระดับการซ่อมบำรุงก็จะอ้างอิงความพร้อมใช้งานและความง่ายของการบำรุงรักษา รูปที่ 2-3 แสดงความเชื่อมโยงของส่วนต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงมาทั้งหมด

2.3.2 ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการวางแผนงานซ่อมบำรุง



รูปที่ 2-6 ความเชื่อมโยงของปัจจัยที่ใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุง [3, PP 7]

รูปที่ 2-6 แสดงความเชื่อมโยงทั้งแนวคิดและวิธีการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงโดยมีข้อมูลนำเข้าเป็นรายละเอียดในการออกแบบ ทั้งนี้ทุกองค์ประกอบจะขึ้นอยู่กับแนวคิดและวิธีการที่เหมาะสมที่มาจากการกำหนดโดยผู้บริหารระดับสูง

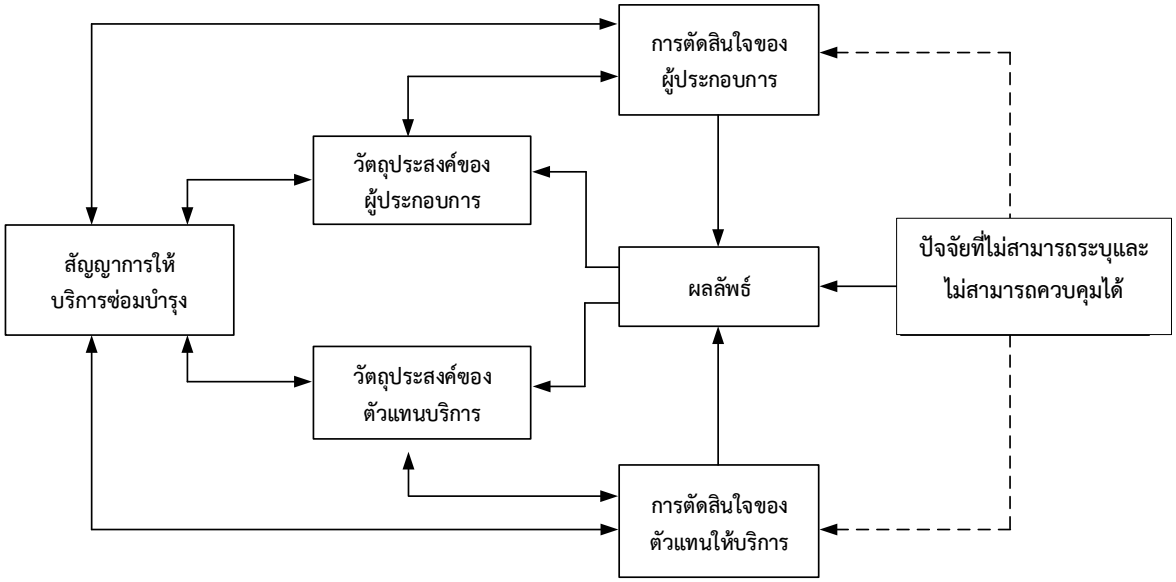
2.3.3 การจัดลำดับความสำคัญ

ลำดับ	กรณี	กรอบเวลาที่ควรเริ่มต้น	ประเภทของงาน
1	กรณีฉุกเฉิน	การทำงานควรเริ่มทันที	งานซ่อมบำรุงจะมีผลกระทบทันทีกับความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม คุณภาพหรือจะปิดการดำเนินงาน
2	กรณีเร่งด่วน	การทำงานควรเริ่มภายใน 24 ชั่วโมง	งานซ่อมบำรุงอาจจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือปิดการดำเนินงาน
3	กรณีปกติ	การทำงานควรเริ่มภายใน 48 ชั่วโมง	งามซ่อมบำรุงมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานภายในหนึ่งสัปดาห์
4	ตามตารางเวลาที่กำหนด	การทำงานจะเริ่มตามตารางเวลาที่กำหนด	การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและการซ่อมบำรุงประจำที่อยู่ในแผนงานที่กำหนดไว้
5	กรณีที่สามารถเลื่อนได้	การทำงานควรเริ่มเมื่อมีสภาพความพร้อมหรือในช่วงเวลาปิดทำการ	การทำงานที่ไม่มีผลกระทบกับความปลอดภัย สุขภาพ สิ่งแวดล้อมหรือการดำเนินงานการผลิต

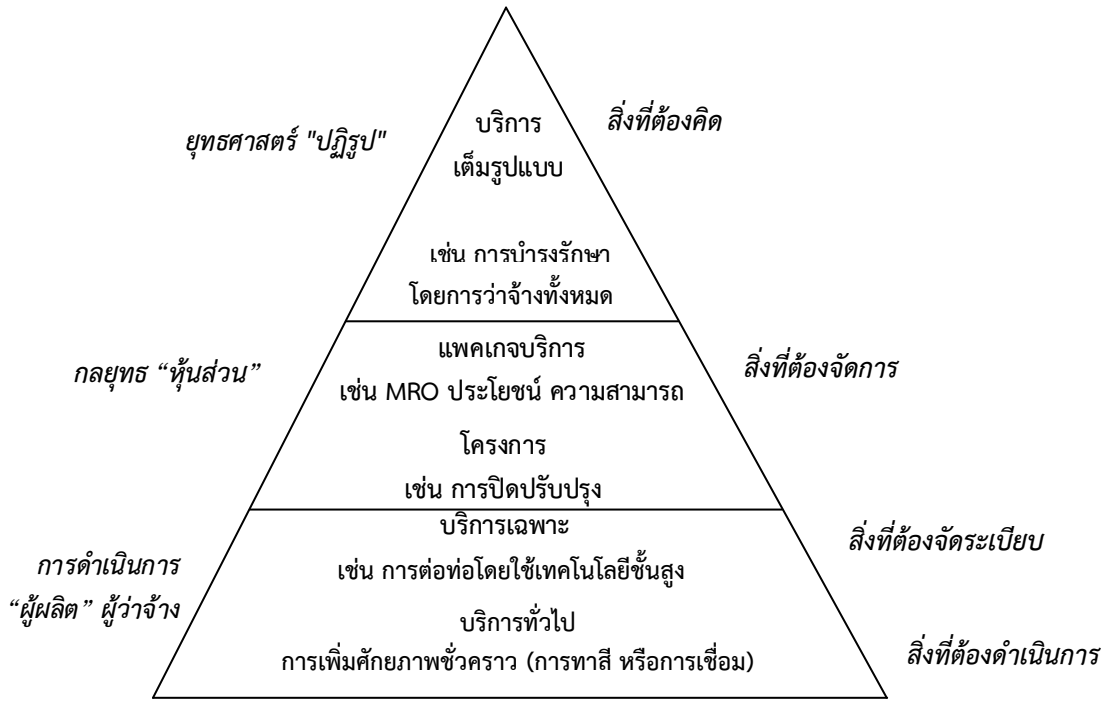
รูปที่ 2-7 แสดงระดับและคำอธิบายของการจัดลำดับความสำคัญ [2, PP 250]

โดยทั่วไปแล้วปริมาณของงานซ่อมบำรุงที่จะต้องดำเนินการจะมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นหากไม่มีการจัดลำดับความสำคัญก็อาจส่งผลกระทบถึงความปลอดภัยและการดำเนินงานได้ รูปที่ 2-7 แสดงระดับการจัดความสำคัญของงานซ่อมบำรุง แบ่งเป็น 5 ระดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสำคัญลำดับหนึ่งของงานซ่อมบำรุงจะต้องรีบดำเนินการทันทีมิฉะนั้นอาจกระทบต่อการดำเนินงานได้

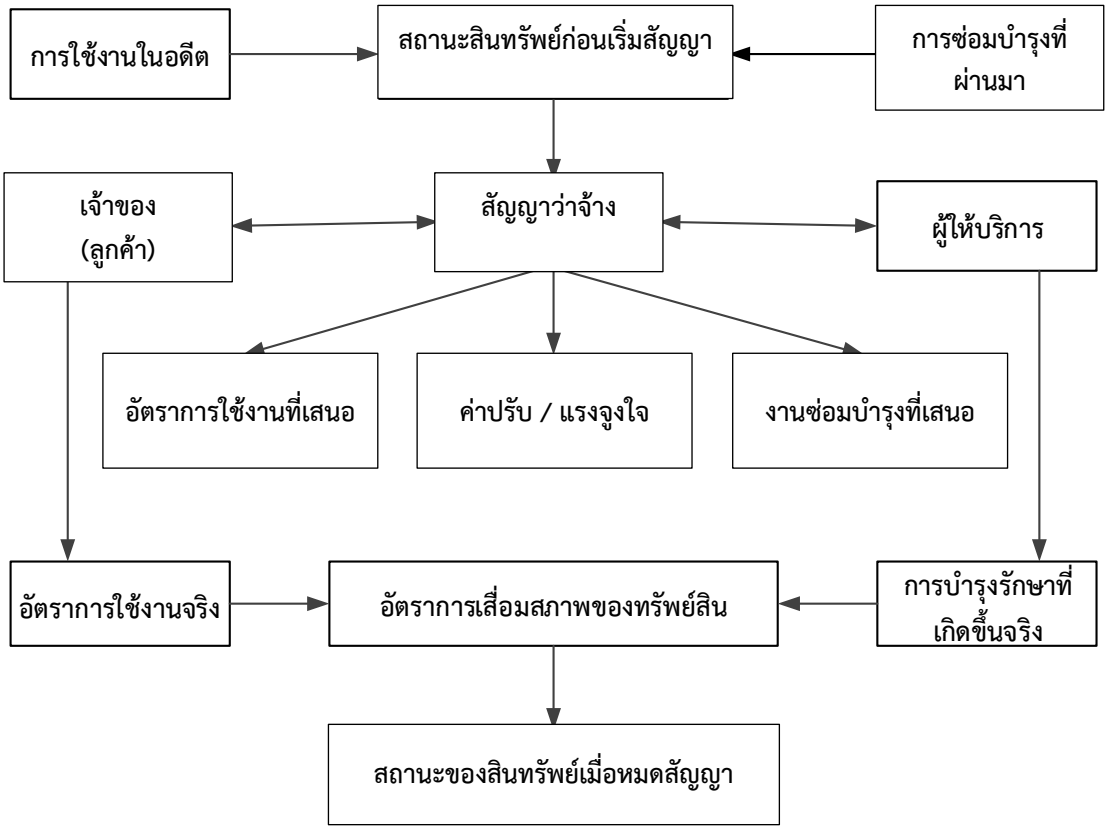
2.3.4 การใช้ In House/ Out Source



รูปที่ 2-8 องค์ประกอบและความสัมพันธ์ของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้บริการจากหน่วยงานภายนอก [3, PP 6]



รูปที่ 2-9 ลักษณะงานที่ใช้บริการจากหน่วยงานภายนอก [3, PP 25]



รูปที่ 2-10 กรอบการตัดสินในการใช้บุคลากรจากภายนอก [3, PP 378]

ในขณะที่การใช้บริการหน่วยงานภายนอกจะมีข้อดีหลายอย่างแต่ก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วย

- การสูญเสียทักษะสำคัญที่จำเป็นต่องานซ่อมบำรุง
- การสูญเสียโอกาสในการสื่อสารระหว่างหน่วยงานภายใน
- การสูญเสียอำนาจในการควบคุมผู้จัดหาอะไหล่

2.4 การจัดองค์กร (Organizing)

2.4.1 หน้าที่ของหน่วยงานซ่อมบำรุง

หน่วยงานซ่อมบำรุงมีหน้าที่หลักดังนี้

1) วางแผนและซ่อมแซมอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

2) ทำการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดยพัฒนาโปรแกรมการทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาสำคัญตามมา

3) จัดทำงบประมาณที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับค่าตอบแทนของบุคลากรค่าวัสดุและค่าใช้สอยต่างๆ

4) จัดการให้มีอะไหล่พร้อมใช้เมื่อต้องการซ่อมบำรุง

5) จัดเก็บประวัติของอุปกรณ์ และงานซ่อมบำรุงที่ได้จัดทำไปแล้ว

6) พัฒนาวิชาการติดตามผลงานของพนักงาน งานซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ

7) พัฒนาวิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพกับบุคลากรฝ่ายต่างๆตั้งแต่ พนักงาน หัวหน้างาน และผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง

8) จัดฝึกอบรมพนักงานซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มทักษะและประสิทธิภาพในการทำงาน

9) ตรวจสอบแผนการเพิ่มอุปกรณ์หรือเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น

10) ปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ร่วมไปถึงการนำไปทำเป็นโปรแกรมสำหรับฝึกอบรมหนักงานซ่อมบำรุงด้วย

11) พัฒนาข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับผู้รับเหมาและตรวจสอบงานที่จัดจ้างโดยผู้รับเหมาให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา

2.4.2 หลักการวางโครงสร้างองค์กรการซ่อมบำรุง

หลักการสำคัญที่ช่วยในการวางแผนโครงสร้างขององค์กรประกอบด้วย

1) กำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบให้ชัดเจนออกเป็นฝ่าย โดยพยายามให้มีการเลื่อมล้ำน้อยสุด

2) กำหนดจำนวนพนักงานที่หัวหน้างานต้องดูแลให้เหมาะสม

3) ปรับแต่งองค์กรให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวบุคคล

4) ทำให้สายงานหรือการสั่งการสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

นอกจากนี้ ในการออกแบบโครงสร้างองค์กรสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกก็คือ รูปแบบการบริหารซึ่งปกติจะมี 2 แบบ คือ การบริหารแบบรวมศูนย์อำนาจ (centralized management) และ การบริหารแบบกระจายอำนาจ (decentralized management) โดยปกติแล้วแบบแรกจะเหมาะกับองค์กรที่มีขนาดเล็กและปานกลางมีอาคารตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งการบริหารแบบรวมศูนย์มีข้อดีข้อเสียดังนี้

ข้อดี

- แบบรวมศูนย์อำนาจมีประสิทธิภาพกว่าแบบกระจายอำนาจ
- จำนวนบุคลากรที่ใช้น้อยกว่าแบบกระจายอำนาจ
- การดูแลและการสั่งการมีประสิทธิภาพกว่า
- การใช้เครื่องมือพิเศษและผู้เชี่ยวชาญพิเศษจากภายนอกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- การฝึกพนักงานใหม่ที่หน้างานทำได้ง่ายกว่าและสะดวกกว่า

ข้อเสีย

- พนักงานขาดโอกาสที่จะเรียนรู้การใช้เครื่องมือพิเศษและทักษะพิเศษ
- ผู้เชี่ยวชาญการควบคุมดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่อยู่ไกลจากศูนย์ปฏิบัติการทำได้ยาก
- ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปยังพื้นที่ปฏิบัติงานอยู่ห่างไกลมีจำนวนสูง
- เวลาที่ใช้ในการเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่ห่างไกลใช้เวลานาน

สำหรับการบริหารแบบกระจายอำนาจ กลุ่มทำงานจะถูกกำหนดเขตพื้นที่รับผิดชอบ หรือกลุ่มงานด้านเทคนิค เหตุผลสำคัญที่เลือกการบริหารแบบกระจายอำนาจก็เพื่อลดระยะเวลาการเดินทางเพื่อความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและหัวหน้างาน และเพิ่มโอกาสให้พนักงานซ่อมบำรุง มีการพัฒนาทักษะเฉพาะที่จำเป็นต่อการทำงาน แต่ในความเป็นจริงการผสมผสานระหว่างการบริหารทั้ง 2 แบบ จะให้ประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเป็นการใช้จุดแข็งของทั้งสองรูปแบบ

2.4.3 แนวปฏิบัติในการวางโครงสร้างองค์กร

การออกแบบหน่วยงานการซ่อมบำรุงต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น การวางตำแหน่งกำลังคน ความยืดหยุ่นในการทำงานกับหน่วยงานอื่น ผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับงานอะไหล่ การแบ่งความรับผิดชอบระหว่างฝ่ายปฏิบัติการและฝ่ายซ่อมบำรุง

โครงสร้างทรัพยากรจะเกี่ยวข้องกับการจัดวางตำแหน่งของกำลังคน อะไหล่ เครื่องมือและฐานข้อมูล และการกำหนดหน้าที่การทำงาน องค์ประกอบและขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงโลจิสติกส์อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การวางกำลังคนในแต่ละสายที่ปฏิบัติการซ่อมบำรุงประจำและงานซ่อมบำรุงฉุกเฉินที่มีระดับความสำคัญต่ำเพื่อให้การปฏิบัติงานดำเนินไปได้อย่างราบรื่นในแต่ละงาน

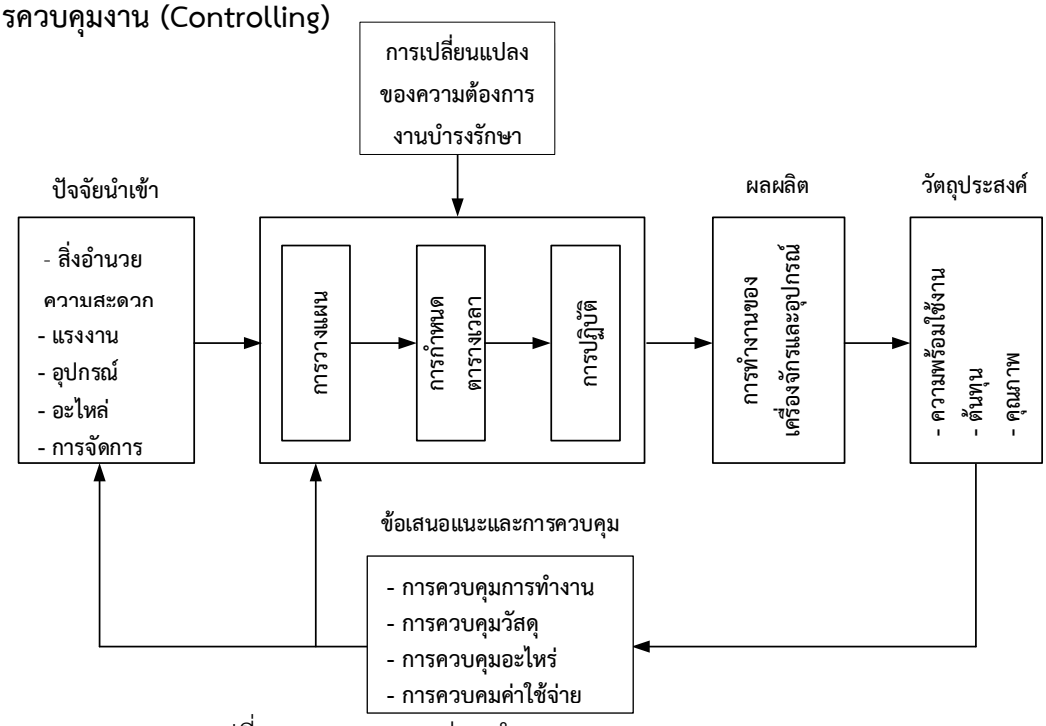
การวางกำลังคนของส่วนกลางที่ทำหน้าที่วางแผนงานสำหรับงานซ่อมบำรุงที่มีระดับความสำคัญสูงและจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบในการใช้ทรัพยากรต่างๆ โครงสร้างการบริหารจะเกี่ยวข้องกับการวางบทบาทสายงานบังคับบัญชาและความรับผิดชอบเพื่อความชัดเจนในตัวงาน ช่วงเวลาและวิธีการซ่อมบำรุงที่ใช้ในการดำเนินการ ในบางครั้งก็อาจมีการนำพนักงานภายนอก (outsource) เข้ามาช่วยได้ตัวอย่างเช่น โดยปกติแล้วในงานซ่อมบำรุงฉุกเฉินมักใช้พนักงานประจำคอยทำหน้าที่แก้ไขข้อบกพร่อง ในขณะที่งานซ่อมหนัก (heavy maintenance) อาจนำพนักงานภายนอก (contract labor) เข้ามาช่วยเพิ่มเติมได้

2.5 การนำ (Leading)

ในการบริหารงานซ่อมบำรุงจำเป็นต้องอาศัยการนำที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งปกติแล้วจะอาศัยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนคือ

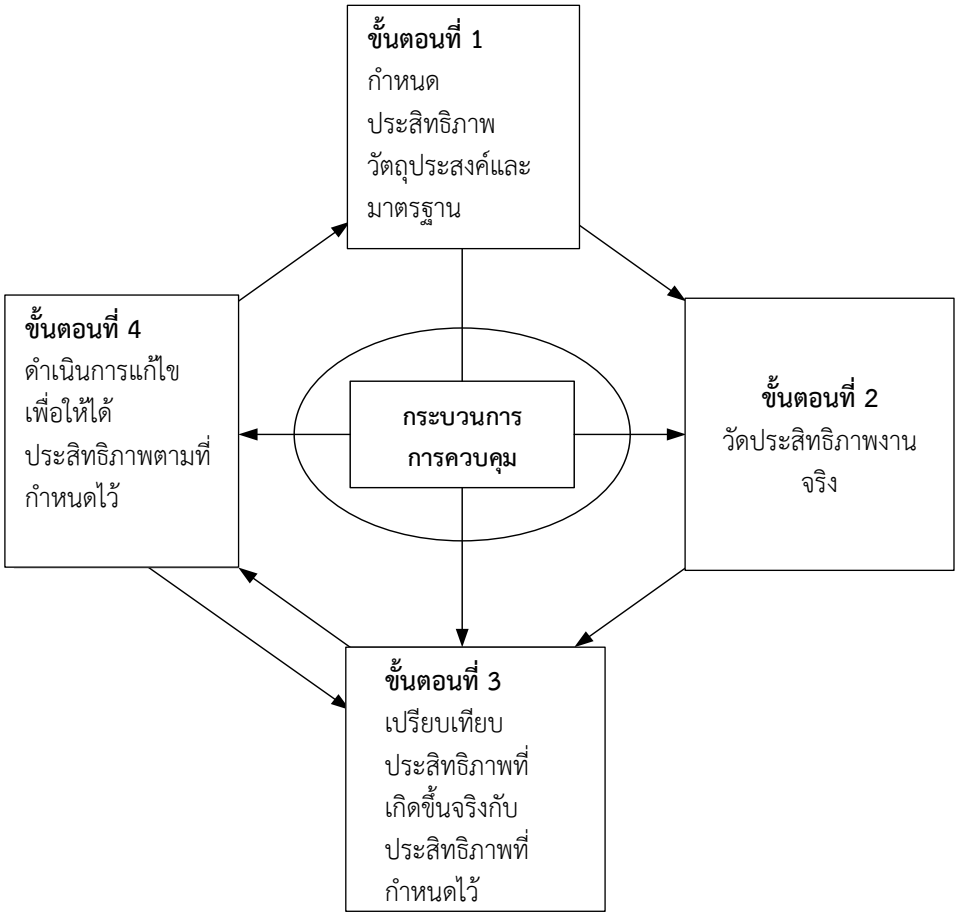
1) การประชุม ซึ่งเน้นการสื่อสารข้อมูลที่สำคัญขององค์กร
2) คณะกรรมการประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพของคณะอนุกรรมการ
3) การประชุมการจัดการงานซ่อมบำรุง ซึ่งเน้นการจัดงานซ่อมบำรุงที่กำลังดำเนินการอยู่
4) แรงจูงใจ/วัฒนธรรม การสร้างแรงจูงใจและพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการซ่อมบำรุงให้เกิดประสิทธิภาพ

2.6 การควบคุมงาน (Controlling)



รูปที่ 2-12 ระบบงานซ่อมบำรุงและกระบวนการ [2, PP 94]

การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงย่อมต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ อย่างเข้ามาใช้การดำเนินงานเป็นไปได้ด้วยความเรียบร้อย แต่ทั้งนี้การดำเนินงานให้ลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จำเป็นจะต้องมีระบบการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการทำงาน การควบคุมวัสดุที่ใช้ในการซ่อมบำรุง การควบคุมอะไหล่ และการควบคุมค่าใช้จ่าย รูปที่ 2-12 แสดงกระบวนการควบคุมที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของความต้องการงานซ่อมบำรุง

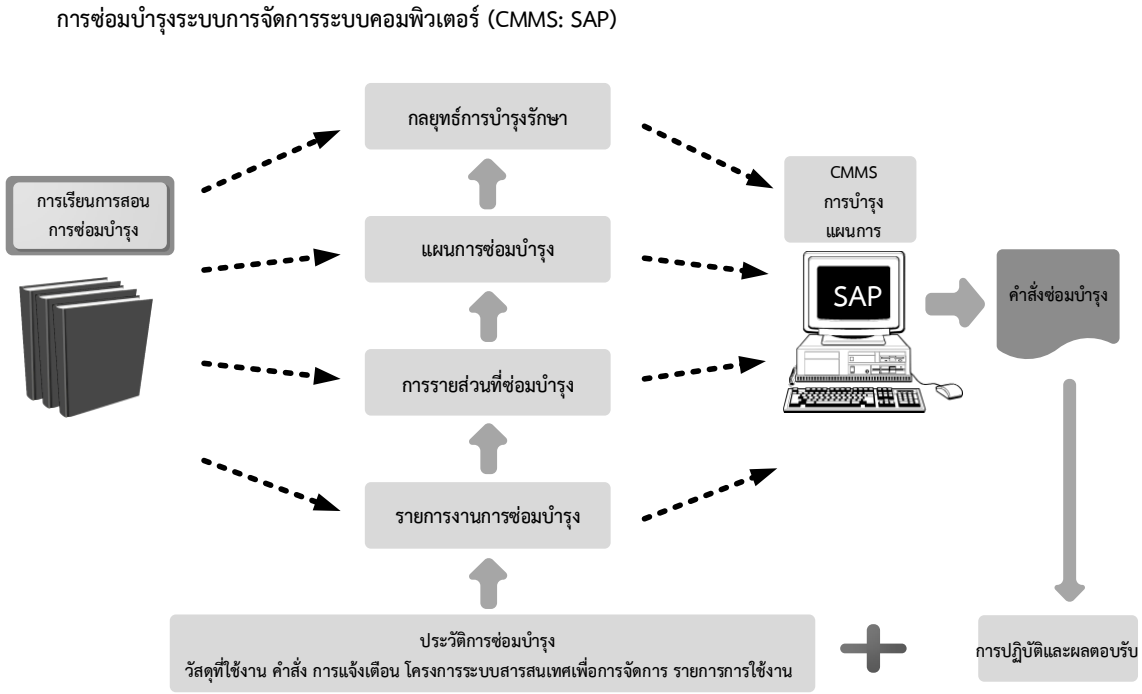


รูปที่ 2-13 ขั้นตอนการควบคุมงานซ่อมบำรุง 4 ขั้น [2, PP 98]

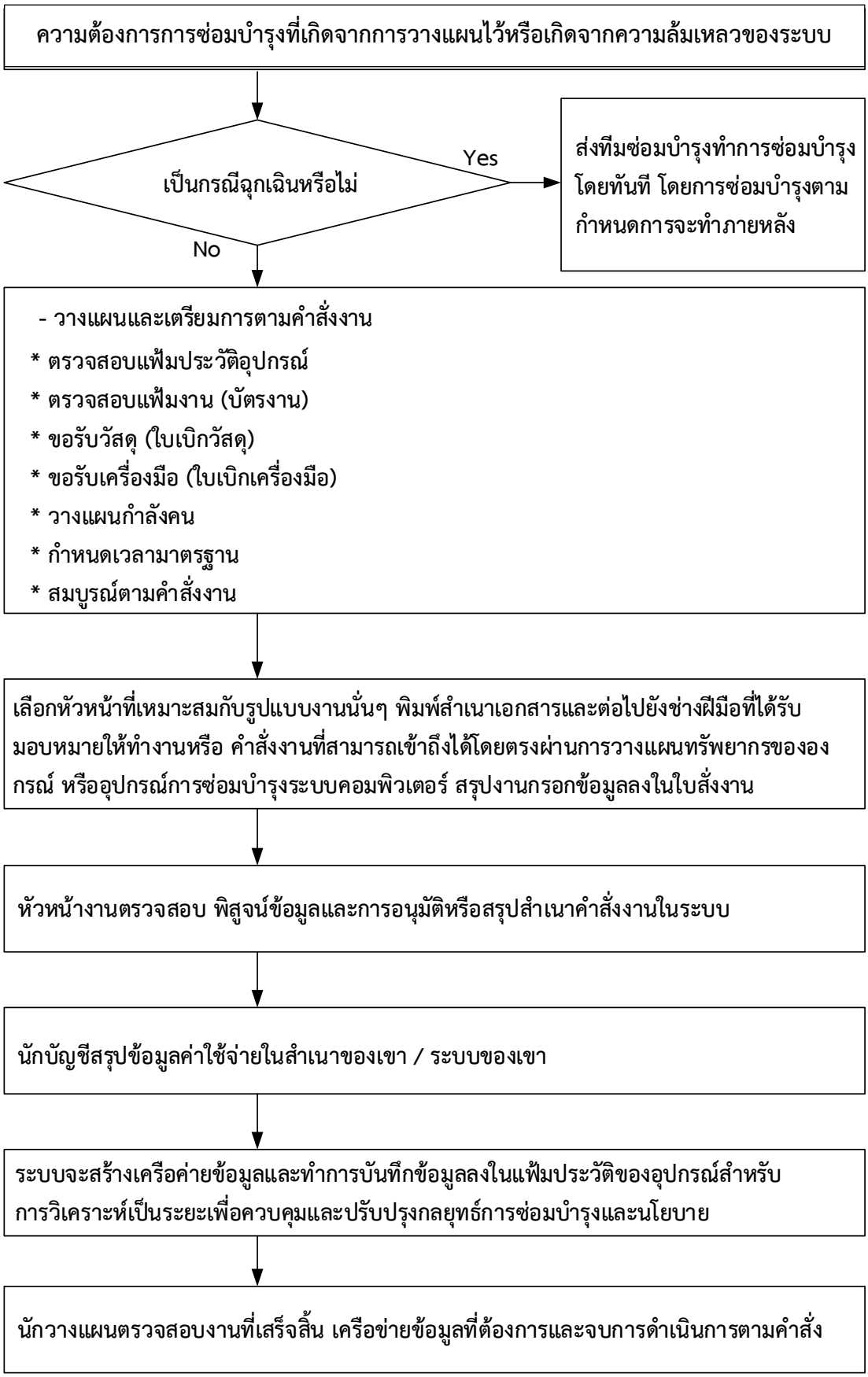
รูปที่ 2-13 แสดงการควบคุมงานซ่อมบำรุงซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน

1) การกำหนดประสิทธิภาพวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ต้องการ
2) การวัดประสิทธิภาพของงานที่เกิดขึ้นจริงหลังจากงานซ่อมบำรุงเสร็จสิ้น
3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจริงกับประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ในตอนต้น
4) การดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้

ในทางปฏิบัตินิยมใช้ระบบใบสั่งงาน (คำสั่งซ่อมบำรุง) ซึ่งจะถูกกำหนดโดยอัตโนมัติจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบมาตราฐาน รูปที่ 2-14 แสดงคำสั่งซ่อมบำรุงที่ออกจากระบบการจัดการงานซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ ในขณะที่รูปที่ 2-15 แสดงการไหลของเอกสารในระบบใบสั่งงาน



รูป 2-14 แสดงการควบคุมงานผ่านระบบใบสั่งงาน [4]



รูปที่ 2-15 การไหลของเอกสารในระบบใบสั่งงาน [2, PP 106]

2.7 การบริหารความเสี่ยง (Risk Management)

1) คำนิยาม

ความเสี่ยง คือ ความไม่แน่นอน กระทบกันในเชิงลบที่อาจทำให้สูญเสียทั้งเงินและโอกาสทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง เช่น ค่าเงินบาทแข็งมีผลกระทบกับการส่งออก ในทางอ้อม เช่น ผู้ซื้อต้องจ่ายแพงขึ้นทำให้ไทยส่งออกได้น้อยลงและเสียโอกาสคลองตลาด

โอกาส คือ ความไม่แน่นอนกระทบในเชิงบวก (Positive)

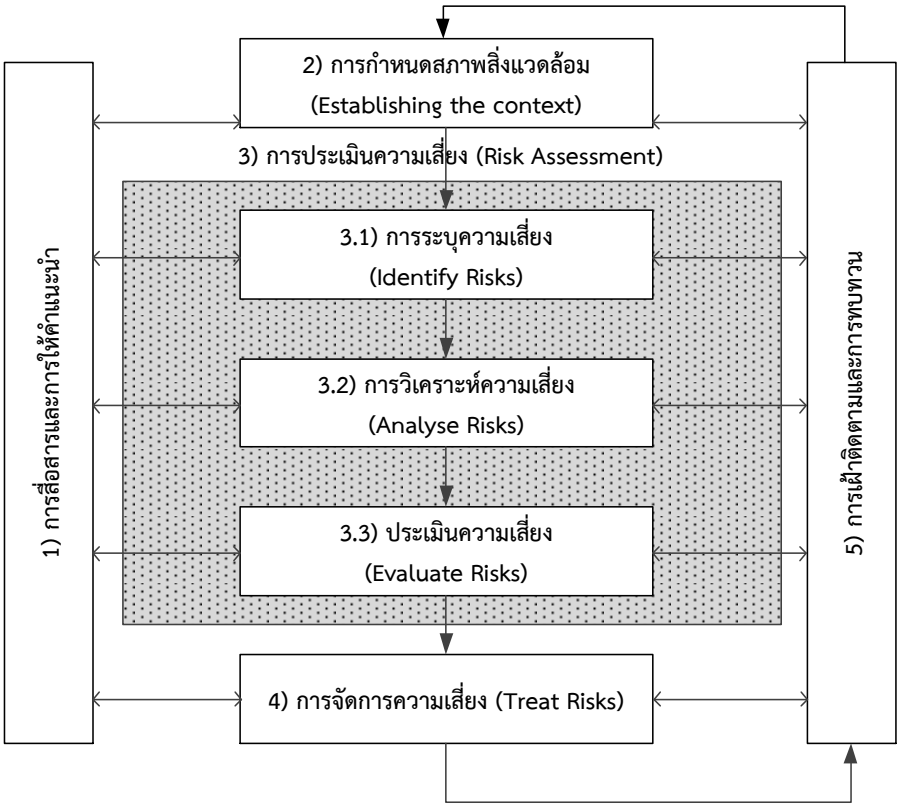
2) องค์ประกอบของการบริหารความเสี่ยง

- กระบวนการ
- บุคลากรทุกคนในองค์กร
- กำหนดกลยุทธ์
- บ่งชี้เหตุการณ์ที่อาจเกิดและกระทบ

3) เป้าหมายหลักของการบริหารความเสี่ยง

การสร้างมูลค่าองค์กรให้สูงสุดภายใต้สภาวะการที่ไม่แน่นอนในการดำเนินธุรกิจ และเหตุผลเบื้องต้นการสนับสนุนให้มีการบริหารความเสี่ยงในองค์กร คือ การที่ทุกองค์กรณ์ต้องพยายามสร้างหรือเพิ่มมูลค่าให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งปวง แม้ว่าจะมีความไม่แน่นอนหลายประการที่อาจกระทบต่อการดำเนินธุรกิจ

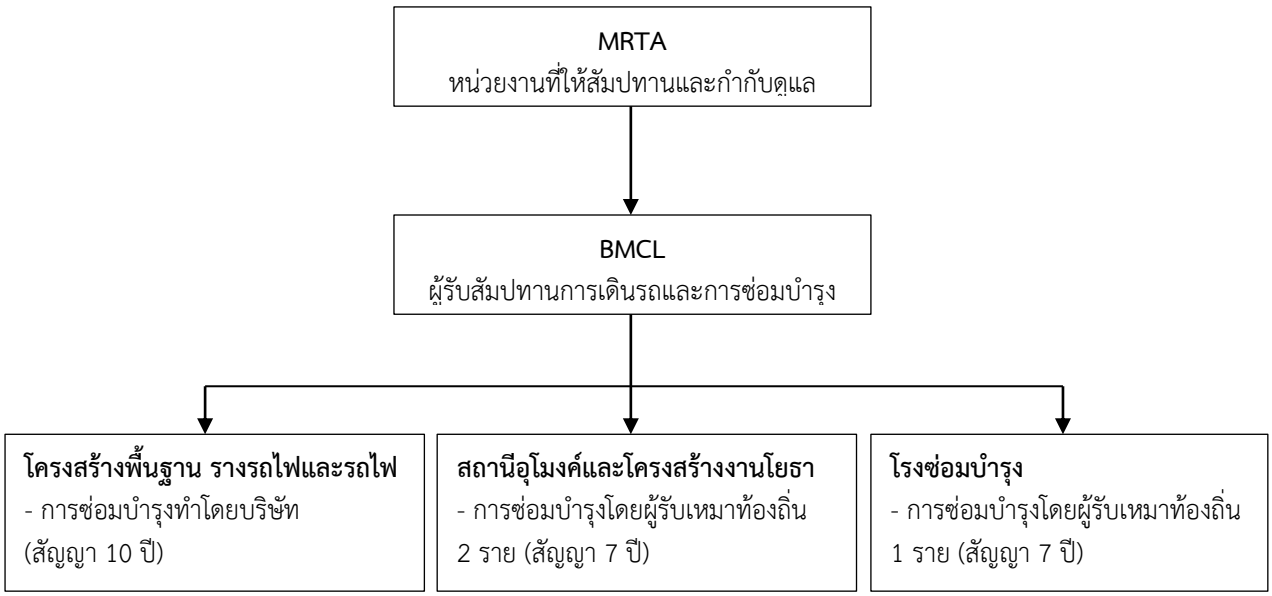
4) กระบวนการบริหารความเสี่ยง



รูปที่ 2-16 แสดงกระบวนการบริหารความเสี่ยง

รูปที่ 2-16 แสดงกระบวนการบริหารความเสี่ยงที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้น คือ ขั้นแรก คือ การสื่อสารและการให้คำแนะนำ ซึ่งเน้นที่การให้คำแนะนำ คำปรึกษาสำหรับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภายในและภายนอกองค์กร เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยง ซึ่งการรับรู้ของแต่ละคนก็จะแตกต่างกันไปตามความต้องการ แนวความคิด และความสนใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ขั้นที่ 2 คือ การกำหนดสภาพแวดล้อมทั้งภายนอกและภายใน (SWOT Analysis) ทั้งนี้รวมถึงการสื่อสารนโยบายและวัตถุประสงค์ขององค์กรให้เข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน ขั้นที่ 3 คือ การประเมินความเสี่ยง ซึ่งจะประกอบไปด้วยกระบวนการหลักๆ 3 ส่วนหลัก คือ (1)การระบุความเสี่ยง ซึ่งก็คือเป็นการตั้งสมมติฐานหาสาเหตุของความเสี่ยงและผลที่จะตามมา (2)การวิเคราะห์ความเสี่ยง ซึ่งก็คือเป็นการทำความเข้าใจสาเหตุของความเสี่ยง และวิเคราะห์โอกาสและผลกระทบในทางบวกและทางลบ (3)ประเมิความเสี่ยง ซึ่งก็คือเป็นการกำหนดวิธีการจัดการความเสี่ยง ประเมินความเป็นไปได้และผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ขั้นที่ 4 คือ การจัดการความเสี่ยง คือ การดำเนินการเพื่อกำจัดโอนย้าย หรือลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สำหรับขั้นตอนสุดท้าย คือ การเฝ้าติดตามและทบทวน ซึ่งจะครอบคลุมในทุกส่วนของกระบวนการ โดยต้องมีการจดบันทึก มีการรายงานการติดตามและนำไปใช้ในการทบทวนกรอบการบริหารความเสี่ยง

2.8 ตัวอย่างของงานซ่อมบำรุง



รูปที่ 2-17 ตัวอย่างของการใช้บริการจากหน่วยงานภายนอก [4]

อ้างอิง

[1] B.S. Dhillon, “Engineering Maintenance: A Modern Approach

[2] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, D. Ait-Kadi, Handbook of Maintenance Management and Engineering, London, Springer, 2009

[3] Kobbacy, K.A.H. and Murthy, D.N.D, Complex System Maintenance Handbook, springer, 2008

[4] ภัคดี จิระภาพันธ์. (2554). เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง Maintenance Concept & Experience. งานวิศวกรรมแห่งชาติ

หน่วยที่ 3
แนวทางการบำรุงรักษา (Maintenance Approach)

การบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพจะประกอบหรือเกิดขึ้นได้ด้วยการนำเทคนิคการบำรุงรักษาในรูปแบบแบบต่าง ๆ มาผสมผสานใช้ร่วมกันตามความเหมาะสมของเนื้องานเพื่อให้งานบำรุงรักษามีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีรูปแบบการบริหารจัดการในการควบคุมการปฏิบัติงานบำรุงรักษาที่ดีและเหมาะสมและจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนเริ่มตั้งแต่ระดับวางนโยบายไปจนถึงระดับของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมเครื่องจักรอุปกรณ์เหล่านั้น โดยสิ่งที่จะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการบำรุงรักษาจะประกอบด้วย นโยบายการบำรุงรักษา การควบคุมวัสดุและอะไหล่ ระบบการสั่งงาน บันทึกประวัติเครื่องจักรอุปกรณ์ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเชิงแก้ไขปรับปรุง การวางแผนการปฏิบัติงานซ่อมบำรุง การควบคุมงานและการจัดลำดับความสำคัญ และการวัดผลหรือประสิทธิภาพในการบำรุงรักษา

3.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นวิธีการตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตามแผนการบำรุงรักษาที่ได้มีกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วโดยจะรวมถึงการตรวจสอบ การหล่อลื่น การทำความสะอาด การปรับแต่ง การสอบเทียบ การเปลี่ยนอะไหล่ และทดสอบการทำงานตามฟังค์ชันงานของแต่ละส่วนประกอบให้ครอบคลุมไปทุก ๆ ด้านของงานบำรุงรักษา เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในภายภาคหน้าอันเป็นเหตุที่จะทำให้ต้องมีการหยุดงานในระหว่างการทำงานหรือในระหว่างการให้บริการซึ่งจะเป็นการยืดอายุงานของส่วนประกอบของเครื่องมืออุปกรณ์ในระบบให้สามารถใช้งานได้ตลอดอายุการใช้งาน และนอกจากผลต่อเครื่องมืออุปกรณ์แล้วแผนการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดยังส่งผลดีต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ทำหน้าที่ปฏิบัติงานบำรุงรักษาด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงเป็นหน้าที่ของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งผู้ควบคุมเครื่องและฝ่ายซ่อมบำรุง

3.1.1 ลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

องค์ประกอบและหน้าที่ (Element Item & function) ของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันประกอบด้วย 7 องค์ประกอบดังนี้

รูปที่ 3-1 องค์ประกอบของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

1) การตรวจสอบ (Inspection) คือการกำหนดแผนสำหรับตรวจสอบเพื่อดูสภาพของวัสดุอุปกรณ์ว่ายังสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่ โดยดูจากลักษณะทางกายภาพ สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางกล หรือคุณลักษณะเทียบกับมาตรฐานหรือตารางคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละตัว การตรวจสอบตามวงรอบการบำรุงรักษาจะทำให้สามารถตรวจพบสิ่งผิดปกติได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก
2) การบริการ (Servicing) ส่วนของการบริการจะรวมไปถึงการทำความสะอาด หล่อลื่น การประจุไฟฟ้าหรือของเหลวให้อยู่ในระดับพร้อมใช้งาน ฯลฯ ในแต่ละส่วนของอุปกรณ์และอุปกรณ์ประกอบในระบบตามแผนการบำรุงรักษา ซึ่งการบำรุงรักษาต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้
3) การสอบเทียบ (Calibration) คือแผนการตรวจหาค่าที่เบี่ยงเบนไปจากความเป็นจริงของอุปกรณ์เครื่องวัดต่าง ๆ เช่นเครื่องวัดอุณหภูมิ ความเร็ว น้ำหนัก เป็นต้น โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ผ่านการรับรองจากหน่วยงานรับรองอุปกรณ์มาตรฐานชนิดนั้น ๆ
4) การทดสอบ (Testing) เพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ หรือการทดสอบทางด้านไฟฟ้าหรือทางกลเพื่อหาค่าที่ถดถอยลงเทียบกับคุณสมบัติเพื่อตรวจสอบความสามารถในการทำงาน
5) การปรับแต่ง (Aliment) คือการปรับแต่งอุปกรณ์ให้ได้ค่าหรือรูปแบบให้ถูกต้องตรงตามแบบหรือคุณลักษณะดั้งเดิมที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อให้อุปกรณ์เหมาะสมต่อการทำงานและสามารถทำงานได้เต็มอย่างประสิทธิภาพ
6) การปรับตั้ง (Adjustment) คือการปรับตั้งค่าตามวงรอบของแผนการบำรุงรักษาให้เหมาะสมกับการทำงานของระบบและให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
7) การติดตั้ง (Installation) การติดตั้งหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ครบอายุการทำงานหรืออุปกรณ์ที่มีการสึกหรอลงไปถึงระดับที่ต้องมีการเปลี่ยนเพื่อรักษาระดับความสามารถในการทำงานของระบบ

3.1.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการชำรุดและเสื่อมสภาพ

หากพิจารณาโอกาสและลักษณะของการเกิดการเสื่อมสภาพหรือการเกิดความชำรุดของอุปกรณ์ต่างๆ จะพบว่าการชำรุดจะเกิดขึ้นได้ใน 4 ลักษณะคือ

1) 1. กลุ่มที่มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน (Random Failure) ซึ่งจะไม่สามารถคาดคะเนได้ โอกาสที่สิ่งของประเภทจะชำรุดนั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับเวลาหรืออายุการใช้งานทำให้สามารถที่จะชำรุดเมื่อไรก็ได้ไม่สามารถคาดคะเน หรือประมาณอายุการใช้งานได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มพวกอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือแผ่นวงจรที่ประกอบขึ้นมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชิ้นเล็ก ๆ จำนวนมาก
2) กลุ่มที่มีโอกาสชำรุดที่แน่นอน (Regular Failure) เป็นสิ่งของในประเภทที่มีอายุการใช้งานเมื่อใช้งานไปจนถึงสภาหนึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ก็จะเสียหายเช่น ยางโอริงที่อยู่ในท่อลม เครื่องอัดลมลมหรือวาล์วลม เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะสามารถคาดคะเนหรือประมาณอายุการใช้งานได้
3) กลุ่มที่ค่อยๆเสื่อมสภาพ กลุ่มนี้จะมีระยะเวลาในการพัฒนาตัวของการเสื่อมสภาพ ซึ่งสิ่งของต่าง ๆ ในกลุ่มนี้จะแสดงอาการให้เห็นก่อนที่จะชำรุดตัวอย่างเช่น การสั่น มีเสียงดังผิดปกติ มีความร้อนสูงมีกลิ่นหรือสีผิดปกติจากเดิมโดยระยะเวลาที่แสดงอาการออกมานั้นจะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติวัสดุประกอบของอุปกรณ์นั้นๆ ในกลุ่มนี้จะสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้ก่อนที่จะเกิดการชำรุด

4) แบบเสื่อมสภาพทันทีทันใด อุปกรณ์ในกลุ่มนี้จะชำรุดทันทีโดยไม่แสดงอาการใดปรากฏให้เห็นก่อนที่จะชำรุดจึงไม่มีระยะเวลาในการพิจารณาตัวของการเสื่อมสภาพทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความผิดปกตินั้น ๆ ก่อนได้

3.1.3 การตัดสินใจเลือกวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากความแตกต่างของส่วนประกอบตัวเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบซึ่งพิจารณาจากแนวความคิดเกี่ยวกับการชำรุดและเลื่อมสภาพและวิธีการบำรุงรักษาในแบบต่าง ๆ ทั้ง 7 ของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ว่าจะเป็นการปรับแต่ง ปรับตั้ง การสอบเทียบ การซ่อม หรือการเปลี่ยน เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติการแก้ไขก่อนที่จะชำรุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเสียแล้วจึงซ่อมซึ่งจะเป็นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขป้องกันไปนั้น จำเป็นจะต้องมีการตัดสินใจและวางแผนโดยใช้ข้อมูลการซ่อมบำรุงในอดีตที่ผ่าน ข้อมูลคุณลักษณะของวัสดุอุปกรณ์จากผู้ผลิต ลักษณะของการเสื่อมสภาพและการชำรุด และปัญหาหรือความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นจากความเสียหายมาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกวิธีทีจะใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นพื้นฐานที่จะต้องมีสำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดทุกประเภทได้แก่การบริการ การตรวจสอบ การทดสอบการทำงาน

3.1.4 จุดวิกฤต (Equipment Critically)

จุดวิกฤตของอุปกรณ์คือสภาวะที่จะนำไปตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญหรือระดับของการบำรุงรักษาทั้งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ การตัดสินใจนี้จะพิจารณาข้อมูลที่ได้มาจากทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นวิศวกรบำรุงรักษา ผู้ควบคุมเครื่อง และผู้บริการจัดการระบบโดยจะสามารถแบ่งระดับของจุดวิกฤติได้เป็น 3 ระดับดังนี้

1) จุดวิกฤติระดับที่ 1 ในกรณีนี้การชำรุดของอุปกรณ์อาจจะมีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ ส่งผลให้อุปกรณ์อื่นเสียหาย มีผลต่อสภาวะแวดล้อม ต้องหยุดการให้บริการ ส่งผลต่อการเงิน และระบบรวมไม่ได้ออกแบบให้มีระบบหรืออุปกรณ์สำรองเอาไว้ ซึ่งเป็นระดับสูงที่สุดของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่จะต้องพยายามควบคุมไม่ให้มีโอกาสที่เกิดการชำรุดหรือยอมให้เกิดได้น้อยที่ระดับนี้จะมีต้นทุนการบำรุงรักษาที่สูงที่สุด
2) จุดวิกฤติระดับที่ 2 เครื่องมืออุปกรณ์หรือระบบที่จัดให้อยู่ในระดับนี้ยังคงเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อระบบโดยรวมและมีความสำคัญต่อการผลิตหรือการให้บริการ เมื่อเกิดการชำรุดเสียหายจะเกิดในระยะสั้นหรือสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้โดยใช้เวลาไม่นานนัก ส่งผลของการชำรุดคือความล่าช้าในการผลิตและบริการ การออกแบบการบำรุงรักษาจะควบคุมโอกาสของการชำรุดให้น้อยที่สุดและควบคุมให้เวลาของการชำรุดมีค่าต่ำที่สุดหรืออาจจะเรียกได้ว่าให้ใช้เวลาในการซ่อมเพื่อกู้ระบบให้ได้เร็วที่สุดซึ่งยังคงต้องมีต้นทุนในการตรวจสอบและบำรุงรักษา
3) จุดวิกฤติระดับที่ 3 เป็นระดับที่การชำรุดไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือการให้บริการเนื่องจากอุปกรณ์ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานบ่อยนักหรือสามารถหยุดเพื่อทำการซ่อมแซมได้ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะถูกกำหนดเป็นวงรอบที่กว้างมีเพียงการทำความสะอาด ตรวจสอบ และปรับตั้งค่าเพื่อควบคุมคุณภาพของอุปกรณ์ ในระดับนี้จะต้องพิจารณาเรื่องงบประมาณที่จะนำมาใช้ในการบำรุงรักษาที่จะต้องไม่สูงมากนัก

3.1.5 การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Planning of PM)

จากวัตถุประสงค์หลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือความพยายามที่จะป้องกันความชำรุดเสียหายหรือการชะลอการเสื่อมสภาพและการสึกหรอของอุปกรณ์โดยการลดหรือตัดโอกาสการเกิดกลไกการสึกหรอ การเริ่มต้นในการวางแผนการบำรุงรักษาคือการดำเนินการเพื่อระบุถึงเวลาของการเสื่อมสภาพหรือเวลาที่จะต้องมีการบำรุงรักษานั้นมีแนวทางให้พิจารณาตามข้อมูลที่มีดังนี้

1) พิจารณารายการและระยะเวลาในการบำรุงรักษาจากข้อมูลที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานและคู่มือการบำรุงรักษาที่ได้จากผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ
2) การหาโอกาสความน่าจะเป็นหรือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาระหว่างการชำรุดแต่ละครั้ง (Mean Time Between Failure :MTBF) เพื่อที่จะได้ดำเนินการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น ๆ ก่อนที่จะหมดอายุการใช้งาน
3) การตรวจหาการเสื่อมสภาพหรือหาอัตราการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในระบบด้วยเครื่องมือวัดโดยวิธีของการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

หลักในการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะพิจารณาจากประวัติของตัวอุปกรณ์และจุดวิกฤตของระบบ ในระยะเริ่มต้นของการวางแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ใดๆจะพิจารณาจากข้อมูลหรือคำแนะนำของผู้ผลิตเป็นสำคัญซึ่งในบางกรณีอาจจะพบว่าระยะเวลาที่ปฏิบัติการบำรุงรักษาไม่เหมาะสมเนื่องจากสภาวะการใช้งานและสภาพแวดล้อมที่ตั้งทำให้ระยะเวลาอาจจะสั้นกว่าความเป็นจริงทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณหรืออาจจะยาวไปเกิดการชำรุดก่อนเวลาส่งผลต่อการให้บริการ จึงควรนำสถิติที่มีมาหาโอกาสความน่าจะเป็นหรือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาระหว่างการชำรุดแต่ละครั้งเพื่อกำหนดวงรอบของการบำรุงรักษาที่เหมาะสมโดยพิจารณาร่วมกับการตรวจหาการเสื่อมสภาพหรือหาอัตราการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในระบบด้วยเครื่องมือวัดโดยวิธีของการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งในการวางแผนควรจะต้องมีการกำหนดรายการดังต่อไปนี้

1) รายการบำรุงรักษา(maintenance check sheet) ที่ระบุถึงวิธีการในการบำรุงรักษาเช่น ทำความสะอาด ตรวจสอบ และความถี่ในการปฏิบัติงาน
2) ผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นเช่นผู้ดูแลเครื่องมือ หน่วยซ่อมบำรุง เป็นต้น
3) กำหนดค่ามาตรฐานหรือสภาวะปกติของอุปกรณ์เช่น
    - อุณหภูมิการทำงาน
    - อัตราการรั่วปกติและกำหนดเวลาในการตรวจสอบ
    - ระดับเสียงปกติของเครื่องและตำแหน่งที่เกิดเสียง
    - ระดับความตึง
    - ความเร็วปกติ
    - ตำแหน่งในการหล่อลื่น
    - ค่าความดัน
    - ค่าแรงดัน กระแส และพลังงาน
    - ฯลฯ
4) รายงาน/รายการการซ่อมบำรุง(Report/List) แสดงขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ค่าผิดปกติ วิธีการแก้ปัญหาหรือตารางกำหนดระยะในการปฏิบัติงาน ทุกวัน สัปดาห์ เดือน 3 เดือน 6 เดือนหรือ 1 ปี เป็นต้น

5) แบบฟอร์มใบสั่งงาน (Work order) ซึ่งจะต้องมีข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้อย่างครบถ้วนเช่นเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่จะใช้ และคุณสมบัติของผู้ปฏิบัติงานตัวอย่างเช่น
   - ชื่อ หมายเลข สถานที่ตั้งเครื่อง
   - จำนวนชั่วโมงของการบำรุงรักษา
   - วงรอบการบำรุงรักษา
   - ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย
   - ชนิดของการบำรุงรักษา (ทางกล ทางไฟฟ้า หล่อลื่น ฯลฯ)
   - ขั้นตอนปฏิบัติงาน
   - เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้
   - รายการวัสดุอุปกรณ์ อะไหล่ หรือสารหล่อลื่นที่ต้องใช้
   - เงื่อนไขของค่าวัดเชิงปริมาณที่สามารถตัดสินใจได้ว่าอยู่ในระดับที่ปกติหรือไม่ปกติ
   - ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการบำรุงรักษา
   - ใบบันทึกประวัติแนบท้ายใบรายการการบำรุงรักษา

เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการนำแผนการบำรุงรักษาไปใช้เมื่อเสร็จสินการวางแผน (Plan:P) ควรจะต้องมีการตรวจสอบ (Check:C) ความถูกต้อง ความเหมาะสมของแผนหรือตรวจสอบว่าแผนนี้สามารถทำได้หรือไม่ได้อย่างไรก่อนนำไปสูการปฏิบัติ (Do:D) และควรต้องมีการปรับปรุงแก้ไข (Action : A) หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติไปแล้วเพื่อปรับปรุงความเหมาะสมของแผนเป็นการบริหารจัดการอย่างมีระบบด้วยวงจร PCDA ที่เรียกว่า “ วงจรของเดมมิ่ง” (Demming Circle) มาใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมของการวางแผนการบำรุงรัษาและการปรับใช้ต่อไป

3.1.6 ต้นทุนในการบำรุงรักษา (Cost of Preventive Maintenance)

ต้นทุนในการบำรุงรักษาเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาสำหรับการลงทุนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งจะต้องพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนสำหรับ ในการนี้จะไม่รวมกับการบำรุงรักษาประจำโดยผู้ปฏิบัติงาน เช่น การทำความสะอาดหรือการตรวจสอบการทำงาน การพิจารณาต้นทุนจะนำค่าความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากระดับของจุดวิกฤตหรือระดับของความเสียหายและความถี่ที่จะเกิดมาเทียบกับต้นทุนที่ต้องลงไปกับการซ่อมบำรุง หากระดับความสูญเสียที่เป็นผลคูณของความเสียหายและความถี่มีค่าสูงกว่าต้นทุนในการบำรุงรักษามากก็จะมีความเป็นไปได้ในการลงทุนแต่หากมีค่าต่ำกว่านั้นก็ควรจะปล่อยให้ใช้งานไปจนกว่าจะชำรุดแล้วจึงค่อยมีการแก้ไข

3.2 การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์หรือการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-based Maintenance: CBD) เป็นกลยุทธของวิธีบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรอย่างเหมาะสมตามสภาพและเวลาที่ต้องอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการพยากร ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลของการบำรุงรักษาที่มีอยู่จากปัจจุบันย้อนหลังไปถึงเวลาหนึ่งที่ครอบคลุมต่อการบำรุงรักษาอุปกรณ์เหล่านั้นเพื่อที่จะกำหนดความสำคัญในการบำรุงรักษาให้ได้ระดับที่ดีที่สุดโดยอาศัยสัญญาณเตือนจากเครื่องจักรอุปกรณ์ที่แสดงออกมาก่อนที่จะเกิดความเสียหายเกิดขึ้นเช่น ความร้อน เสียง ความสั่นสะเทือน หรืออาจจะเป็นเศษผงโลหะต่าง ๆ ที่ปรากฏมาให้เห็น ในการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ยิ่งสามารถตรวจสอบหรือตรวจพบสัญญาณเตือนได้เร็วเท่าใดก็จะสามารถที่จะกำหนดการบำรุงรักษาที่จำเป็นได้ก่อนที่อุปกรณ์เหล่านั้นจะเกิดความเสียหายขึ้น ส่งผลให้ได้

ระยะเวลาการใช้งานอุปกรณ์ที่ยาวนานที่สุดและสามารถซ่อมบำรุงได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย ส่งผลต่อความคุ้มค่าในการใช้งานเครื่องมืออุปกรณ์เหล่านั้นและลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงได้ เช่นการตรวจสอบความสั่นสะเทือนของตลับลูกปืน การตรวจสอบผงโลหะในน้ำมันหรือการตรวจสภาพการสึกของดอกยางรถยนต์ก่อนตัดสินใจเปลี่ยน เป็นต้น สิ่งที่สำคัญของการบำรุงรักษาแบบตามสภาพคือการเลือกเทคโนโลยีในการตรวจสอบตรวจวัดให้ได้เหมาะสมกับชนิดของชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์นั้น ๆ และต้องสามารถกำหนดความถี่ในการตรวจสอบได้เพียงพอและเหมาะสมที่จะสามารถตรวจพบสัญญาณเตือนได้

3.2.1 แนวทางในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance approach)

ในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์จะต้องมีข้อมูลของสภาพรวมในเบื้องต้นเพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบซึ่งอาจจะได้มาจากบริษัทผู้ผลิต คู่มือประกอบ ข้อมูลทางด้านวิชาการ หรือจากการตรวจสภาพรวมของอุปกรณ์ในระบบในระยะแรกของการใช้งานในสภาวะปกติโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดเพื่อประเมินหาสภาพปัจจุบันของอุปกรณ์เหล่านั้นสำหรับการวางแผนการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ตรวจวัดรวมทั้งเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดซึ่งจะช่วยลดค่าอุปกรณ์และอะไหล่สำรอง เวลาหยุดระบบและที่ใช้สำหรับบำรุงรักษาลงได้มาก อย่างไรก็ตามมีประเด็นที่ท้าทายสำหรับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ก็ยังมีประเด็นที่ท้าทายให้พิจารณาอยู่หลายประการได้แก่

1) งบประมาณ สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีความแม่นยำและความซับซ้อนที่ต้องมีติดตั้งเพิ่มเข้ากับระบบซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนขององค์กรซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าที่จะได้จากการที่ได้อายุการใช้งานของอุปกรณ์มากขึ้นเทียบกับต้นทุนที่ต้องจ่ายเพิ่ม ในบางกรณีอาจจะจัดหาเครื่องมือหรือจ้างผู้รับเหมาจากภายนอกเข้ามาตรวจสอบแทนในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูงมากที่อาจไม่คุ้มต่อการลงทุนจะทำให้ไม่ต้องแบกรับภาระในส่วนนี้คงที่ นอกจากนี้หลังจากซื้อเครื่องมือมาแล้วอาจต้องลงทุนเกี่ยวกับการฝึกอบรมบุคลากรเพื่อให้มีความสามารถในการใช้เครื่องมือและวิเคราะห์ผลอีกประมาณ 30% ของเครื่องมือด้วย
2) การเปลี่ยนแปลงระบบในองค์กร เนื่องจากการนำการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ที่ต้องมีการเพิ่มเติมอุปกรณ์และขั้นตอนมาประยุกต์ใช้จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาอย่างมากซึ่งการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นนี้จะต้องใช้ทั้งเวลาและทรัพยากร
3) ความถูกต้องแม่นยำในการแปลผล ซึ่งรวมไปถึงประเด็นด้านเทคนิคต่าง ๆ เพราะถึงแม้ว่าเครื่องมืออุปกรณ์จะสามารถตรวจวัดค่าออกมาได้อย่างแม่นยำแต่การแปรผลให้เป็นลักษณะของสภาพเครื่องก็ไม่ง่ายนัก จำเป็นจะต้องมีผู้ที่มีประสบการณ์ในการแปรผลจากค่าต่าง ๆ เหล่านั้น

3.2.2 เทคนิคการตรวจวิเคราะห์สำหรับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance techniques)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์มีด้วยกันหลายชนิดหลายเทคนิค กลุ่มที่ใช้กันค่อนข้างแพร่หลายในการตรวจสภาพเครื่องจักร ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน (Vibration analysis) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมี (Chemical analysis) การวิเคราะห์แรงเสียดทานหรือการขัดสี (Tribology) การวิเคราะห์ทางด้านความร้อน (Thermography) และการวิเคราะห์ด้วยคลื่นอัลตราโซนิค (Ultrasound technique) การวิเคราะห์น้ำมัน (Oil Analysis) การตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า (Electrical Monitering)

1) การวิเคราะห์ความสั่นสะเทือน เป็นการตรวจสอบความผิดปกติหรือความเสียหายของอุปกรณ์ด้วยเทคนิคเชิงกลโดยใช้เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือนวัดที่เกิดขึ้นและแปลงสัญญาณค่าความสั่นสะเทือนที่วัดได้ให้เป็นความถี่ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาของเครื่องจักรได้จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ได้ขณะวัดกับข้อมูลที่เก็บไว้ในสภาวะของการทำงานปกติ ผู้ที่จะสามารถอ่านข้อมูลทางความถี่และประเมินผลได้ต้อง มีความเข้าใจเรื่องของการวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนจึงจะสามารถประเมินผลระดับความรุนแรงของความเสียหายและหาสาเหตุของการเสียหายได้
2) การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical analysis) หากจะเปรียบเทียบการวิเคราะห์โรคด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเลือดเพื่อหาโรคหรืออาการเจ็บป่วยของมนุษย์แล้ว การตรวจวิเคราะห์ค่าทางเคมีของสารหล่อลื่นหรือน้ำยาหล่อเย็นก็เปรียบเสมือนการตรวจเลือดของเครื่องจักรที่จะสามารถบอกได้ถึงความเสื่อมสภาพหรือสิ่งปนเปื้อนที่ผสมอยู่ในของเหลวเหล่านั้น โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Spectrographic analysis ซึ่งจะสามารถบ่งชี้ไปถึงต้นเหตุหรือตำแหน่งที่ผิดปกติที่ทำให้มีธาตุเหล่านั้นผสมอยู่ในน้ำมันหรือน้ำยาหล่อลื่น ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1

ธาตุ	สาเหตุ
เหล็ก (Fe)	ท่อ เฟือง ลูกสูบ ลูกปืน โครง สนิม
โครเมี่ยม(Cr)	แหวน ลูกปืน ชิ้นส่วนที่มีการชุบ
ทองแดง(Cu)	บุช ลูกปืน แหวน
ดีบุก(Sn)	ลูกปืน บุช ลูกสูบ
อลูมิเนียม(Al)	ลูกสูบ ปั๊ม ลูกปืน แกนหมุน พัดลม
นิเกิ้ล(Ni)	วาล์ว
เงิน(Ag)	ชิ้นส่วนที่มีการชุบ ลูกปืน บุช
แมงกานีส(Mn)	แกน แหวน
ซิลิกอน(Si)	ท่อลม
โซเดียม(Na)	สารต้านการเยือกแข็ง

3) การวิเคราะห์การขัดสี (Tribology) จะใช้ในการวิเคราะห์การสึกหรอกัดกร่อนของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ต้องมีการเสียดสีกัน ซึ่งการสึกหรอนี้นอกจากจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานแล้วยังส่งผลต่อการใช้พลังงานของเครื่องมืออุปกรณ์เหล่านั้น
4) การตรวจวัดอุณหภูมิ สามารถทำได้หลายวิธีเช่นการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจอุณหภูมิ การวัดความร้อนด้วยอินฟราเรด (Infrared Thermography) โดยใช้กล้องถ่ายภาพทางความร้อนเป็นเทคโนโลยีการตรวจสภาพทางไฟฟ้าและทางกลโดยไม่ต้องสัมผัส ซึ่งจะสามารถเห็นสภาพและระบุปัญหาได้โดยการวิเคราะห์ความผิดปกติของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

5) การวิเคราะห์ความเสียหายด้วยคลื่นเสียงอัลตร้าโซนิค เป็นวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาการรั่วซึมตามข้อต่อ ท่อ วาล์ว และใช้ในการบอกสภาพของปัญหาการเสียดสีของโลหะเครื่องจักรหมุน

6) การวิเคราะห์น้ำมัน ใช้ในการตรวจสภาพเครื่องจักรจากสารหล่อลื่นด้วยการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นเพื่อดูคุณสมบัติของสารหล่อลื่นรวมไปถึงการวิเคราะห์เศษโลหะที่ผสมอยู่ในน้ำมันก็จะสามารถบอกถึงสมรรถนะสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ซึ่งการตรวจสอบคุณสมบัติของสารหล่อลื่นจะทำให้ยืดเวลาการเปลี่ยนน้ำมันไปตามสภาพของการใช้งานทำให้สามารถใช้น้ำมันได้อย่างคุ้มค่าโดยที่ยังคงบำรุงรักษาเครื่องจักรและตัวเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

7) การตรวจวิเคราะห์สภาวะทางไฟฟ้า การตรวจวัดค่าแรงเคลื่อน กระแส และกำลังงานที่จ่ายแก่ภาระเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่นำใช้ตรวจวัดและเฝ้าระวังเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ไฟฟ้า สายส่งจ่ายไฟ ระบบจ่ายไฟ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลง สวิตช์เกียร์ เป็นต้น ซึ่งจะสามารถนำค่าต่าง ๆ ที่วัดได้มาประเมินสภาวะการทำงานหรือสภาพของอุปกรณ์เหล่านั้นได้

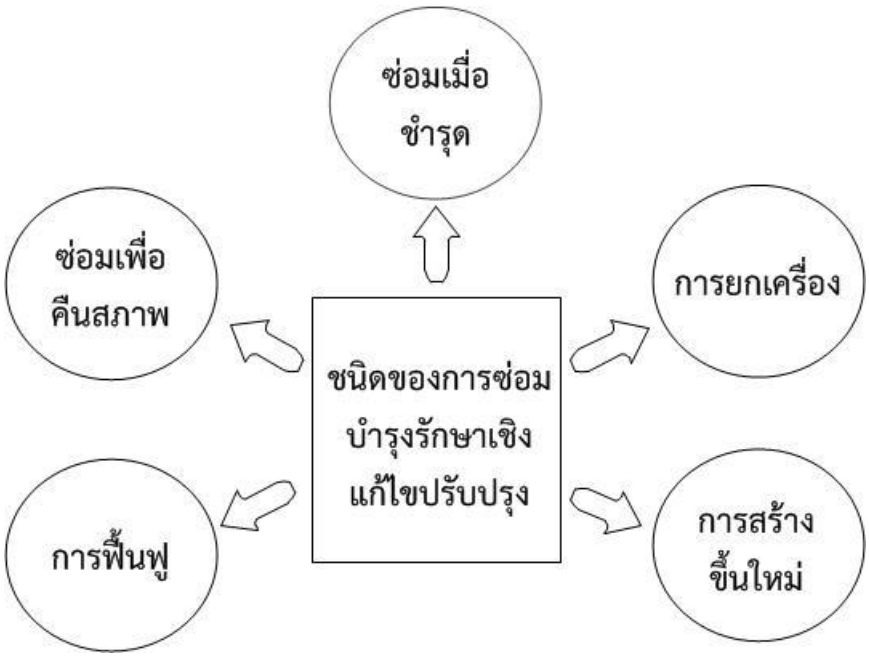
เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ในปัจจุบันมีหลายเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับตัวระบบที่จะนำไปใช้ การตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่สามจะสามารถตรวจสอบปัญหาของเครื่องจักรอุปกรณ์สมัยใหม่ได้ทั้งหมด ในการตรวจสอบระบบใหญ่ ๆ ที่มีส่วนประกอบที่หลากหลายและซับซ้อนจำเป็นที่จะต้องนำหลายๆเทคโนโลยีเข้ามาช่วยกันเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบปัญหาและเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจว่าจะบำรุงรักษาระบบในช่วงใดเพื่อความเหมาะสมที่สุด

3.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective maintenance)

ในทางวิศวกรรมได้มีความพยายามในการรักษาความเชื่อมั่นของระบบตั้งแต่ในระยะเริ่มต้นซึ่งก็คือขั้นตอนในการออกระบบระบบวิศวกรรมเหล่านั้น ตลอดจนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระหว่างการใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีความเสียหายของระบบหรืออุปกรณ์ประกอบเกิดขึ้นได้อันเนื่องจากจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้เช่น ความเสื่อมของอุปกรณ์ประกอบภายในระบบ ความผิดพรากจากผู้ปฏิบัติงาน หรือสาเหตุจากปัจจัยภายนอกเช่น ไฟฟ้า อุณหภูมิ และปัจจัยจากภัยธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการการดำเนินการซ่อมบำรุง แก้ไขปรับปรุง และดัดแปลงให้อุปกรณ์หรือระบบเหล่านั้นกลับมาใช้งานได้เป็นปกติ

การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงก็คือการดำเนินการการซ่อมบำรุง แก้ไขปรับปรุง และดัดแปลง เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื่อรั้งให้หมดไปโดยชิ้นเชิง และปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องมืออุปกรณ์หรือระบบให้สามารถทำงานได้ด้วยคุณภาพปรือประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ซึ่งจะทำมืออุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหาย (Brake Down) ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงที่ดีนอกจากจะเป็นการบำรุงรักษาเพื่อแก้ไขปัญหาแล้วยังรวมไปถึงการหาสาเหตุหรือต้นเหตุของปัญหาเพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดซ้ำได้อีกซึ่งก็คือการผนวกเอาวิธีการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance) เข้ามาร่วมด้วยในขั้นตอนสุดท้ายหรือระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการเกิดซ้ำลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและแก้ไขปรับปรุงคุณสมบัติของเครื่องมืออุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงอาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้เป็น 5 กลุ่มดังแสดงในรูปที่ 3-2 ดังนี้

1) ซ่อมเมื่อชำรุด (Fail-repair) คือการแก้ไขซ่อมบำรุงในส่วนที่ชำรุดให้อุปกรณ์สามารถกลับมาใช้งานหรือให้บริการได้ดังเดิม
2) ซ่อมเพื่อคืนสภาพ (Salvage) การซ่อมเพื่อคืนสภาพของการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงจะพิจารณาถึงการใช้วัสดุอุปกรณ์หรืออะไหล่ทดแทนที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับของเดิมมาทดแทนในสิ่งที่ไม่สามารถซ่อมให้กลับมาใช้งานได้ดังเดิม การยกเครื่องและการสร้างใหม่ทดแทนของเดิม
3) การสร้างขึ้นใหม่ (Rebuild) จะพิจารณาถึงการฟื้นฟูระบบด้วยวัสดุอุปกรณ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันกับอุปกรณ์ดั้งเดิมให้มากที่สุดทั้งทางด้านประสิทธิภาพ อายุการใช้งาน และรูปลักษณ์ ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงการประกอบติดตั้ง การทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์และคุณสมบัติเมื่อติดตั้งเข้าระบบ การซ่อมและการเปลี่ยนอุปกรณ์ เป็นต้น
4) การยกเครื่อง (Overhaul) คือการแยกชิ้นส่วนออกมาวิเคราะห์อย่างละเอียดและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด คาดว่าจะชำรุด หรืออุปกรณ์มีโอกาสจะจะชำรุดได้เข้าไปใหม่ และประกอบอุปกรณ์ใหม่ทั้งระบบเพื่อให้ระบบให้คุณลักษณะเทียบเท่ากับของใหม่โดยจะต้องมีการ สอบเทียบ ปรับตั้ง ปรับแต่ง และทดสอบ สอบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามข้อกำหนด และต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ จึงทำให้ได้อุปกรณ์หรือระบบเทียบเท่ากับของใหม่
5) การฟื้นฟู (Servicing) ขั้นตอนนี้อาจจะต้องการเนื่องจากการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง ที่ส่งผลให้ต้องมีการฟื้นฟูอุปกรณ์หลักที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้ ตัวอย่างเช่นการเปลี่ยนหรือการเชื่อมห้องข้อเหวี่ยงในการซ่อมเครื่องยนต์ หรือการเติมลมกลับเข้าถังเมื่อเสร็จสิ้นการซ่อมถังลม เป็นต้น



รูปที่ 3-2 ชนิดของการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขป้องกัน

3.3.1 ชนิดของการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขป้องกัน (Type of Corrective Maintenance)

3.3.1.1 การบำรุงรักษาแบบที่วางแผนได้ (Plan corrective maintenance)

การบำรุงรักษาแบบที่วางแผนได้หรือการซ่อมตามปกติ (Routine repairs) สำหรับความเสียหายที่ไม่เกิดอันตรายหรือไม่มีผลกระทบต่อการใช้บริการหรืออาจจะมีผลแต่สามารถหยุดการให้บริการได้ ทำให้การบำรุงรักษาแบบที่วางแผนได้นี้สามารถที่จะกำหนดช่วงระยะเวลาที่จะทำการแก้ไขได้

3.3.1.2 การบำรุงรักษาที่ต้องดำเนินการทันที (Breakdown maintenance)

เป็นการบำรุงรักษาเมื่อชำรุดหรือการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขป้องกันแบบที่ไม่สามารถวางแผนได้ เป็นการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ที่นอกเหนือการควบคุมหรือความชำรุดที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้จากการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งการบำรุงรักษาที่ต้องดำเนินการทันทีสามารถพิจารณาความเร่งด่วนหรือความรุนแรงของผลที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 แบบดังนี้

- การซ่อมฉุกเฉิน (Emergency repairs) เป็นสภาวะที่จะต้องกระทำในทันทีเนื่องจากความเสียหายนั้นจะก่อให้เกิดอันตรายซึ่งส่งผลต่อสุขภาพและความปลอดภัยทั้งต่อตัวพนักงานและบุคคลทั่วไป
- การซ่อมด่วน (Urgent repairs) เมื่อความเสียหายนั้นมีผลกระทบต่อการให้บริการของระบบทำให้ไม่สามารถให้บริการต่อไปได้จะต้องมีการแก้ไขให้สามารถใช้งานได้โดยด่วน

3.3.2 การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงรุกเป็นหัวใจหลักสำคัญของการแก้ปัญหาเป็นการแก้ปัญหาที่ต้นตอหรือสาเหตุหลักที่ทำให้อุปกรณ์ในระบบเสียหายที่มักจะถูกผนวกเข้ากับการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงในการวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้เป็นการแก้ไขปัญหาล่วงหน้าสำหรับลดโอกาสของการชำรุดและยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ ซึ่งจะทำให้สามารถการลดการสูญเสีย ลดต้นทุนในการซ่อมบำรุง และลดเวลาในการซ่อม นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้นเพื่อความยั่งยืนของชิ้นส่วนอุปกรณ์ประกอบในระบบ ซึ่งจะเห็นว่าการบำรุงรักษาเชิงรุกนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับกิจกรรมในการซ่อมบำรุงอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเชิงรุกจะต้องใช้งบประมาณที่เพิ่มขึ้นทั้งกำลังคนในการปฏิบัติงาน การรวบรวมข้อมูล และต้นทุนของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ ในทางปฏิบัติแล้วค่าใช้จ่ายของส่วนนี้ก็ไม่ควรที่จะสูงว่าผลรวมของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจากความเสียหายจากการเสื่อมสภาพจึงต้องมีการควบคุมและการวางแผนที่ดีและมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์หรือระบบในแต่ละแบบเช่นเดียวกับการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ดังนั้นปัจจัยหลักที่ต้องนำมาพิจารณาในการตัดสินใจการเลือกกลยุทธ์การบำรุงรักษาคือต้นทุนหรือความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเมื่อระบบหยุดทำงาน ไม่สามารถให้บริการแก่ลูกค้าได้ เวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมและรอเปลี่ยนชิ้นส่วน ค่าชิ้นส่วน และ ต้นทุนด้านกำลังคน เป็นต้น ตัวอย่างของการบำรุงรักษาเชิงรุกที่เห็นได้ชัดก็คือการเปลี่ยนจากลูกกลิ้งไปเป็นระบบแสงของเมาส์ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เนื่องจากในการซ่อมบำรุงแล้วพบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากลูกกลิ้งซึ่งเมื่อเปลี่ยนเป็นระบบแสงแล้วก็ไม่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดลูกกลิ้งอีกต่อไป

อ้างอิง

[1] B.S., Dhillon, *Engineering Maintenance: A Modern Approach*, CRC Press, USA, 2002.

[2] Mathew P., Stephens, Productivity and Reliability-Based Maintenance Management, Pearson Prentice Hall, USA, 2009.

[3] สุพร อัศวินนิมิตร และ ธีรพร พัดภู่, วิศวกรรมการบำรุงรักษา, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

หน่วยที่ 4
แนวปฏิบัติที่ดีในการบริหารงานการซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า

ในการบริหารงาน**ซ่**อมบำรุงระบบรถไฟฟ้าจำเป็นต้องคำนึงถึง 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การจัดการเดินรถ (railway operation management) และ การจัดการงานซ่อมบำรุง (railway maintenance management)

4.1 การจัดการเดินรถ

โดยทั่วไปในการจัดการการเดินรถไฟจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของการเดินรถให้ชัดเจนไว้ในข้อตกลงการบริหารจัดการการเดินรถ (operation & maintenance agreement) ซึ่งมักจะมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ส่วนคือ [1]

1. เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้โดยสาร พนักงานและระบบการเดินรถ
2. เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของระบบการเดินรถตามเป้าหมาย
3. เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพด้านการเงินตามเป้าหมาย

4.1.1. แผนการจัดการด้านความปลอดภัย

สิ่งสำคัญอันดับแรกในการจัดการการเดินรถคือ จะต้องมีแผนการจัดการด้านความปลอดภัย (Safety Management plan) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ **[1]**

1) แผนการเดินรถ (operation plan) ซึ่งประกอบด้วย
   1. กลยุทธ์การเดินรถ (operations strategy)
   2. คำศัพท์และคำเฉพาะที่ใช้ในโครงการ (project glossary)
   3. แผนการเดินรถ
      1) กรณีปกติ (normal mode)
      2) กรณีอุปกรณ์บางส่วนชำรุด (degraded mode)
      3) กรณีฉุกเฉิน (Emergency mode)
   4. แผนความปลอดภัยของการเดินรถ (operation safety plan)
   5. แผนการติดต่อสื่อสาร (communication plan)
   6. แผนปฏิบัติการของโรงซ่อมบำรุง (depot operation plan)

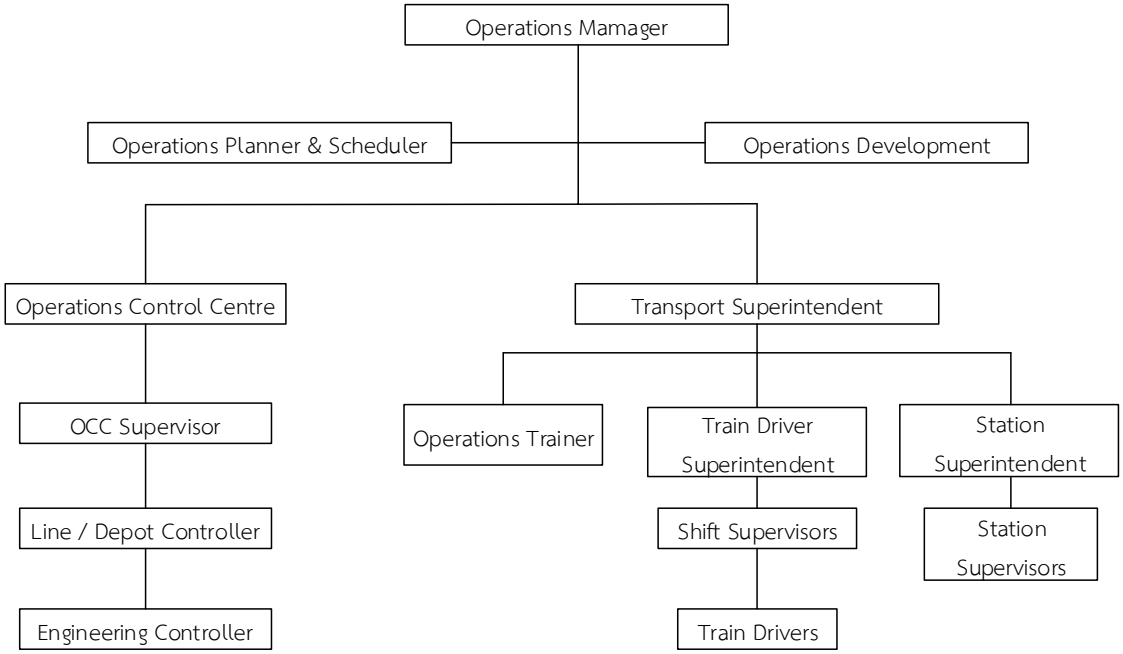
2) กฎระเบียบและคู่มือการเดินรถ
   1. กฎระเบียบ (rulebook)
   2. คู่มือปฏิบัติงานสำหรับการควบคุมทางวิศวกรรม (engineering controller)
   3. คู่มือพนักงานศูนย์ควบคุมส่วนกลาง (control center staff)

4. คู่มือพนักงานประจำสถานี (station staff)
5. คู่มือพนักงานขับรถไฟ (train drivers)
6. วิธีการเผยแพร่ข้อมูล
7. วิธีการจัดเก็บข้อมูล
8. คู่มือการจัดการข้อมูล

4.1.2 องค์ประกอบสำคัญในการบริหารงานบุคคล

การบริหารงานบุคคลด้านการเดินรถมักมีองค์ประกอบคือ โครงสร้างองค์กร คำอธิบายงาน คุณสมบัติบุคลากร อัตราการจ้างงานและสภาพของการให้บริการ แผนการพัฒนาและจัดหากำลังคน ระเบียบวินัยและการปลดออก **[1]**

4.1.3 โครงสร้างการจัดการการเดินรถ



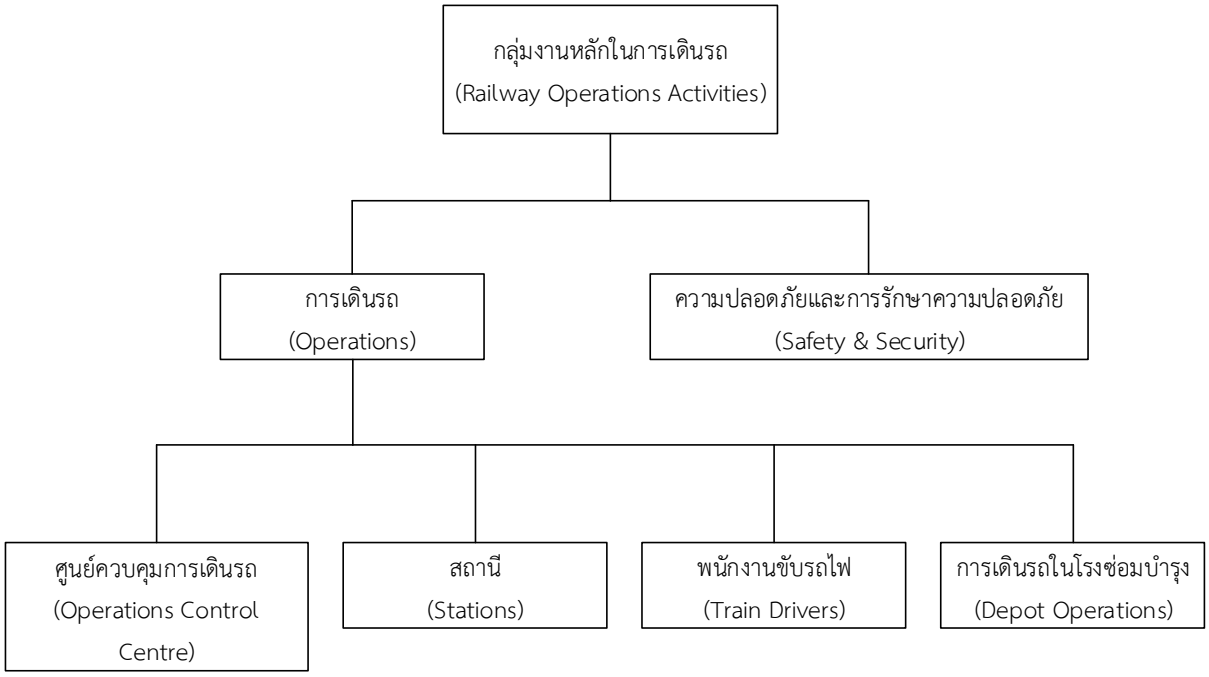
รูปที่ 4-1 แสดงตัวอย่างโครงสร้างการจัดการการเดินรถ **[1]**

นอกจากนี้ยังต้องมีการวางโครงสร้างการจัดการเดินรถอย่างชัดเจน โดยทั่วไปโครงสร้างการจัดการการเดินรถในระบบขนส่งมวลชนแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ

1) การวางแผนและตารางเดินรถ (operations planner & scheduler)
2) ศูนย์ควบคุมการเดินรถไฟ (operation control center)
3) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถานี (station)
4) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับพนักงานขับรถไฟฟ้า (train driver)

4.1.4.องค์ประกอบหลักในการควบคุมการเดินรถ

โดยทั่วไปองค์ประกอบหลักของการเดินรถสามารถแบ่งออกได้ดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 แสดงองค์ประกอบหลักในการควบคุมการเดินรถ **[1]**

4.1.5 การฝึกอบรมการเดินรถ

ในการฝึกอบรมการเดินรถนั้นจะต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความต้องการของการฝึกอบรมของบุคลากรที่จำเป็นต่อการเดินรถก่อนเพื่อมากำหนดวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงไปดูว่าวิธีการฝึกอบรมใดที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว การคัดเลือกผู้เข้าร่วมฝึกอบรมก็คือเป็นหัวใจสำคัญเช่นเดียวกันกับคุณภาพของวิทยากรและครูผู้สอน การฝึกอบรมอาจประกอบด้วย การฝึกอบรมพนักงานทั่วไป การฝึกอบรมช่วงการทดลองเดินรถ การฝึกอบรมช่วงเริ่มต้นให้บริการก่อนเกิดรายได้ [1]

4.1.6 การให้บริการเดินรถ

การเปิดให้บริการแก่ผู้โดยสารที่มีประสิทธิภาพมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้ **[1]**

- การตรวจสอบสมรรถนะการเดินรถ
- การกำกับดูแลให้เป็นไปตามกฎและระเบียบของการเดินรถ
- การทบทวนเอกสารด้านการเดินรถทั้งหมดซึ่งรวมทั้งความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัยและแผนการเดินรถทั้งภาวะปกติและภาวะฉุกเฉินต่างๆ ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
- การฝึกอบรมทบทวนความรู้ที่ความจำเป็นต่อการปฏิบัติงานของบุคลากร
- สถิติความน่าเชื่อถือ ความตรงเวลาและความพร้อมใช้งานซึ่งใช้สำหรับการกระตุ้นพนักงาน
- ความพึงพอใจของผู้โดยสาร

4.2 การจัดการงานซ่อมบำรุง (railway maintenance management)

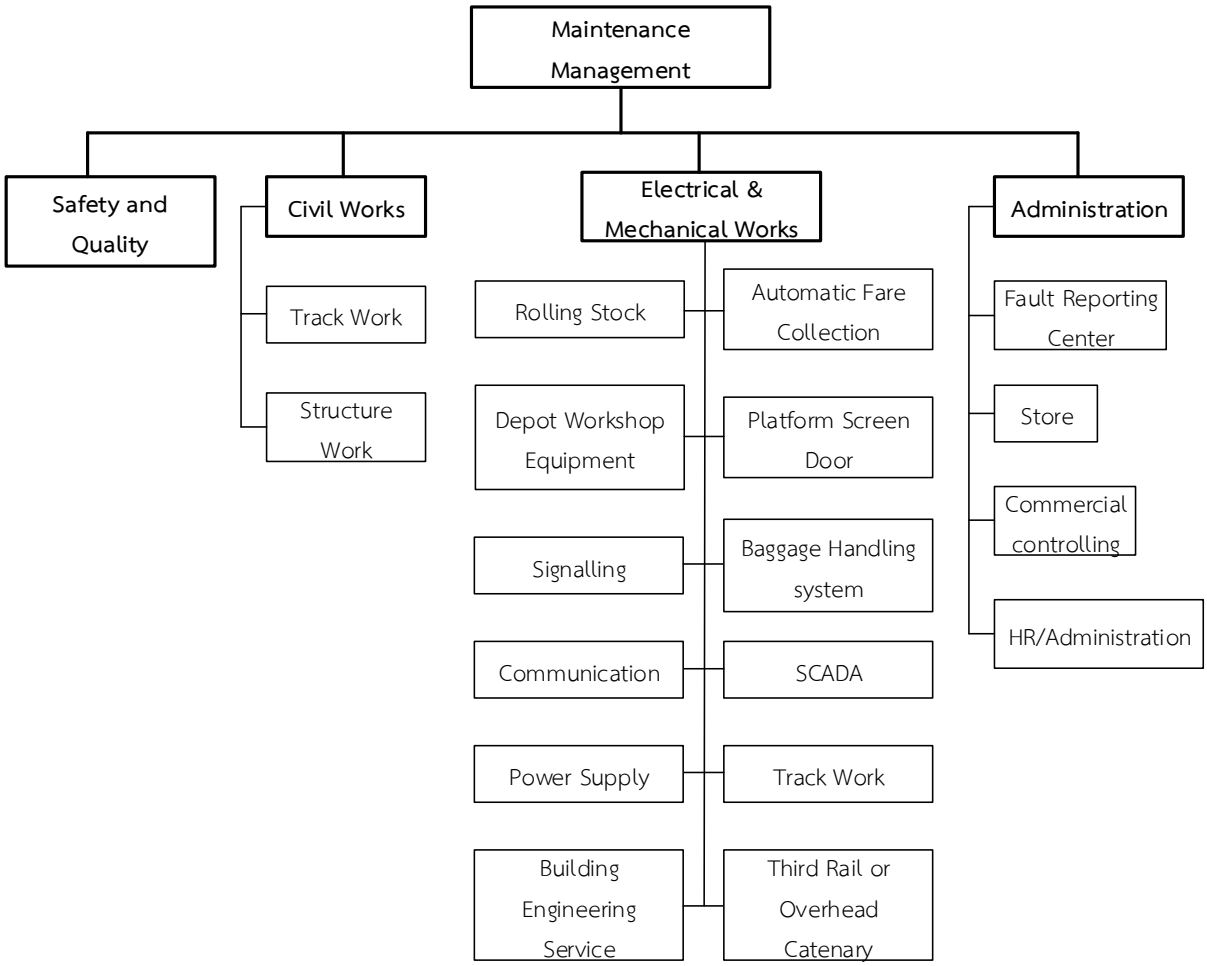
หลักในการจัดการงานซ่อมบำรุงก็คือการปฏิบัติงานที่เพียงพอของฝ่ายซ่อมบำรุงก่อนการส่งมอบระบบรถไฟฟ้าให้กับฝ่ายการเดินรถ ทั้งนี้งานซ่อมบำรุงหลักจะเป็นงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความบกพร่องของอุปกรณ์ซึ่งอาจส่งเสียต่อการเดินรถ แต่อย่างไรก็ตามก็ต้องตระหนักไว้เสมอว่าความบกพร่องของอุปกรณ์อาจเกิดขึ้นได้เสมอโดยที่ไม่อาจคาดเดาได้ ดังนั้นการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข (corrective maintenance) จึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

4.2.1 วัตถุประสงค์ในการซ่อมบำรุง

โดยทั่วไปแล้ว วัตถุประสงค์หลักของการซ่อมบำรุงก็เพื่อให้ระบบหรืออุปกรณ์มีความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลาด้วยค่าที่ใช้จ่ายที่เหมาะสม มีความปลอดภัย และได้สมรรถนะตามเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.2 โครงสร้างกลุ่มงานซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า

โดยทั่วไปโครงสร้างการซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้าอาจแบ่งออกเป็นระบบย่อยตามลักษณะทางวิศวกรรม



รูปที่ 4-3 แสดงตัวอย่างโครงสร้างของกลุ่มงานการซ่อมบำรุง **[1]**

จากรูปที่ 4-3 จะพบว่าโครงสร้างของกลุ่มงานการซ่อมบำรุงแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆคือ

1) ด้านความปลอดภัยและคุณภาพ (safety and quality)

2) ด้านงานโยธา (Civil works)

3) ด้านงานไฟฟ้าและเครื่องกล (Electrical and Mechanical works)

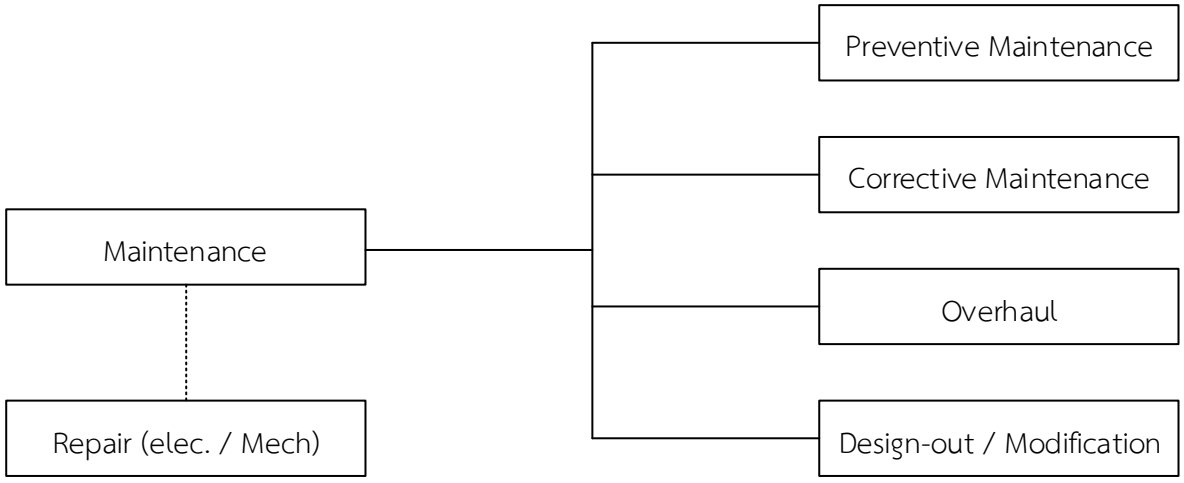
4) ด้านบริหารจัดการ (Administration)

4.2.3 การวัดประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุง

โดยปกติการวัดประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้าจะมีองค์ประกอบหลัก ความน่าเชื่อถือหรือความตรงเวลาซึ่งมักวัดจากความล่าช้าในการให้บริการโดยการเกิบสถิติของเหตุการณ์ / อุบัติเหตุ (incident/accident) ความพร้อมใช้งานโดยวัดจากความพร้อมของอุปกรณ์เกิดการปฏิบัติการเดินรถ ความพึงพอใจของผู้โดยสารโดยวัดจากการสำรวจ นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพใช้สำหรับกระบวนการควบคุมภายในหน่วยงานซ่อมบำรุง เช่น งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ยังค้างอยู่ งบประมาณการซ่อมบำรุง ผลผลิตของพนักงาน ประสิทธิภาพของการจัดการห่วงโซ่อุปทาน **[1]**

4.2.4 กิจกรรมหลักในการซ่อมบำรุง

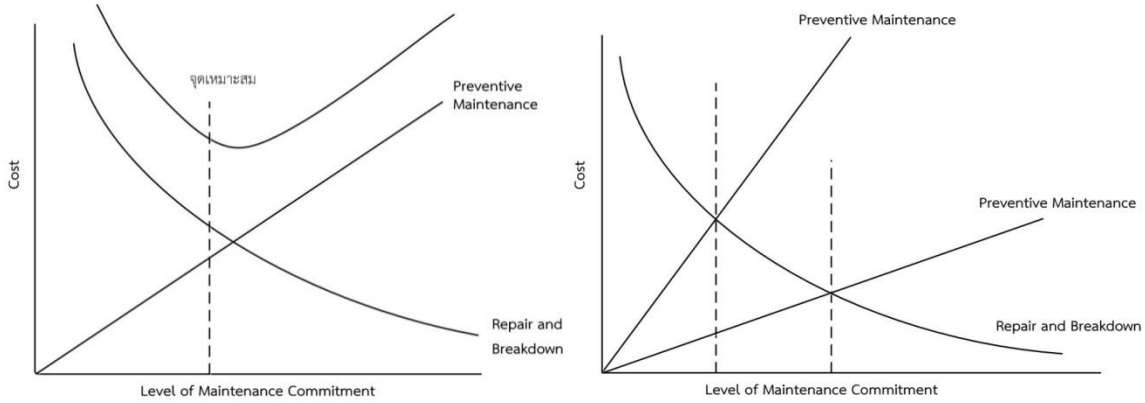
โดยทั่วไปแล้ว งานซ่อมบำรุงสามารถแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆคือ (1) งานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) (2) งานซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (corrective maintenance) (3) งานยกเครื่องใหม่ (overhaul) (4) งานซ่อมบำรุงแบบปรับปรุงหน้างาน (design-out modification) และ (5) การซ่อมบำรุงเมื่อชำรุด (repair)



รูปที่ 4-4 แสดงกิจกรรมหลักในงานซ่อมบำรุงของระบบรถไฟฟ้า **[1]**

4.2.5 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) จะถือเป็นกิจกรรมหลักที่กระทำเพื่อรักษาให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างดีตลอดเวลา หรือเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเล็กๆน้อยๆที่อาจนำไปสู่ปัญหาใหญ่ได้ ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อขอบเขตและสิ่งที่ต้องทำในงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะมี 3 อย่างคือ ความน่าเชื่อถือของกระบวนการ (process reliability) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (economics) และคุณภาพของงานตามมาตรฐาน (standards compliance) รูปที่ 4-5 แสดงจุดที่เหมาะสมสำหรับการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเมื่อเทียบการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข จากรูปจะเห็นได้ว่าในการซ่อมบำรุงแบบซ่อมเมื่อเสียจะมีค่าใช้จ่ายสูงมากเมื่อเทียบกับความพยายามในการซ่อมบำรุงที่มีต่ำ ในขณะที่ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะต่ำในระดับความพยายามเดียวกันแต่จะสูงเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อระดับความพยายามเพิ่มขึ้น ดั้งนั้นการหาจุดที่เหมาะสมสามารถกระทำได้ถ้ามีการวางแผนที่เหมาะสม โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวางแผนอาจขึ้นอยู่กับระยะเวลา (time base) ระยะทาง (distance base) หรือสภาพของอุปกรณ์ (condition base)



รูปที่ 4-5 แสดงจุดที่เหมาะสมสำหรับการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเมื่อเทียบการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันถือเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ ระบบ CMMS (Computerised Maintenance Management System) ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในองค์กรการซ่อมบำรุง เนื่องจากโปรมแกรมดังกล่าวช่วยให้สามารถทำการซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิ เช่น การกำหนดเครื่องจักรที่ต้องการการบำรุงรักษาและชิ้นส่วนอะไหล่ที่จำเป็นต่อการซ่อมบำรุง และช่วยให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงโดยเปรียบเทียบระหว่างการซ่อมบำรุงแบบทันทีกับการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เพื่อนำไปสู่การจัดการทรัพยากรที่ดีขึ้น CMMS ยังสามารถใช้เพื่อตรวจสอบผลการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงได้อีกด้วย ฟังชันก์โดยทั่วไปของ CMMS มีดังนี้

- การจัดการใบสั่งงาน (work order management)
- การจัดการทรัพยากร (asset management)
- การบริหารกำลังคน (manpower management)
- การจัดการสินค้าคงคลัง (inventory management)
- สถิติและรายงาน (statistic and report)

ข้อดีของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประกอบด้วย

- ใช้เป็นการตรวจสภาพอุปกรณ์เพื่อสามารถทำการซ่อมบำรุงได้ก่อนที่จะชำรุดมากขึ้น

- สามารถวางแผนการซ่อมบำรุงตามแผน สามารถเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด (กรณีพบข้อบกพร่อง) เมื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เป็นส่วนที่สำคัญในการผลิต

ข้อเสียดังนี้

- ยังไม่สามารถขจัดการชำรุดที่ไม่อาจคาดคิดได้

- อาจเพิ่มค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

- เป็นการรบกวนชิ้นส่วนระบบอื่นโดยไม่จำเป็น

- อาจเกิดผิดพลาดจาการใส่ชิ้นส่วนกลับเข้าที่ได้

ขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ขั้นตอนที่ 1 จัดหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์

- Single Line Diagram, Wiring Diagram

- สถานีย่อยไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า

- ห้องตู้สวิตซ์บอร์ด

- Car and Motor Car

- Traction System, Traction Invertor Container

- ล้อและเพลา, ระบบเบรก, พูลเลย์และสายพาน

- ระบบการหล่อลื่น

- คู่มือการซ่อมบำรุง

- คู่มือการติดตั้ง

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์แนวทางการซ่อมบำรุง

- เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญหรือไม่

- มีอุปกรณ์สำรองหรือไม่

- ถ้า PM Cost สูงหรือไม่สามารถลดปัญหาการสึกหรอได้ก็ไม่ควรทำ PM

- ถ้าอุปกรณ์จะล้าสมัยก่อนเวลาชำรุด ก็อาจไม่ต้องทำ PM

ขั้นตอนที่ 3 จัดเตรียมรายละเอียดของการทำงาน

จัดทำวิธีการตรวจสอบ จุดสำคัญ และอุปกรณ์สำคัญ (Critical) ที่ต้องตรวจสอบ รวมถึงการรวบรวมอุปกรณ์ที่มีผลต่อระบบอื่น

รายการ	การดำเนินงาน	สภาพ		หมายเหตุ
		YES	NO	
อุณหภูมิหม้อแปลง	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด			
ระดับน้ำมันหม้อแปลง (Tank & On load tap)	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่			
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว แล้วชี้นส่วนอื่นๆ			
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่งสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง			
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก			
กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจสารดูดความชื้น (Silica gel) หารมีการเปลี่ยนสี (เป็นสีชมพู) ต้องเปลี่ยนใหม่ตรวจคาบน้ำมัน			

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำใบรายการซ่อมบำรุง

- จัดทำใบรายการซ่อมบำรุง
- ตารางเวลาการซ่อมบำรุง (โดยทั่วไปมาจากคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์และจากประสบการณ์)
- ใบรายการซ่อมบำรุงควรประกอบด้วย.
    - ชื่อ หมายเลข สถานที่ตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
    - จำนวนชั่วโมง จำนวนคนที่ใช้ในการทำงาน
    - วงรอบการซ่อมบำรุง
    - ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย
    - ชนิดของงานซ่อมบำรุง (ทางกล ทางไฟฟ้า หล่อลื่น ฯลฯ)
    - ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
    - เครื่องมือที่ใช้
    - รายการอะไหล่ที่ต้องใช้
    - เงื่อนไขเชิงปริมาณที่ใช้ในการตัดสินใจว่าปกติหรือไม่
    - ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการซ่อมบำรุง
    - บันทึกประวัติการซ่อมบำรุง

ขั้นตอนที่ 5 การวิเคราะห์เครื่องมือและเทคนิควิธีที่จำเป็นต่อการซ่อมบำรุง

- โครงสร้างและวิธีการใช้งานเครื่องมือ
- วิธีการใช้งานเครื่องมือที่เหมาะสมในงานที่เฉพาะจงจง
- อุปกรณ์ป้องกันต่างในขณะทำงานซ่อมบำรุง
- ทักษะที่จำเป็นต่อการใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆ
- กระบวนการตัดสินใจที่มีมาตรฐานที่ใช้บ่งบอกระดับความรุนแรงของอันตรายจากการใช้เครื่องมือ
- แผนการทำงานที่คำนึงถึงความปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์จำนวนชั่วโมงและค่าใช้จ่ายของวัสดุและอะไหล่

- แรงงานที่ต้องการใช้
- เครื่องมือที่ต้องใช้
- อะไหล่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องมือวัด เครื่องมือพิเศษ
- ค่าใช้จ่ายของวัสดุต่างๆ

ขั้นตอนที่ 7 จัดทำรายการตรวจสอบ

ทำการตรวจสอบและการซ่อมบำรุง โดยใช้ Check List

รายการ	การดำเนินงาน	สภาพ		หมายเหตุ
		YES	NO	
อุณหภูมิหม้อแปลง	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด	/		
ระดับน้ำมันหม้อแปลง (Tank & On load tap)	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่	/		
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว แล้วชี้นส่วนอื่นๆ	/		
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่งสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง	/		
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก		/	รอยรั่วซึมน้ำมัน
กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจสารดูดความชื้น (Silica gel) หารมีการเปลี่ยนสี (เป็นสีชมพู) ต้องเปลี่ยนใหม่ตรวจคาบน้ำมัน	/		

ขั้นตอนที่ 8 วิเคราะห์ผลการตรวจสอบและการซ่อมบำรุง

สรุปผล วิเคราะห์จุดบกพร่อง และรายงานรวมทั้งแก้ไขปรับปรุง

- หาจุดบกพร่อง
- หาสาเหตุ
- ทำการแก้ไข
- ทำการป้องกัน
- ทำรายการตรวจสอบและซ่อมบำรุง

ขั้นตอนที่ 9 การแก้ไขตามผลการตรวจสอบ

-พบจุดบกพร่องแก้ไขทันที หรือซ่อมบำรุงตามความจำเป็น หรือหาเวลาที่เหมาะสมแล้วดำเนินการ

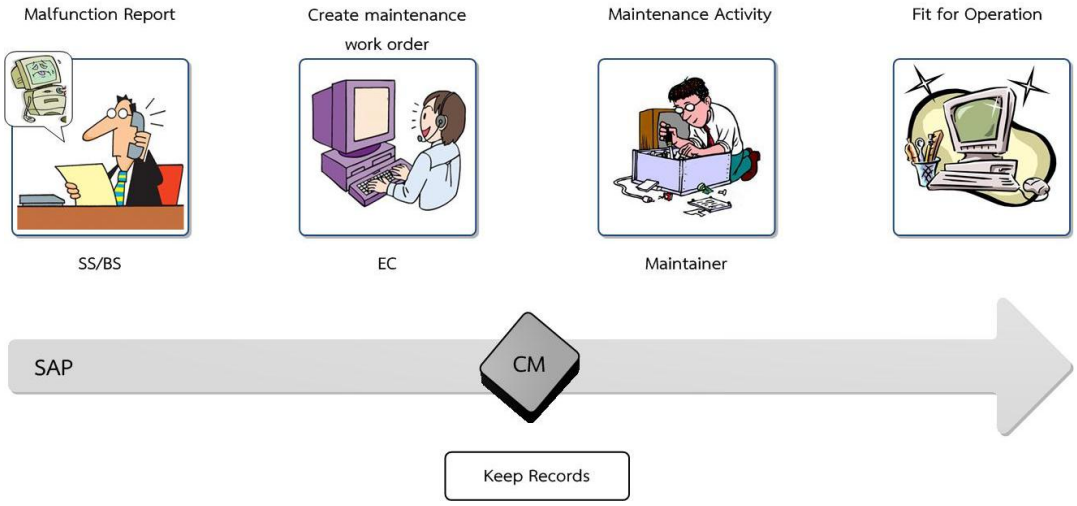
- จุดบกพร่องบางรายการยังสามารถใช้งานได้

ขั้นตอนที่ 10 การจัดการหลังการตรวจสอบและซ่อมบำรุง

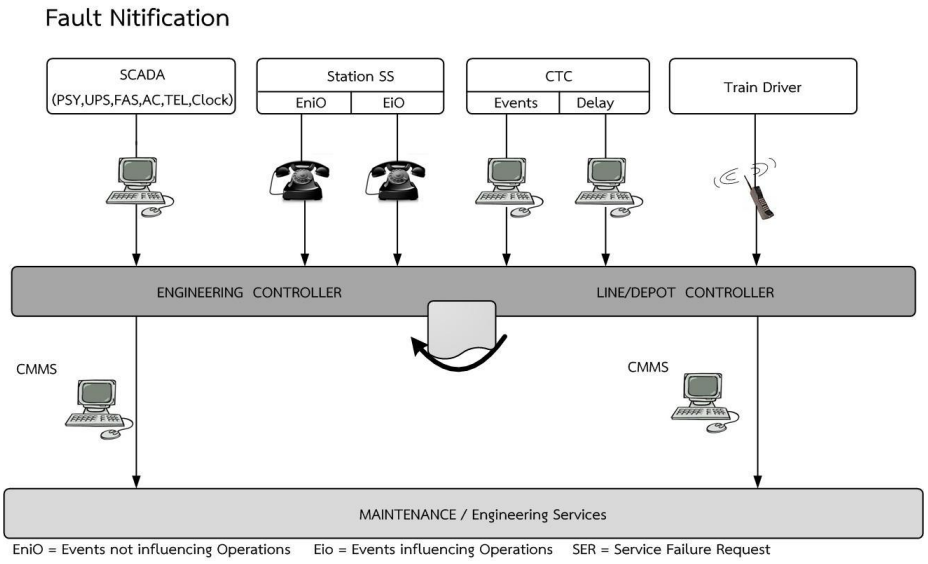
- บันทึกผลการตรวจสอบและวิเคราะห์ผล
- หากพบสิ่งผิดปกติ แต่ยังใช้งานได้อยู่ ให้คอยติดตามงานหรือใช้เครื่องมือวัดตามความจำเป็น

4.2.6 การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (corrective maintenance)

ในส่วนของการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข (corrective maintenance) นั้นจะเป็นงานเกี่ยวข้องกับการแก้ไขหรือซ่อมแซมข้อบกพร่องของเครื่องจักรที่ตรวจพบระหว่างการตรวจสอบตามแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันให้สามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ งานในส่วนนี้ถือเป็นงานหลักที่เกิดขึ้นในหน่วยงานซ่อมบำรุง ดังนั้นประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจึงมีความสำคัญอย่างมากรูปที่ 4-6 แสดงกระบวนการทำงานหลักๆของการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขซึ่งประกอบด้วยการรายงานการชำรุด (malfunction report) การสร้างใบสั่งงาน (work order) กิจกรรมการซ่อมบำรุง (maintenance activity) และการทดสอบการทำงานก่อนการใช้งาน (fit for operation) รูปที่ 4-7 แสดงช่องทางที่ใช้ในการสื่อสารเมื่อเกิดเหตุการณ์อุปกรณ์ขัดข้อง (Fault)



รูปที่ 4-6 กระบวนการทำงานหลักๆของการซ่อมบำรุงเพื่อแก้ไข [2]



รูปที่ 4-7 ช่องทางการสื่อสารเมื่อเกิดข้อบกพร่อง [2]

4.2.7 การยกเครื่องใหม่ (overhaul)

โดยทั่วไปการยกเครื่องใหม่จัดอยู่ในกลุ่มงานการซ่อมบำรุง แต่เนื่องจากการซ่อมบำรุงเครื่องมีลักษณะเฉพาะและงบประมาณในการดำเนินการที่ไม่ขึ้นกับการซ่อมบำรุงในส่วนอื่น การยกเครื่องใหม่จึงแยกออกจากการดเนินการซ่อมบำรุงระบบ เช่นเดียวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การยกเครื่องใหม่มีการวางแผนโดยขึ้นอยู่กับการใช้งานและสภาพของระบบย่อยและอุปกรณ์ นอกจากนี้ปัจจัยหลายอย่างที่ต้องพิจารณา เช่น เวลา วัสดุ เครื่องมือ การวางแผนกำลังคน การฝึกอบรม เอกสาร และกระบวนการ [1]

4.2.8 การบริหารคุณภาพและความปลอดภัยในงานซ่อมบำรุง

โดยปกติแล้ว การบริหารคุณภาพและความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงจะแบ่งออกได้เป็นหลายระดับ ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการนำไปสู่การปฏิบัติ มาตรฐานที่นิยมใช้ก็คือ ISO 9001, 14001 และ OHSAS 18001 [1]

4.2.9 ขั้นตอนการซ่อมบำรุงและคำแนะนำในการทำงาน

เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความปลอดภัยของการซ่อมบำรุง งานทุกงานควรจะอธิบายไว้ในรูปแบบของขั้นตอนการทำงานหรือคำแนะนำ ซึ่งขั้นตอนการทำงานและคำแนะนำงานที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ [1]

- มีการกำหนด วัตถุประสงค์และขอบเขตของงาน กล่าวคือ ขั้นตอนที่ต้องทำให้สำเร็จและขอบเขตของงาน (Purpose and scope)

- มีการระบุ ความต้องการเบื้องต้น กล่าวคือ รายการที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสาร บุคลากร, เครื่องมือพิเศษ การอนุมัติ การเตรียมข้อมูลที่จำเป็นในการปฏิบัติตามขั้นตอน

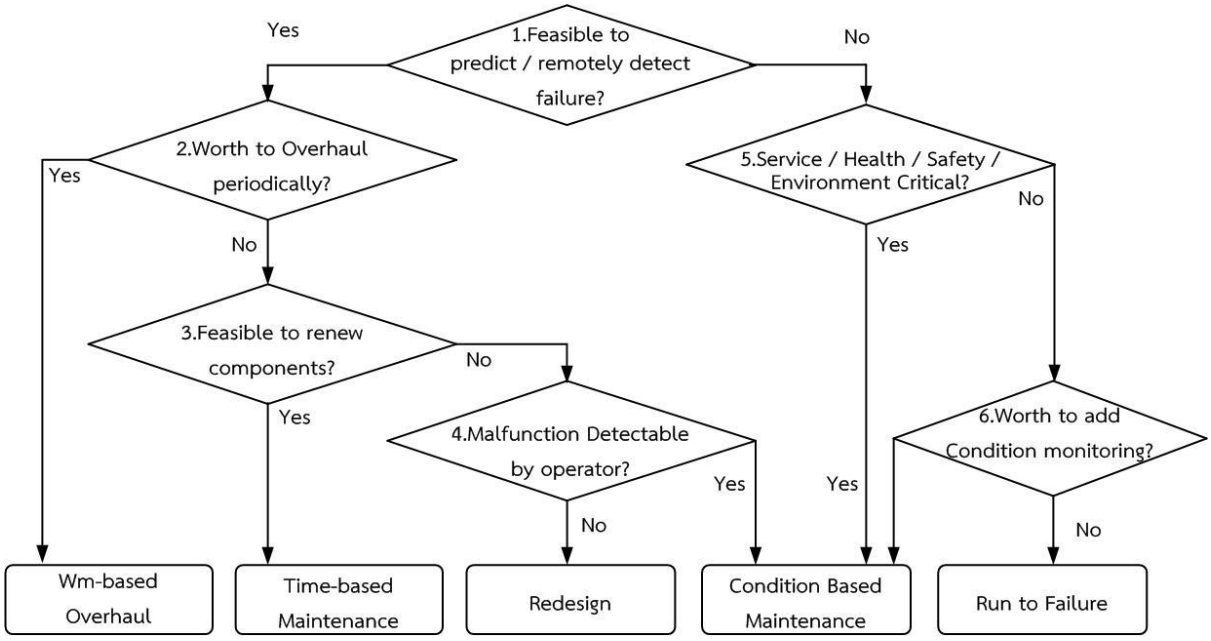
- มีการระบุ คำเตือน กล่าวคือ ข้อควรระวังเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายในการดำเนินการ (Warnings)

- มีการระบุ ขั้นตอน กล่าวคือ สิ่งที่ต้องทำก่อนหลังโดยลำดับ เพื่อให้การทำงานสำเร็จลุล่วง (Steps)

4.3 องค์ประกอบการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ

4.3.1 นโยบายการซ่อมบำรุง (maintenance policy)

การซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องการกำหนดนโยบายการซ่อมบำรุง ทั้งนี้เพื่อความต่อเนื่องของการดำเนินงานร่วมไปถึงความชัดเจนในเรื่องของแผนการจัดการการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากไม่ว่าองค์กรจะมีขนาดเท่าใด โดยปกติหน่วยงานซ่อมบำรุงจะมีคู่มือที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับนโยบาย แผนงานวัตถุประสงค์ ความรับผิดชอบ และโครงสร้างการสั่งการของแต่ละระดับ คู่มือนี้ยังร่วมถึงสิ่งที่ต้องรายงาน (reporting requirement) วิธีการและเทคนิคที่เป็นประโยชน์ และดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กร (performance measurement indies) รูปที่ 13-5 แสดงแนวทางการกำหนดนโยบายในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆในระบบรถไฟฟ้า ซึ่งใช้ในการกำหนดวิธีการซ่อมโดยแบ่งได้ 5 รูปแบบคือ ตามวาระจากระยะทาง (km base overhaul) ตามวาระจากเวลา (time-based maintenance) การออกแบบใหม่ (redesign) ตามสภาพการใช้งาน (condition-based maintenance) ปล่อยให้งานจนเสียหาย (run to fail)



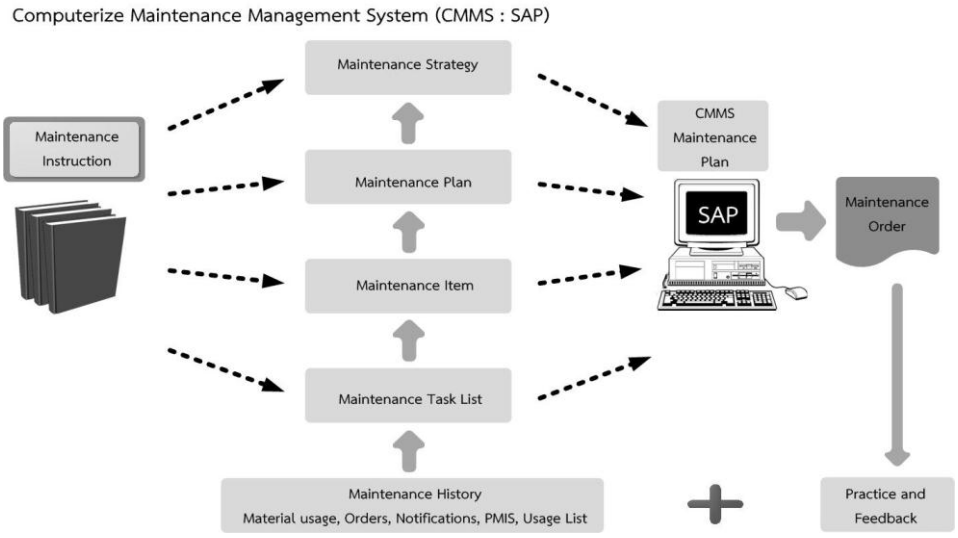
รูปที่ 4-8 กระบวนการตัดสินใจรูปแบบการซ่อมบำรุงอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆในระบบรถไฟฟ้า [2]

4.3.2 การควบคุมอะไหล่และวัสดุ

โดยปกติแล้วค่าใช้จ่ายของอะไหล่และวัสดุ (spare and material costs) ในการซ่อมบำรุงจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 30-40% ของค่าใช้จ่ายทางตรงทั้งหมด (total direct maintenance costs) ในการซ่อมบำรุง นอกจากนี้ประสิทธิภาพการบริหารทรัพยากรบุคคลในหน่วยงานซ่อมบำรุงก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดหาอะไหล่และวัสดุอีกด้วย ปัญหาของการขาดแคลนอะไหล่อาจทำให้เกิดการชะงักของงาน การเดินทางที่สูญเปล่า ความล่าช้าของงานซ่อมบำรุงและการซ่อมบำรุงที่เกินเวลาที่กำหนด ดังนั้นเพื่อลดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอะไหล่และวัสดุที่ใช้ในการซ่อมบำรุง การวางแผนงาน การประสานในการจัดซื้อ การประสานกับสต็อกที่เก็บอะไหล่และวัสดุ การประสานกับฝ่ายประกันคุณภาพของอะไหล่ และการทบทวนประสิทธิภาพการใช้อะไหล่หลังจากซ่อมบำรุงจบลง จึงมีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก

4.3.3 ระบบใบสั่งงาน (Work Order System)

ใบสั่งงาน คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดให้บุคคลหรือกลุ่มไปทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้วางไว้ตั้งแต่เริ่มต้น ระบบใบสั่งงานที่ดีจะต้องประกอบข้อมูลงานที่มอบหมายและข้อมูลของงานที่ทำเสร็จ ไม่ว่างานนั้นจะเป็นงานที่ต้องทำประจำหรือเป็นงานเฉพาะกิจ (repetitive or one-time jobs) ระบบใบสั่งงานสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมค่าใช้จ่ายและการประเมินสมรรถนะของงานได้โดยปกติแล้วในระบบรถไฟฟ้าจะออกใบสั่งงานโดยผ่านระบบบริหารจัดการการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ (computerize maintenance management system, CMMS) ดังแสดงในรูป 4-9



รูปที่ 4-9 กระบวนการของระบบใบสั่งงาน [2]

4.4.4 การทำประวัติเครื่องจักร

การทำประวัติเครื่องจักรถือเป็นสิ่งที่สำคัญต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะของหน่วยงานซ่อมบำรุง ประวัติเครื่องจักรสามารถแยกได้เป็น 4 ส่วน คือ

(1) ประวัติการจัดซื้อ จะถูกกำหนดโดยแผนกอะไหล่หรือแผนกจัดซื้อ ซึ่งปกติประกอบด้วย หมายเลขที่ใช้เรียกเครื่องจักร ขนาดและชนิดของเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ วันที่ผลิตและวันที่ได้รับเครื่องจักร รายชื่อผู้ผลิตและตำแหน่งที่ใช้เก็บเครื่องจักร

(2) ประวัติงานซ่อมบำรุงที่ผ่านมา จะถูกจัดเก็บไว้ตามลำดับวันเวลาซึ่งประกอบด้วย รายละเอียดการซ่อมแซมเพื่อแก้ไขปัญหาและการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตลอดช่วงอายุตั้งแต่เริ่มติดตั้งเครื่องจักร

(3) ประวัติค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงและค่าอะไหล่เป็นรายการ

(4) ประวัติด้านเทคนิคของเครื่องจักร จะเป็นข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยคู่มือการทำงานและการใช้งานเครื่องจักร รายละเอียดการประกันคุณภาพ เขียนแบบของเครื่องจักรและอื่นๆ ประวัติเครื่องจักรจะมีประโยชน์ต่อการสั่งซื้อในครั้งต่อไปในอนาคต การแก้ปัญหาเมื่ออุปกรณ์หรือเครื่องจักรหยุดทำงาน การเปลี่ยนหรือการปรับปรุงเครื่องจักรการสืบสวนเหตุการณ์อุบัติเหตุต่างๆ การวิเคราะห์หาจุดที่มีความเสี่ยง การวิเคราะห์หาความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร การวิเคราะห์ความสะดวกและง่ายต่อการซ่อมบำรุง การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดจนช่วงอายุของเครื่องจักร

อ้างอิง

[1] กวิภัฏ ณัฐธุวุฒิสิทธ์, “การจัดการซ่อมบำรุงและการเดินรถไฟฟ้า”, VAST Consutants Company Limited, 2556.

[2] ภัคดี จิระภาพันธ์. (2554). เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง Maintenance Concept & Experience. งานวิศวกรรมแห่งชาติ

หน่วยที่ 5
โรงซ่อมบำรุง

5.1 พื้นที่ส่วนต่างๆของโรงซ่อมบำรุง

การที่จะประสบความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจในระบบขนส่งทางนั้นประสิทธิภาพของโรงซ่อมบำรุงถือเป็นหัวใจหลัก นอกจากนี้การจัดระเบียบการทำงานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทั้งหมดในโรงซ่อมอยู่ในสภาวะที่พร้อมใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบประจำวัน การทำความสะอาด การหล่อลื่น และการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างพื้นทีต่างๆในโรงซ่อมบำรุงทั่วไป

ตารางที่ 1 ตัวอย่างพื้นที่ส่วนต่างๆ ของโรงซ่อมบำรุง

พื้นที่	วัตถุประสงค์การใช้งาน
พื้นที่จอดรถไฟ (Stabling Area)	ที่จอดรถไฟหลังชั่วโมงเดินรถเวลากลางคืน เพื่อให้พนักงานทำความสะอาดภายในของรถไฟ
พื้นที่ล้างรถไฟ (Wash Area)	โรงล้างรถและทำความสะอาดรถทำความสะอาดภายนอกรถไฟเมื่อรถไฟก่อนจะกลับไปที่โรงซ่อมบำรุง
พื้นที่ซ่อมบำรุงทั่วไป (Running Maintenance Area)	จุดยกรถไฟขึ้นเพื่อตรวจสอบด้านล่างของรถไฟ และใช้เปลี่ยนอุปกรณ์ที่อยู่ด้านล่าง
พื้นที่ซ่อมบำรุงรักษาหนัก (Heavy Maintenance Area)	จุดที่ใช้ในการยกตัวรถไฟขึ้น เพื่อให้สามารถทำการซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์บริเวณช่วงล่าง เช่น เปลี่ยนแคร่รถไฟ (Bogies) นอกจากนั้นยังสามารถใช้เครนในการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคารถไฟ เช่น เครื่องปรับอากาศ
พื้นที่วางสิ่งอำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุงแบบเฉพาะ (Other Maintenance Facility)	แท่นกลึงล้อแบบอยู่ใต้พื้นใช้สำหรับการกลึงล้อรถไฟ อุปกรณ์อำนวยการซ่อมบำรุงต่างๆ
พื้นที่จัดเก็บ (Storage Area)	บริเวณที่ใช้เก็บของที่มีน้ำหนักมากหรือวัตถุที่มีอันตราย
พื้นที่อื่นๆ (Ancillary Area)	พื้นที่อื่นๆ จะเป็นพื้นที่ไม่เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงแต่มีความจำเป็นต้องมีเพื่อให้สามารถใช้ดำเนิงงานซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ - ศูนย์ควบคุมไฟไหม้ (Fire Control Center) - ศูนย์ควบคุมโรงซ่อมบำรุง (Depot Control Center) - ห้องทำงานของโรงซ่อมบำรุง (Main Depot Building offices) - ห้องเครื่องในโรงซ่อมบำรุง (Plant Rooms) - ห้องเครื่องหรือห้องอุปกรณ์ในโรงซ่อม - โรงอาหาร (Canteen) - ที่จอดรถ (Car Park) - ห้องฟิตเนต, กีฬาและหอพัก (Fitness, Sport hall and Dormitory)
พื้นที่จอดรถบริการ (Servic vehcles Park Area)	บริเวณให้บริการจอดรถซ่อมบำรุง

5.2 กิจกรรมที่ทำในโรงซ่อมบำรุง

รูปที่ 5-1 การตรวจสอบ [1]

รูปที่ 5-2 การเติมน้ำมันในกรณีรถไฟทางไกลที่มีต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซล [2]

รูปที่ 5-3 จุดเก็บอะไหล่ [3]

รูปที่ 5-4 จุดยกเครื่อง [4]

รูปที่ 5-5 จุดซ่อมบำรุงหลักตัวโบกี้รถไฟ [5]

รูปที่ 5-6 พื้นที่บริเวณซ่อมบำรุงตัวโบกี้รถไฟ [6]

รูปที่ 5-7 ทางในโรงซ่อมบำรุง [3]

รูปที่ 5-8 จุดใช้ทดสอบประสิทธิภาพจริง (Public Performance Measure, PPM) และจุดตรวสอบและการทดสอบการเบรก (Vehicle Inspection and Brake Testing, VIBT) [8]

รูปที่ 5-9 จุดทำความสะอาด [9]

5.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในโรงซ่อมบำรุง

ตารางด้านล่างแสดงอุปกรณ์ที่จำเป็นในสถานีรถไฟซึ่งมีทั้งรายละเอียดของฟังก์ชั่นและข้อกำหนดทางเทคนิค [3]

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องตัด (**Band Saw**) -ใช้ตัดวัสดุต่างๆ 	รูปแบบ (Type) : F 320/S1 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Supply voltage) : 400 V 50 Hz กระแสใช้งาน (Nominal Current) : 35 A Max Prefuse : 6 A
เครื่องเจาะรู (**Bench Drill Machine**) -ใช้เจาะรูต่างๆที่ต้องการ 	กำลังมอเตอร์ (Motor power) : 0.37/0.55 kw แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 ปัจจุบัน (Current) : 1.6/1.4 A คาวามถี่ (Frequency) : 50 Hz Rpm : 680/1380/Min

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องล้างทำความสะอาด (**Blow Down Cabin)** **-** Zippel cleaning - ระบบทำความสะอาดห้อง - การล้างโดยใช้ความร้อนหรือแรงดัน 	รูปแบบ (Type) : REMA – K1 – 200/SG กำลังมอเตอร์ (Motor power) : 3.3 kW แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V ควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Control Voltage) : 230 V คาวามถี่ (Frequency) : 50 Hz Rpm : 3000 min-1
Bogie Frame Lifting Jacks - ใช้ยกโบกี้และตัวแคร่ขึ้นและลง 	รูปแบบ (Type) : HYWEMA FL/N1, 3 โหลด (Capacity) : 1300 kg ความเร็วยกขึ้นสูงสุด (Max Lifting Speed) : 560 mm/min นำหนักสุทธิ (Net Weight) : 280 kg ระดับการใช้งาน (Operated Level) : Maximum ความชันสูงสุด (Inclination) 1 degree แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ (Motor Voltage) : 3 x 400V, 50 Hz, 24A

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
Bogie Repair Host - ใช้ยกโบกี้เพื่อซ่อมบำรุง 	รูปแบบ (Type) : Windhoff ความจุแต่ละสะพานรถไฟ (Capacity for each rail bridge) : 18.75 kN ความจุรวม (Total Capacity) : 75 kN ยกความเร็ว (Lifting Speed) : 490 mm/min กำลังมอเตอร์ (Motor power) : 4 kw แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V ความถี่ (Frequency) : 50 Hz
Cleaning Bearing Machine (Heavy cleaning machine) **-** ใช้ทำความสะอาดตลับลูกปืน 	รูปแบบ (Type) : REMA-K-80-1LB แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V 50 Hz Power : 23 kw ปัจจุบัน (Current) : 36A ความจุความร้อน (Heating Capacity) : 18 kw ภาระโหลด (Load Capacity) : 80 kg
เครื่องทดสอบป้ายสัญญาณ **(Destination sign test stand)** 	แรงดันไฟฟ้าเข้า (IN Put) : 110 VDC แรงดันไฟฟ้าออก (OUT Put) : 7.5VDC

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องเจียร (**Grinding Stand**) -ใช้เจียรสิ่งที่ไม่ต้องการ 	แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 230/400 3 phase ปัจจุบัน (Current) : 3.1/1.8 A กำลังมอเตอร์ (Motor power) : P1 900 w, P2 700 w, S2-30 min
เครื่องอัด (**Hydraulic Frame Press**) -ใช้อัดสิ่งของต่างๆ 	รูปแบบ (Type) : Cylinder Force : 100 Ton Max Pressure : 10000 PSI 700 Dan / cm2
Mobile Lifting Line 36pc - ใช้ยกรถไฟขึ้นลงเพื่อเปลี่ยนโบกี้ 	รูปแบบ (Type) : Windhoff กำลังการผลิตต่อแจ็ค (Lifting capacity per jack) : 100 kN กำลังมอเตอร์ (Motor power): 1,5 kN แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V ควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Control Voltage) : 24 V Frequency : 50 Hz

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
Mobile Roof (Electric Chain hoist) - ใช้ยกเครื่องปรับอากาศขึ้นบนเพดานรถไฟ 	รูปแบบ (Type) : KUHNEZUG โหลด (Capacity) : 1000 kg ภาระโหลดใช้งาน (Loading capacity) : 5 persons ความเร็วยกขึ้นหลัก (Main Lifting Speed): 5 m/min ความเร็วยกขึ้นต่ำสุด (Low Lifting Speed) : 1.25 m/min แรงดันควบคุม (Control Voltage) : 24V แรงดันมอเตอร์ (Motor Voltage) : 380V Y to 220V Delta DC Brake : 380-415V
Motor Test Stand - ใช้ทดสอบความเป็นฉนวนไฟฟ้า - ใช้ทดสอบการสั่นสะเทือน 	รูปแบบ (Type) : MMS 2000 Supply Voltage : 3Ph 400V/ 50Hz AC แรงดันควบคุม (Control Voltage) : 230V/ AC and 24V DC หม้อแปลงความถี่ Frequency Transformer) : 575V/ 30kW การควบคุมด้วยมือ (Manual Control) & การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องอบแห้ง **(Drying Oven)** - ใช้อบแห้งมอเตอร์ หลังซ่อมและพันสายและอาบน้ำยาฉนวน 	รูปแบบ (Type) : NTU 100/150 Nentemperatur : 205 องศา Netzspannung : 400V 3/N/PE ความถี่ (Frequency) : 50/60 Hz Nenstrom : 42 A Nennteistung : 27.3 kw
Pillar Drill 1 - ใช้เจาะรู 	แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V ความถี่ (Frequency): 50 Hz ปัจจุบัน (Current) : 13 A
Overhead Crane - ใช้ยกเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนหนักขึ้นลง 	รูปแบบ (Type) : KUNHNEZUG โหลด (Capacity) : 3000 kg ยกความเร็ว (Lifting Speed) : 4/1,25 m/min Power output : 3,6/1,2 kW แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 380 V แรงดันควบคุม (Control Voltage): 48 V

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องทดสอบโบกี้ **(Preload Stand)** - ใช้ทดสอบโบกี้ 	รูปแบบ (Type) : NENCKI แรงดันลม (Pressure in air spring) : 8-10 bar แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 3x400 V AC + PE น้ำหนัก (Weight) : 104 kg อุณหภูมิในการใช้งาน (Operating Temperature) : -20 oC/ +60 oC โหลดรวม (Total Load) : 2x70 kN
รถลากจูง **(Shunting Truck)** - ใช้ลากจูงและผลักรถไฟ 	รูปแบบ (Type) : NITEQ RRM-1500 น้ำหนัก (Weight) : 7500 – 8000 KGS แรงฉุดลาก (Tractive effort) : 1500 – 1750 KGF แบตเตอร์รี่ (Battery) : 600AH – 48 VCD ความเร็ว (Speed) : 2.5 – 5 KM/H MANUAL CONTROL & REMOTE CONTROL
Spider TS17 - ใช้สั่งการทำงานบนที่สูง 	รูปแบบ (Type) : TS 17 Spider Working เพาเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) : 230V AC , 50 Hz , 10 Amp แบตเตอรี่ (Batteries) : Dry fit Traction block 6 – 160 Manual Control

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
อุปกรณ์ทดสอบมอเตอร์ (**Traction Motor Test Stand**) - Check the wire insulation to protective earth (PE) - Check the winding resistance absolutely and within a tolerance value - Check the vibrations from the motor 	รูปแบบ (Type) : Motor Measurement System MMS2000 แรงดันไฟฟ้าตาม (Voltage followed) : 230V AC , 400V AC , 570V AC , 24V DC ความต้องการของระบบ (System Requirements) : PC mit Pentium 166 MHz 32MB RAMVGA Grafic 800x600 Pixel 1GB Hard Disk
เครื่องเชื่อม **(Welding Machine)** -ใช้เชื่อม 	แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V ปัจจุบัน (Current) : 10 A , 12 A , 15 A คาวามถี่ (Frequency) : 50/60 Hz

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
เครื่องกลึงล้อรถไฟ **(Under floor- wheel Lathe)** - ใช้ขัดล้อรถไฟ (Polish Wheel) - ใช้ขัดจานเบรก (Polish Brake Dish) - ใช้ตรวจสอบเสียงและการสั่นสะเทือน (Checking Noise & Vibration)	CNC – Controlled with Automatic รูปแบบของการงัด (Measuring System Type) : DRU 1000 N กำลังแรงดันไฟฟ้าที่ต้องใช้ (Connected power voltage) : 3 AC 400V +/- 6% กำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้ (Connected power) : 105 kVA
เครื่องแม่แรงยกรถ **(Under floor Lifting)**	รูปแบบ (Type) : Windhoff แรงดันไฟฟ้าออก (Output) : 7,5 Kw ความถี่ (Frequency) : 50 Hz แรงดันไฟฟ้า (Voltage) : 400 V

ชื่อ/ฟังก์ชัน	ข้อมูลทางเทคนิค
Wheel Press: เครื่องถอดล้อเพลา	รูปแบบ (Type) : DUNKES RP 200 Pressure Force : 2000 kN Oil Pressure Max : 260 bar Power of Motor : 18.5 kW การควบคุมด้วยมือ (Manual Control) & การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

อ้างอิง

[1]http://www.newsgd.com/pictures/construction/content/images/attachement/jpg/site26/20091224/0010dc546e230c9cf81205.jpg
[2] http://files.gereports.com/wp-content/uploads/2010/10/fueling.jpg
[3] BTS Depot Equipment
[4]http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/RhW_train_under_repair.jpg
[5]http://cdn.c.photoshelter.com/img-get/I00003ciRUHKZmZo/s/900/900/Repair-train-wheels-Railway-workshop-Hanoi-Vietnam-Dominic-Blewett-NOI-Pictures-12.jpg
[6] http://www.pssenergy.com/en/images/60030008.jpg
[7]http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/0/05/ETR_500_train_sets_used_for_testing_the_Turkish_high_speed_railway_network.jpg
[8]http://www.railjournal.com/media/k2/items/cache/9ab8fa7a6c7a3e1b502ee5721926ea31_XL.jpg

หน่วยที่ 6
กรณีศึกษาที่ 1 หลักการซ่อมบำรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย

6.1 บทนำ

กิจการรถไฟในปัจจุบันได้รับการปรับปรุงเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนทั้งในด้านการโดยสารและสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งให้มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และปลอดภัยยิ่งขึ้น เช่น มีการเพิ่มจำนวนขบวนรถ เพิ่มความเร็วขบวนรถ เพิ่มน้ำหนักเพลาและกำลังลากจูงของรถจักร จากสมัยก่อนในวันหนึ่งมีขบวนรถเดินเพียงวันละ 4 ขบวน ใช้ความเร็วสูงสุดเพียง 40 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง และเดินเฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น แต่ปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) เดินรถวันละกว่า 300 ขบวน ทั่วประเทศ ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ทางบางตอนกำหนดความเร็วสูงสุดถึง 120 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

อย่างไรก็ตามการเพิ่มจำนวนขบวนรถ น้ำหนักเพลา หรือความเร็วขบวนรถมากขึ้นเท่าใดก็ย่อมจะทำให้สภาพทางถูกทำลายมากขึ้นและเร็วขึ้นเพียงนั้นเป็นอัตราส่วนสัมพันธ์กัน นอกเหนือกว่านั้น ทางในตอนที่มีขบวนรถเดินหนาแน่น จะทำให้มีเวลาปฏิบัติงานบำรุงทางได้น้อยลงอีกด้วย จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดหลักการซ่อมบำรุงโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรและอัตราการสึกหรอของโครงสร้างทาง เพื่อให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างสมประโยชน์ มีความคุ้มค่าสูงสุด

6.1.1 การปรับปรุงสภาพทางถาวร

ในการปรับปรุงสภาพทางถาวรให้เรียบร้อยปลอดภัยเหมาะสมกับจำนวนขบวนรถ น้ำหนักเพลา และความเร็วที่เพิ่มมากขึ้นนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การปรับปรุงโครงสร้างทางถาวร

เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมวัสดุทางเพื่อให้ทางมีความมั่นคงแข็งแรงยิ่งขึ้น สามารถรับน้ำหนักขบวนรถได้สูงขึ้น โดย รฟท. ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2496 แล้ว อาทิเช่น

- ปรับปรุงพื้นทาง
- ร่นระยะหมอนให้น้อยลง หรือเพิ่มจำนวนหมอนรองรางต่อช่วงรางหรือต่อกิโลเมตรให้มากขึ้น
- เพิ่มความหนาของหินโรยทางใต้ท้องหมอนรองราง
- เปลี่ยนหมอนรองรางจากหมอนไม้เป็นหมอนคอนกรีตอัดแรง
- ปรับปรุงเครื่องยึดเหนี่ยวรางให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยใช้เครื่องยึดเหนี่ยวรางแบบสปริง (Elastic Fastenings) แทนตะปูรางธรรมดา (Spikes)
- ใช้รางเชื่อมยาวแทนรางยาวมาตรฐาน 8, 9, 12, และ 18 เมตร เพื่อลดจำนวนหัวต่อรางซึ่งเป็นจุดอ่อนของทางลง
- เปลี่ยนรางให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

การปรับปรุงสิ่งดังกล่าวนี้ล้วนเป็นการเพิ่มความมั่นคงของทางในด้านโครงสร้างทางถาวร

2) การปรับปรุงระบบงานบำรุงทาง

เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานบำรุงทางให้เป็นไปโดยมีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นวิธีการที่วัสดุทางทุกส่วนจะได้รับการดูแลรักษาอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอเพื่อให้ทางมีสภาพมั่นคงอยู่ตลอดเวลา

6.1.2 การแบ่งชั้นของทางประธาน

เนื่องจากความหนาแน่นของขบวนรถ ความเร็วของขบวนรถ และโครงสร้างทางถาวรของทางแต่ละตอนแตกต่างกัน ฉะนั้น โอกาสที่ทางจะถูกทำลายให้เสื่อมลงย่อมไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณงานบำรุงรักษาทางที่ต้องการในแต่ละตอนแตกต่างกันไปด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องแบ่งทางออกเป็นชั้นๆ ตามความต้องการในการบำรุงรักษาโดยถือเอาน้ำหนักผ่านทางเป็นเกณฑ์พิจารณา

การคำนวณหาน้ำหนักผ่านทาง แต่เดิมยังไม่สามารถหาข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอนได้ ต้องอาศัยข้อมูลจากฝ่ายการเดินรถ ซึ่งประมาณจากขบวนรถที่เดินอยู่เป็นประจำมาคำนวณเป็นน้ำหนักผ่านทางโดยสังเขป ต่อมา รฟท. โดยฝ่ายการช่างโยธาได้ทำการติดตั้งเครื่องนับเพลาตามเส้นทางสายต่างๆ แล้วคำนวณหาน้ำหนักเพลาเฉลี่ยของทางแต่ละช่วง เมื่อนำมาคูณจำนวนเพลาที่ผ่านทางแต่ละวัน จะได้น้ำหนักผ่านทาง

Union International of Railways (UIC) ได้แบ่งชั้นของทางออกเป็น 9 ประเภท รฟท. ได้กำหนดชั้นของทางประธานให้สอดคล้องกับมาตรฐาน UIC ไว้ดังตารางที่ 5.1 นอกจากนี้แล้วจะต้องกำหนดโครงสร้างทางถาวร (Permanent Way Structure) ให้สัมพันธ์กับความสำคัญของทางแต่ละชั้นไว้ด้วย พร้อมทั้งกำหนดวาระซ่อมบำรุงสำหรับทางชั้นต่างๆ ให้แน่นอนขึ้นเพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติ การทำงานบำรุงรักษาแต่ละครั้งจะต้องบำรุงทางให้สมบูรณ์ที่สุด โดยทำงานบำรุงทางเป็นหน้าตลอดหน้าที่ความรับผิดชอบ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

ตารางที่ 6-1 ชั้นของทางประธาน

ชั้นของทาง		น้ำหนักผ่านทาง (ตันต่อวัน)
รฟท.	UIC	
1 ก.	4	28,001 – 50,000
1 ข.	5	14,001 – 28,000
2 ก.	6	7,001 – 14,000
2 ข.	7	3,501 – 7,000
3	8	1,501 – 3,500
4	9	น้อยกว่า 1,500

ที่มา : ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย

6.1.3 โครงสร้างทางถาวร

โครงสร้างทางถาวรประกอบด้วย

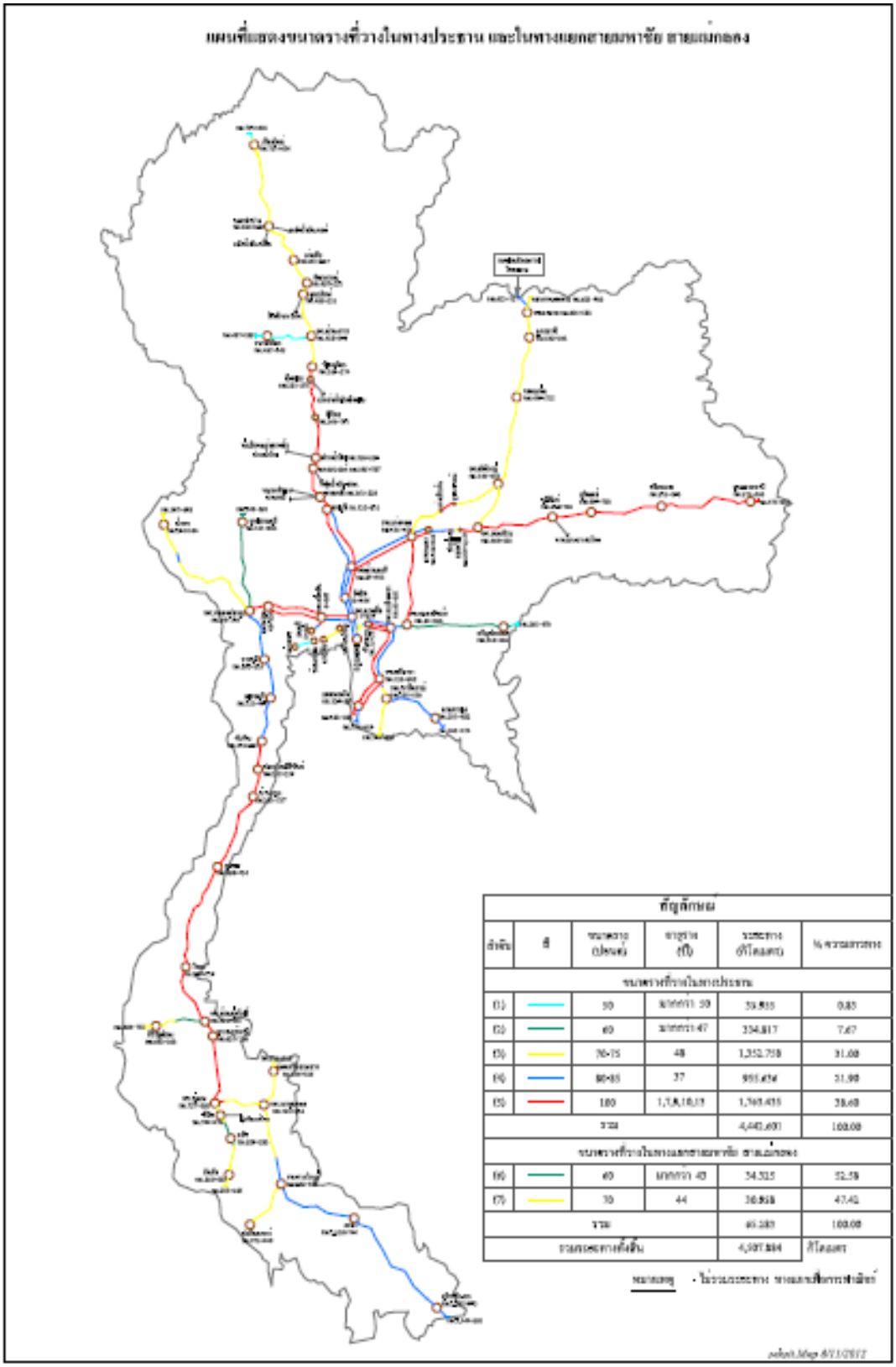
1) รางและเครื่องประกอบราง (Rail and Accessories)
2) เครื่องยึดเหนี่ยวราง (Fastenings)
3) หมอนรองราง (Sleepers)
4) หินโรยทาง (Ballast)
5) เครื่องประกอบอื่นๆ

โครงสร้างทางถาวรจำเป็นต้องกำหนดให้มีความมั่นคงแข็งแรงเหมาะสมกับชั้นของทาง หากเป็นทางชั้น 1 ขบวนรถเดินหนาแน่นและวิ่งด้วยความเร็วสูงก็จะต้องกำหนดโครงสร้างทางถาวรให้มั่นคงแข็งแรงกว่าทางชั้น 2 ซึ่งมีขบวนรถเดินน้อยกว่า โดยกำหนดโครงสร้างทางถาวรสำหรับทางแต่ละชั้น ดังนี้

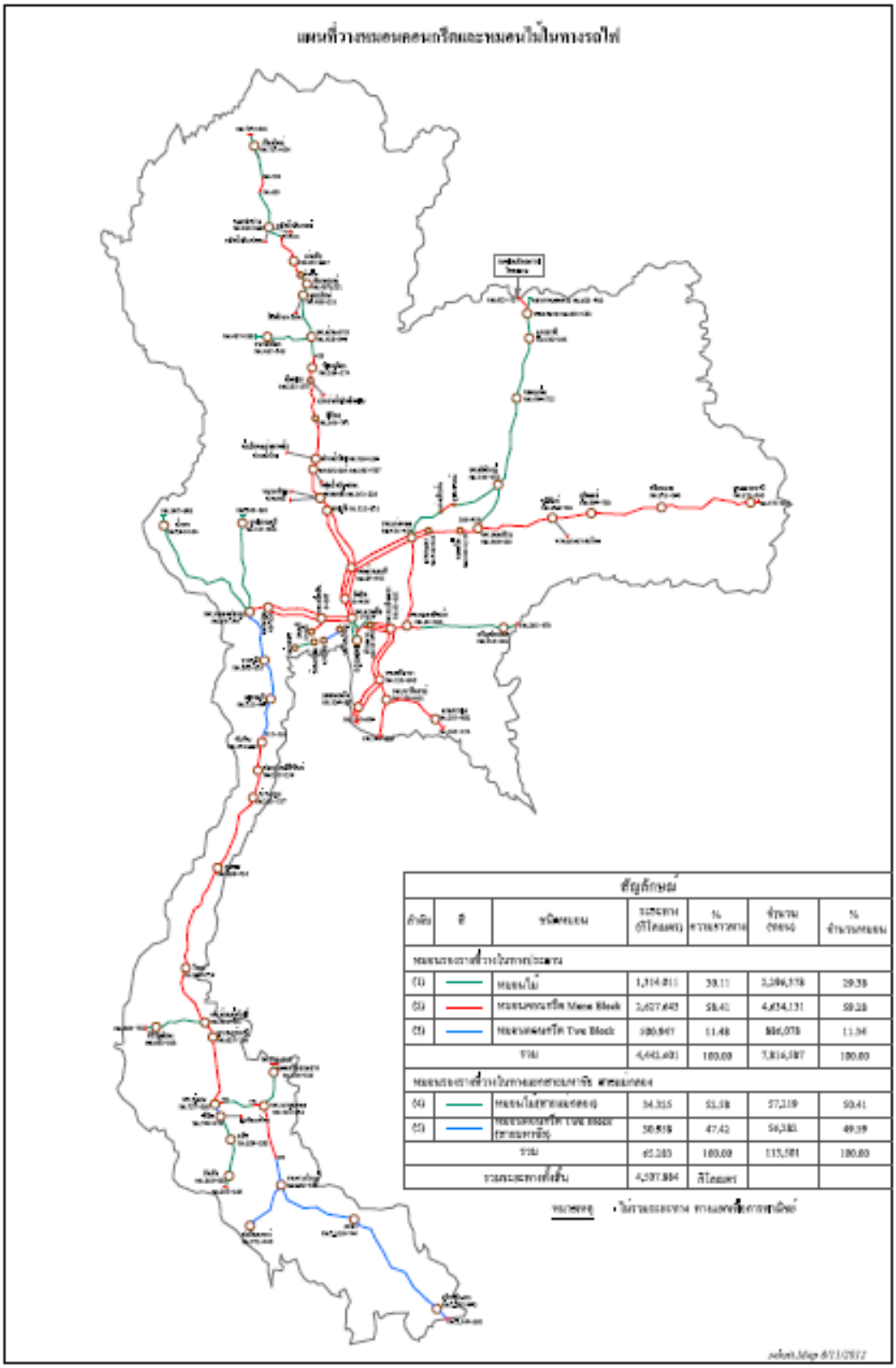
ตารางที่ 6-2 โครงสร้างทางถาวรตามมาตรฐานของ รฟท.

ชั้นของทาง	ขนาดราง	เครื่องยึดเหนี่ยวราง	หมอนรองราง		ความหนาของหินโรยทางใต้หมอน (ซม.)	ความเร็วสูงสุดในทางราบของขบวนรถ (กม./ชม.)
			ชนิด	ระยะห่างระหว่างหมอน (ซม.)		
มาตรฐานปัจจุบัน						
ทางประธานทุกชั้น	100 ปอนด์ต่อหลา เชื่อมยาว	แบบสปริง (Elastic Fastenings)	หมอนคอนกรีตอัดแรงท่อนเดี่ยว (โมโนบล็อก)	60	25	120
มาตรฐานเดิม						
1 ก. และ 1 ข.	80 ปอนด์ต่อหลา เชื่อมยาว	แบบสปริง	หมอนไม้เนื้อแข็ง หมอนไม้เนื้ออ่อนอาบน้ำยา หมอนคอนกรีต	65	20	100
2 ก. และ 2 ข.	70 – 80 หรือ 80 ปอนด์ต่อหลา เก่าที่ซ่อมใหม่ (Recondition) เชื่อมยาว	แบบสปริง หรือตะปูรางธรรมดาร่วมกับแบบสปริง	หมอนไม้เนื้อแข็ง หมอนไม้เนื้ออ่อนอาบน้ำยา หรือหมอนคอนกรีต	65 หรือ 67	20	90
3	60 – 80 ปอนด์ต่อหลา เก่าที่ซ่อมใหม่ ธรรมดาหรือเชื่อม	ตะปูรางธรรมดา หรือตะปูรางธรรมดาร่วมกับแบบสปริง	หมอนไม้เนื้ออ่อนอาบน้ำยา หมอนไม้เนื้อแข็งประเภท 2 หมอนเก่าที่ซ่อมใหม่ (Recondition)	70	15	60 – 70
4	50 – 60 ปอนด์ต่อหลา เก่าที่ซ่อมใหม่ ธรรมดาหรือเชื่อม	ตะปูรางธรรมดา	หมอนไม้เนื้ออ่อนอาบน้ำยา หมอนไม้เนื้อแข็งประเภท 2 หมอนเก่าที่ซ่อมใหม่ (Recondition)	70	15	30

ที่มา: ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย



รูปที่ 6-1 รางที่วางในทางรถไฟปัจจุบัน



รูปที่ 6-2 ชนิดของหมอนรองรางที่วางในทางรถไฟปัจจุบัน

6.2 การบำรุงทางแบบเป็นจุด

งานบำรุงทางรถไฟแต่เดิมนั้นเป็นการซ่อมแบบเป็นจุดเท่าที่จำเป็นซึ่งเรียกว่า **"บำรุงทางเป็นจุด"** (Spot Maintenance) โดยแบ่งระยะทางออกเป็นช่วงสั้นๆ ช่วงละประมาณ 6 กิโลเมตร อยู่ในความดูแลของ "หมู่บำรุงทาง" ซึ่งอัตรากำลังโดยทั่วไป คือ 1+6 คน มีหน้าที่ในการบำรุงรักษาทางเป็นช่วงสั้นๆ ในพื้นที่ที่รับผิดชอบ เมื่อมีแผลทางเสียเกิดขึ้นตามความจำเป็น การบำรุงทางรถไฟในรูปแบบนี้เหมาะสำหรับทางที่มีปริมาณการเดินรถไม่หนาแน่น แต่ไม่เหมาะกับสภาพปัจจุบันเนื่องจาก

1) อัตรากำลังในหมู่บำรุงทางมีน้อยมาก ทำให้ได้ผลงานต่ำ
2) ในหนึ่งตอนนายตรวจทาง (พื้นที่ความรับผิดชอบของ "นายตรวจทาง" ระยะทางประมาณ 18 กิโลเมตร) จะประกอบด้วยหมู่บำรุงทางหลายหมู่ ยากแก่การควบคุมและวางแผนงานให้รัดกุม
3) ไม่สามารถใช้เครื่องมือกลบำรุงทาง (Track Maintenance Machines) เพราะอัตรากำลังในแต่ละหมู่มีน้อย
4) ไม่ได้แก้ไขข้อบกพร่อง "ทั้งมวล" คือ ข้อบกพร่องทุกอย่างของทางให้แล้วเสร็จในคราวเดียวกัน เช่น เมื่อยกรางอัดหินก็จะทำสิ่งนั้นแต่อย่างเดียวโดยไม่มีการเปลี่ยนวัสดุทาง

การบำรุงทางในระบบนี้มีข้อดีเพียงอย่างเดียว คือ สามารถใช้วัสดุทางทุกชนิดให้ได้ประโยชน์จนถึงที่สุด เช่น หมอนรองราง จะต้องใช้จนหมดอายุการใช้งาน (Service Life) จริงๆ จนใช้งานต่อไปอีกไม่ได้จึงจะถอดออก แต่ในระบบการบำรุงทางแบบอื่น อาจจะต้องเปลี่ยนหมอนรองรางออกถึงแม้ว่าหมอนนั้นจะมีอายุใช้งานได้ดีต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง โดยที่วัสดุทางบางอย่างที่มีสภาพดีอาจจะถูกซ่อมแซมและนำกลับไปใช้ใหม่ได้อีก

ต่อมาได้มีการปรับปรุงวิธีการบำรุงทางจากเดิม เป็น **"บำรุงทางเป็นหน้า"** คือ เริ่มต้นทำงานบำรุงทางจากจุดหนึ่งเป็นระยะทางต่อเนื่องกันไปจนแล้วเสร็จถึงอีกจุดหนึ่ง เสร็จแล้วจึงย้อนกลับมาเริ่มต้นใหม่

6.3 การซ่อมบำรุงทางตามวาระ

การบำรุงทางตามระบบการบำรุงทางตามวาระ (Cyclic Maintenance) คือ การบำรุงทางเป็นหน้า โดยมีกำหนดเวลาปฏิบัติงานที่แน่นอน กล่าวคือ จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้า เช่น กำหนดเป็นแผนงานประจำวัน แผนงานประจำเดือน และปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ จากเดิมที่มุ่งเน้นการแก้ไขข้อบกพร่องเฉพาะอย่าง เป็นการแก้ไขข้อบกพร่อง **"ทั้งมวล"** ให้เสร็จสิ้นในครั้งเดียวกัน โดยแบ่งส่วนงานโดยสังเขปได้ 3 ส่วน คือ 1) สำรวจและวางแผนงาน 2) ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และ 3) ตรวจสอบ ติดตาม และควบคุมคุณภาพทาง

ลักษณะพิเศษของหมู่คนงาน (Working Gang) ซึ่งทำงานในระบบบำรุงทางตามวาระ ซึ่งแตกต่างจากหมู่คนงานในระบบเดิมนั้น สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1) วิธีการปฏิบัติงาน ทุกคนจะร่วมกันทำงานเป็นทีม คนใดคนหนึ่งจะล่าช้าไม่ได้ ทุกคนต้องทำงานไปพร้อมกัน ซึ่งแตกต่างจากการซ่อมบำรุงทางในระบบเดิมที่คนงานแต่ละคนแยกกันทำงานหรือทำงานเหมาแต่ละบุคคล
2) มีระบบในการสั่งงาน วิธีทำงาน ตลอดจนการควบคุมและติดตามผลงานโดยแน่นอน
3) มีการวางแผนงานล่วงหน้าเป็นปี จึงสามารถเตรียมจัดหาวัสดุได้ การปฏิบัติงานส่วนใหญ่จะต้องดำเนินไปตามแผนงานที่วางไว้และแก้ไขแผนงานให้เหมาะสมอยู่ทุกเดือน

4) มีระเบียบการควบคุมสภาพทาง (Track Control) ที่แน่นอนโดยการวัดสภาพทางเป็นประจำเพื่อเปรียบเทียบสภาพทางของแต่ละตอนและเปรียบเทียบกับสภาพทางในปีที่ล่วงมาแล้ว
5) วาระการทำงานในทางแต่ละตอน มีช่วงห่างกันโดยแน่นอน เช่น ทุก 6 เดือน หรือ 1 ปี เป็นต้น
6) ปฏิบัติงานเป็นหน้าตลอดจากต้นหน้าที่จนถึงปลายหน้าที่ และแก้ข้อบกพร่องทั้งมวลของทางให้เสร็จเป็นช่วงๆ ในแต่ละวัน
7) ทำงานเป็นหมู่ใหญ่ และใช้เครื่องมือกลเข้าช่วย
8) งานซ่อมบำรุงทาง และงานตรวจทาง/วางแผนงานบำรุงทาง มีหน่วยรับผิดชอบแยกกัน

6.3.1 ประเภทของงานบำรุงรักษาทาง

ประเภทของงานบำรุงรักษาทางในระบบบำรุงทางตามวาระจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภท คือ

1) ซ่อมหนัก (Heavy Repair หรือ A-Repair)
2) ซ่อมเบา (Light Repair หรือ B-Repair)
3) ซ่อมปานกลาง (Medium Repair หรือ C-Repair)
4) ซ่อมฉุกเฉิน (Emergency Repair)

6.3.1.1 การซ่อมหนัก

การซ่อมหนัก คือ งานบำรุงทางที่ทำเกี่ยวกับการแก้ไขข้อบกพร่องทั้งมวลที่มีอยู่ในทาง ไม่ว่าจะเสียถึง “พิกัดใช้งาน” หรือไม่ก็ตาม เพื่อเป็นการรักษาสภาพทางให้ถูกต้องตามมาตรฐาน กล่าวคือ เป็นงานบำรุงทางที่กระทำทุกๆ จุด เมื่อถึงวาระที่กำหนด**เพื่อป้องกันไม่ให้ทางเสียในภายหน้า** (Protective Maintenance) ตลอดจนต้องเปลี่ยนหรือซ่อมวัสดุทุกประเภทที่ชำรุดหรือไม่ถูกต้องตามมาตรฐานเป็นหน้าไป เริ่มต้นจากจุดหนึ่งไปสิ้นสุดถึงจุดหนึ่ง ตามระยะทางและเวลาที่กำหนดให้ รวมทั้งทางผ่านเสมอระดับทุกแห่งที่อยู่ในระยะซ่อมหนักนั้นๆ ด้วย

การซ่อมหนักแบ่งออกตามลักษณะงานได้ดังนี้

1) การซ่อมหนักในลักษณะงานบำรุงทางที่ทำบนทาง คือ งานบำรุงรักษาทางโดยตรง ซึ่งปฏิบัติเกี่ยวกับการแก้ไขปรับปรุงขนาดทาง (Gauge) แนวทาง (Alignment) ระดับตามยาว (Longitudinal Level) ระดับตามขวาง (Cross Level) ซึ่งโดยทั่วไปดำเนินการโดย **“หมู่ซ่อมทาง”** (Track Gang) ตามวาระที่กำหนดให้
2) การซ่อมหนักในลักษณะงานบำรุงทางทั่วไป คือ งานที่ทำเป็นครั้งคราว ตามฤดูกาล หรือตามความจำเป็นที่เกิดขึ้นที่ต้องปฏิบัติในรอบปี เช่น การทำสะอาดหัวต่อราง ลอกร่องระบายน้ำ เสริมดินบ่าถนน เป็นต้น งานลักษณะนี้โดยทั่วไปดำเนินการโดย **“หมู่งานทาง”** (Working Gang)
3) การซ่อมหนักในลักษณะงานทำเป็นครั้งคราว แต่ไม่กระทำทุกปี เช่น การเปลี่ยนราง การทำสะอาดหินโรยทาง เป็นต้น งานลักษณะนี้ต้องใช้แรงงานจำนวนมากนอกเหนืออัตรากำลังปกติ จึงต้องจัดหาแรงงานชั่วคราว**เฉพาะงาน** หรือโดยการ**จ้างเหมา**

6.3.1.2 การซ่อมเบา

การซ่อมเบา คือ งานบำรุงทางที่ทำโดยการแก้ไขข้อบกพร่องของทางเฉพาะจุดที่เสียเกินพิกัดใช้งาน หรือเป็นงานบำรุงทางที่จะ**กระทำการแก้ไขก็ต่อเมื่อทางเสียเท่านั้น** (Corrective Maintenance) เพื่อรักษาสภาพ

ทาง รอวาระการซ่อมหนักในปีต่อไป และไม่มีการเปลี่ยนวัสดุทาง ยกเว้นวัสดุทางเล็กๆ น้อยๆ เท่าที่จำเป็นจริงๆ ก็อนุโลมให้เปลี่ยนได้ ตามปกติงานส่วนใหญ่ของการซ่อมเบาจะได้แก่งานปรับระดับยกรางอัดหินเฉพาะบางจุด (Surfacing) และแก้ไขแนวทางบางส่วนเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากการซ่อมหนักที่ต้องแก้ไขข้อบกพร่องทั้งมวล และมีการปรับระดับอัดหินเป็นหน้า (Through Packing) พร้อมทั้งมีการเปลี่ยนวัสดุทางด้วย

ในทางปฏิบัติ จุดใดที่เสียใกล้จะถึงพิกัดใช้งาน ก็ให้ซ่อมเบาด้วย เพื่อจะได้ไม่ต้องย้อนมาซ่อมฉุกเฉินในภายหลัง

6.3.1.3 การซ่อมปานกลาง

การซ่อมปานกลาง คือ งานบำรุงทางที่ทำเกี่ยวกับการแก้ไขสิ่งบกพร่องทั้งมวลที่มีอยู่ในทาง ตลอดจนต้องเปลี่ยนหรือซ่อมวัสดุทางทุกประเภทที่ชำรุดหรือไม่ถูกต้องตามมาตรฐานเป็นหน้าไป เริ่มต้นจากจุดหนึ่งไปสิ้นสุดถึงจุดหนึ่งตามระยะทางและเวลาที่กำหนดให้ ถ้าวัสดุใดคาดว่าจะมีอายุใช้งานต่อไปไม่ถึงวาระการซ่อมปานกลางคราวหน้าก็จะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมในคราวเดียวกัน

การซ่อมปานกลางใช้กับทางประธานชั้น 2 ข. ชั้น 3 รวมทั้งทางหลีกที่ใช้ในการโดยสาร เท่านั้น ข้อแตกต่างระหว่างการซ่อมหนักและการซ่อมปานกลางอยู่ที่ปริมาณการทำงาน คือ การซ่อมปานกลางมีปริมาณงานอยู่ระหว่างการซ่อมหนักและการซ่อมเบา รวมทั้งมีวิธีการอัดหินแตกต่างกันด้วย

6.3.1.4 การซ่อมฉุกเฉิน

การซ่อมฉุกเฉิน คือ การแก้ไขทางเสียเป็นกรณีพิเศษที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด นอกเหนือจากการซ่อมหนักหรือการซ่อมปานกลาง ซึ่งเป็นงานที่วางแผนไว้แล้ว และหากปล่อยทิ้งไว้อาจเป็นอันตรายต่อขบวนรถ หรือไม่เป็นการประหยัดจึงจำเป็นต้องรีบซ่อมโดยด่วน

ฝ่ายการช่างโยธาของ รฟท. ได้พิจารณาเห็นว่าระบบการบำรุงรักษาทางตามวาระ ซึ่งใช้กันแพร่หลายในการรถไฟหลายประเทศนั้นเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงและให้ผลในด้านประหยัดเป็นที่ประจักษ์แล้ว สมควรนำมาใช้โดยเฉพาะในทางตอนที่ได้ปรับปรุงโครงสร้างทางถาวรให้เป็นมาตรฐานแล้ว

6.3.1.5 การซ่อมเป็นจุด

การซ่อมเป็นจุด (D – Repair หรือ Spot Repair) เป็นการบำรุงทางแบบไม่มีวาระ โดยให้ถือปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติของการซ่อมปานกลางโดยอนุโลม แต่ให้ซ่อมเฉพาะระยะทางส่วนที่ค่าความคลาดเคลื่อน (คคค.) เสียเกินพิกัดใช้งานเท่านั้น และควรทำงานเป็นหน้าหากทำได้

การซ่อมเป็นจุด ใช้กับทางชั้น 2 ข. ชั้น 3 ชั้น 4 และทางหลีกที่ไม่ใช่ทางหลีกรถโดยสาร การซ่อมเป็นจุดไม่มีการวางแผนงานประจำปี แต่ต้องวางแผนงานประจำเดือน และมีคำสั่งงานประจำวัน และให้รายงานผลเมื่อทำไปแล้วเช่นเดียวกับงานบำรุงทางอื่นๆ

6.3.2 รอบบำรุงทาง

รอบบำรุงทาง (Maintenance Cycle) คือ ระยะเวลาระหว่างการซ่อมหนัก (หรือซ่อมปานกลาง) ครั้งแรกจนถึงวาระการซ่อมหนัก (หรือซ่อมปานกลาง) ครั้งต่อไป ซึ่งโดยปกติแล้วจะกำหนดเป็น 1 – 4 ปี สุดแต่ความเหมาะสมเป็นแห่งๆ ไป

การซ่อมหนักหรือซ่อมปานกลางที่กล่าวนี้ หมายถึงงานซ่อมหนักหรือซ่อมปานกลางที่ปฏิบัติโดยหมู่ซ่อมทาง และในช่วงเวลาของปีที่ไม่มีการซ่อมหนัก หรือซ่อมปานกลาง ก็ให้มีการซ่อมเบาหนือซ่อมเป็นจุดปีละ 1 ครั้ง

หรือมากกว่าตามความจำเป็น ทั้งนี้ เพื่อรักษาสภาพทางให้ปลอดภัยจนกว่าจะถึงวาระซ่อมหนัก หรือซ่อมปานกลางครั้งต่อไป

การกำหนดรอบบำรุงทางว่าทางชั้นใดควรมีรอบบำรุงทางกี่ปีนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ

1) จำนวนน้ำหนักผ่านทางต่อปี
2) ความเร็วสูงสุดของขบวนรถ
3) ความมั่นคงของโครงสร้างทาง
4) สภาพพื้นทาง

โดยทั่วไปได้กำหนดรอบบำรุงทางไว้อยู่ระหว่าง 1 – 6 ปี แต่สำหรับเป้าหมายของฝ่ายการช่างโยธา รฟท. ได้กำหนดรอบบำรุงของทางแต่ละชั้น ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 6-3 รอบบำรุงทางสำหรับทางประธานแต่ละชั้น

ชั้นของทางประธาน	รอบบำรุงทางและประเภทของการซ่อม
ทางชั้น 1 ก.	ซ่อมหนัก รอบบำรุงทาง 3 ปี
ทางชั้น 1 ข. และ 2 ก.	ซ่อมหนัก รอบบำรุงทาง 4 ปี
ทางชั้น 2 ข. และ 3	ซ่อมปานกลาง รอบบำรุงทาง 2 ปี
ทางชั้น 4	ไม่มีรอบบำรุงทาง แต่ให้ทำการซ่อมเป็นจุดเท่าที่จำเป็น

ที่มา : ฝ่ายการช่างโยธา การรถไฟแห่งประเทศไทย

6.3.3 การจัดอัตรากำลัง

การจัดอัตรากำลังคนงานสำหรับทางตอนที่ใช้ระบบบำรุงทางตามวาระ ใน 1 ตอนนายตรวจทาง จะมีหมู่ทำงานบำรุงทางหรือหมู่ซ่อมทางเพียงหมู่เดียวเท่านั้น และกำหนดให้ปฏิบัติงานตลอดหน้าที่ของตอนนายตรวจทาง คนงานใน 1 ตอนนายตรวจทาง จะแบ่งออกตามหน้าที่เป็น 3 กลุ่ม คือ

6.3.3.1 หมู่ซ่อมทาง

มีอัตรากำลัง 2 + 14 คน ปฏิบัติงานตลอดระยะตอนนายตรวจทาง มีหน้าที่เกี่ยวกับการซ่อมทางโดยตรง คือ

1) เป็นหมู่ซ่อมหนักหรือหมู่ซ่อมเบาแล้วแต่กรณี
2) เป็นหมู่ซ่อมปานกลาง
3) เป็นหมู่ซ่อมประแจ

6.3.3.2 หมู่ประจำนายตรวจทาง

มีอัตรากำลัง 1 + 6 ถึง 1 + 12 คน แล้วแต่สภาพทางและสถานที่ มีหน้าที่เกี่ยวกับงานบำรุงทางทั่วๆ ไป คือ

1) เป็นแรงงานสำรองสำหรับทดแทนแรงงานในหมู่ซ่อมทาง
2) ซ่อมฉุกเฉิน
3) ซ่อมและทำความสะอาดร่องระบายน้ำข้างทาง ท่อระบายน้ำออกจากทาง
4) ตัดป่าสองข้างทาง
5) อัดหินเฉพาะหัวต่อราง
6) ทำสะอาดเหล็กประกับรางก่อนฤดูร้อน
7) เสริมดินบ่าหรือลาดถนน ถ้ามีปริมาณงานเล็กน้อย
8) งานอื่นๆ ที่ทำเป็นครั้งคราวตามฤดูกาล หรือตามความจำเป็น

6.3.3.3 คนงานพัสดุ

มีหน้าที่ช่วยเหลือนายตรวจทาง ทำงานเบ็ดเตล็ดต่างๆ ประจำที่ทำการนายตรวจทาง คือ

1) ควบคุมการรับ-จ่ายพัสดุ
2) รับ-ส่งหนังสือ หีบเมล์
3) ช่วยงานด้านหนังสือและบัญชี

6.3.4 การบำรุงรักษาทางในย่าน

ทางในย่าน คือ ทางหลีก ทางตัน หรือทางอื่นๆ ซึ่งอยู่ภายในย่านสถานีและไม่ใช่ทางประธาน การบำรุงรักษาทางในย่านจัดแบ่งลำดับความสำคัญในลักษณะของการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท คือ

6.3.4.1 ทางหลีกที่ใช้เป็นทางรถโดยสาร

ทางหลีกที่ใช้เป็นทางสำหรับการหลีกขบวนรถซึ่งส่วนใหญ่เป็นรถโดยสารให้ทำการบำรุงรักษาด้วยวิธีซ่อมปานกลางปีละ 1 ครั้ง หมู่ซ่อมสำหรับทางในย่านมีหน้าที่และวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกันกับหมู่ซ่อมสำหรับทางประธาน แต่มีจะมีผลงานในการซ่อมต่อวันน้อยกว่าผลงานในการซ่อมปานกลางสำหรับทางประธาน เนื่องจากในย่านทั่วๆ ไปมีสภาพทางและโครงสร้างไม่ดีเท่าทางประธานและมีปริมาณงานซ่อมมากกว่า การซ่อมปานกลางในย่านนี้หมายความถึงงานที่ทำเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทางเท่านั้น ไม่รวมถึงการทำความสะอาดทั่วๆ ไป ซึ่งจำแป็นต้องจัดทำอยู่เสมอๆ ตามความจำเป็นแต่ละแห่ง

6.3.4.2 ทางหลีกที่ไม่ใช้ในการโดยสารหรือทางหลีกในทางแยก

สำหรับทางหลีกอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นทางหลีกที่ไม่ใช้สำหรับขบวนรถโดยสาร ตลอดจนทางหลีกในทางแยกต่างๆ กำหนดให้ทำการซ่อมเป็นจุดทุกปีโดยทำการซ่อมเดินหน้าไปหากกระทำได้ แต่หากวิศวกรกำกับการกองบำรุงทางเขตที่รับผิดชอบเห็นควรให้ทำการซ่อมปานกลางก็ให้อยู่ในดุลพินิจที่จะดำเนินการและมีอำนาจสั่งการได้ถ้าจำเป็น

การซ่อมปานกลางสำหรับทางหลีกจะต้องมีการทำแผนงานบำรุงทางและดำเนินการเช่นเดียวกับการซ่อมปานกลางของทางประธานทุกประการ ส่วนการซ่อมเป็นจุดไม่มีการทำแผนงาน คงซ่อมเท่าที่จำเป็นทุกปีตามความเหมาะสมแต่ละแห่งไป

6.3.5 แผนงานบำรุงทาง

6.3.5.1 แผนงานบำรุงทางประจำปี

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการบำรุงทางตามวาระ คือ การบำรุงทางเป็นหน้า โดยมีกำหนดเวลาปฏิบัติงานโดยแน่นอน กล่าวคือ จะต้องมีการวางแผนงานล่วงหน้าสำหรับปีต่อไป การทำแผนงานบำรุงทางประจำปีจึงเป็นการเตรียมงานที่จะทำไว้ล่วงหน้า พิจารณาอุปสรรคในการทำงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้นแล้วหาทางแก้ไขไว้ก่อน เพื่อเป็นทางที่จะควบคุมติดตามผลงานได้ การทำแผนงานบำรุงทางประจำปีเป็นงานที่สำคัญ เนื่องจากจะเกี่ยวพันไปถึงการขอตั้งงบประมาณและการจัดหาวัสดุต่างๆ ด้วย ผู้มีหน้าที่ทำแผนงานบำรุงทางประจำปีจึงจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ในด้านงานบำรุงทาง ทั้งทางด้านปฏิบัติการและด้านวิชาการมาพอสมควร ตลอดจนต้องรอบรู้สภาพทางในหน้าที่ความรับผิดชอบของตนด้วย จึงจะสามารถวางแผนงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลำดับขั้นตอนในการวางแผนงานประจำปีมีดังนี้

1) สำรวจปริมาณงานบำรุงทางและปริมาณวัสดุ

การสำรวจปริมาณงานบำรุงทาง หมายความถึงการสำรวจงานบำรุงทางทุกประเภทว่าในปีต่อไปจะทำอะไร ที่ใด ปริมาณงานเท่าใด ตามแบบสำรวจปริมาณงานบำรุงทาง นอกจากนี้จะต้องสำรวจปริมาณวัสดุทางทุกชนิดที่ต้องการใช้ให้สัมพันธ์กับปริมาณงานบำรุงทางที่กำหนดไว้แล้ว

2) จัดทำแผนงานบำรุงทางประจำปี

ผลการสำรวจปริมาณงานบำรุงทางดังกล่าว จะนำมาทำแผนงานบำรุงทางประจำปี โดยคำนวณหาปริมาณงานต่อเดือน แรงงานต่อเดือนของงานบำรุงทางทุกประเภท พร้อมทั้งแรงงานที่มีอยู่ และแรงงานที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

3) จัดทำบัญชีรายละเอียดและบัญชีสรุปวัสดุ

เป็นการจัดทำบัญชีแสดงวัสดุที่ต้องการใช้งานตามแบบที่กำหนดเพื่อส่งให้ผู้มีหน้าที่จัดหาวัสดุดำเนินการจัดหาไว้ล่วงหน้า

6.3.5.2 แผนงานบำรุงทางประจำเดือน

แผนงานบำรุงทางประจำเดือน คือ แผนปฏิบัติงานบำรุงทางซึ่งกำหนดไว้ล่วงหน้าหนึ่งเดือน สำหรับงานบำรุงทางในเดือนถัดไป โดยกำหนดปริมาณงานต่อเดือน รายการของงานที่จะทำแต่ละวัน พร้อมทั้งปริมาณงานและแรงงานที่จะต้องปฏิบัติงานนั้นๆ

แผนงานบำรุงทางประจำเดือนมีความจำเป็นเนื่องจากการทำแผนงานบำรุงทางประจำปีนั้น เป็นการทำแผนไว้ล่วงหน้า 1 ปี โดยการประมาณสถานการณ์ไว้ แต่เมื่อถึงวาระปฏิบัติจริงๆ แผนงานที่วางไว้ล่วงหน้าอาจต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับเหตุการณ์หรือความจำเป็นที่เกิดขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าแผนงานบำรุงทางประจำปีเป็นสิ่งที่ควบคุมกำหนดงานให้แผนงานบำรุงทางประจำเดือนเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแผนงานบำรุงทางประจำปีนั้นสามารถกระทำได้โดยการทำแผนงานบำรุงทางประจำเดือน

ผู้มีหน้าที่จัดทำแผนงานบำรุงทางประจำเดือน คือ นายตรวจทาง โดยทำรายการของงานที่จะต้องปฏิบัติแต่ละวันตามปริมาณงานต่อเดือน ซึ่งสารวัตรแขวงบำรุงทางจะเป็นผู้กำหนดให้

6.3.5.3 คำสั่งงานประจำวัน

เมื่อนายตรวจทางได้รับคำสั่งแผนงานบำรุงทางประจำเดือนจากแขวงบำรุงทางมาแล้ว ก็จะจัดทำคำสั่งงานประจำวัน โดยระบุว่าทำงานอะไร เช่น ซ่อมหนัก ซ่อมเบา หรือขุดแต่งร่องน้ำ ฯลฯ สถานที่ที่จะต้องปฏิบัติ ปริมาณงาน แรงงานที่ต้องใช้ แล้วส่งคำสั่งไปให้หมู่ต่างๆ ที่ต้องปฏิบัติ เมื่อหมู่ต่างๆ ได้รับคำสั่งงานมาและหลังจากที่ปฏิบัติเสร็จแล้วแต่ละวัน หัวหน้าคนงานจะจัดทำผลการปฏิบัติงานประจำวันส่งให้นายตรวจทาง โดยแสดงปริมาณผลงานที่ทำได้ รายละเอียดผลงาน ตลอดจนการรับจ่ายวัสดุ แรงงานที่ใช้

นายตรวจทางจะตรวจผลงานตามรายงานของหัวหน้าคนงาน ถ้าเห็นว่าถูกต้องเรียบร้อยก็จะรับรองผลการปฏิบัติงานประจำวัน แล้วส่งต้นฉบับคำสั่งงานให้แขวงบำรุงทาง และบันทึกผลงานลงในแผนงานบำรุงทางประจำเดือนฉบับของตน จากรายงานผลงานประจำวันที่นายตรวจทางตอนต่างๆ ส่งเข้ามา ทำให้แขวงบำรุงทางสามารถควบคุมการดำเนินงานบำรุงทาง รวมทั้งค่าใช้จ่ายว่าเป็นไปตามแผนงานหรือไม่ หรือว่ามีปัญหาอุปสรรคใดๆ ก็จะได้จัดการแก้ไขให้เหมาะสมต่อไปได้ทันท่วงที

แขวงบำรุงทางจะส่งแผนงานบำรุงทางประจำปีให้เขตบำรุงทาง เพื่อจะได้บันทึกความก้าวหน้าของผลงานลงในแผนงานบำรุงทางประจำปีฉบับของเขตบำรุงทาง เสร็จแล้วจะส่งคืนแผนงานฉบับของแขวงบำรุงทางเพื่อบันทึกความก้าวหน้าผลงานในเดือนต่อไป

อ้างอิง

[1] การรถไฟแห่งประเทศไทย (2549) “ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ”

[2] การรถไฟแห่งประเทศไทย “คู่มือการปฏิบัติการบำรุงทางตามวาระ” ฝ่ายการช่างโยธา ภายใต้โครงการปรับปรุงศูนย์ฝึกอบรม การรถไฟแห่งประเทศไทย

[3] สุชีพ สุขสว่าง (2555) เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง “ทางรถไฟ” หลักสูตร การฝึกอบรมโครงการพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมระบบขนส่งทางราง รุ่นที่ 2, 14 กรกฎาคม 2555 โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว ฟอร์จูน กรุงเทพมหานคร

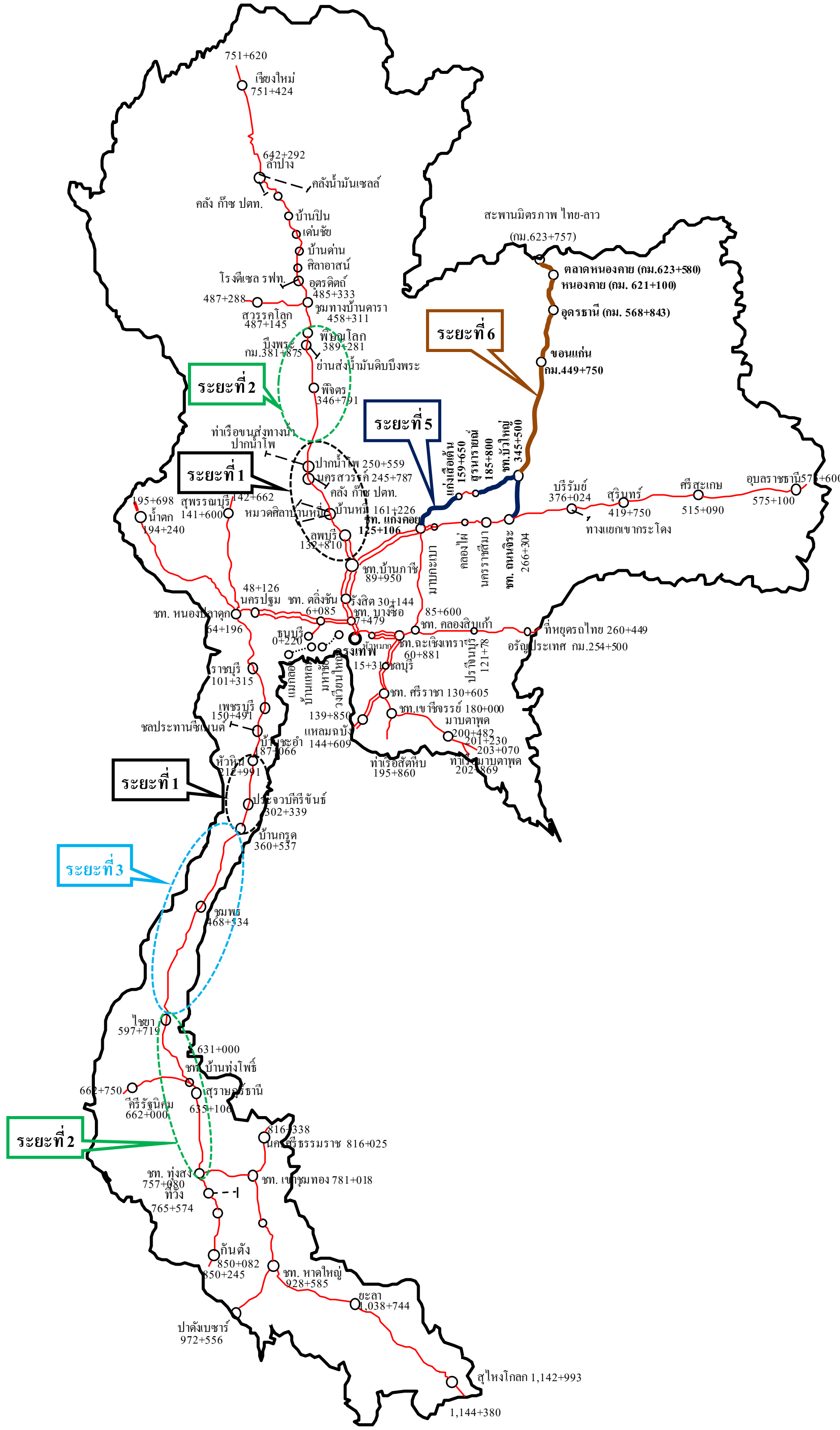
[4] Kawprasert, A. (2012) An Overview of Rail Transportation System in Thailand, Presented at Thailand Rail sector Modernization Reverse Trade Mission, 25 June 2012, Chicago, Illinois

หน่วยที่ 7
กรณีศึกษาที่ 2 การซ่อมบำรุงทางในโครงการปรับปรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย

7.1 ความเป็นมาของโครงการปรับปรุงทางรถไฟ

รางและหมอนรองรางเป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างทางรถไฟซึ่งทำหน้าที่กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของขบวนรถและรับน้ำหนักจากขบวนรถ สภาพของรางและหมอนรองรางจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความแข็งแรงของทางรถไฟ ในการบำรุงรักษาทางรถไฟให้สามารถรองรับการเดินรถได้อย่างปลอดภัยนั้น รางและหมอนรองรางจะต้องอยู่ในสภาพที่แข็งแรงพอ มีขนาดและมีคุณสมบัติที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพการเดินรถ หินโรยทางซึ่งทำหน้าที่การกระจายน้ำหนักจากท้องหมอนสู่ดินคันทาง จะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ มีความหนาของชั้นหินโรยทางอย่างเพียงพอ และหินไม่สึกหรอจนสูญเสียความสามารถในการยึดเกาะกัน ในอดีตซึ่งยังมีปริมาณการขนส่งบนทางรถไฟไม่มากนัก ทางรถไฟส่วนใหญ่ใช้รางขนาดเล็กวางบนหมอนไม้ ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวประเภทตะปูราง เมื่อใช้งานและเวลาผ่านไปรางย่อมเกิดการสึกหรอ และหมอนไม้เสื่อมสภาพจากใช้งาน ทำให้ต้องจำกัดความเร็วขบวนรถหรือที่เรียกว่า “เบาทาง” (Slow Order) ระหว่างที่รอการดำเนินการปรับปรุง ซึ่งเป็นเหตุหนึ่งที่ทำให้ขบวนรถล่าช้า การรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) จึงได้ดำเนินโครงการปรับปรุงทางรถไฟ (Track Rehabilitation) เพื่อปรับปรุงสภาพทางรถไฟสายหลักให้มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถรองรับจำนวนขบวนรถ, น้ำหนักกดเพลา และความเร็วของขบวนรถที่เพิ่มขึ้นได้ โดยเปลี่ยนมาใช้รางที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ใช้หมอนคอนกรีตอัดแรงแทนหมอนไม้ ใช้เครื่องยึดเหนี่ยวรางแบบสปริงแทนตะปูราง เพิ่มความหนาของชั้นหินโรยทาง และปรับปรุงพื้นทาง

โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 1, 2 และ 3 ได้ดำเนินการในทางประธาน (Main Line Track) สายเหนือจากลพบุรี – ชุมแสง – พิษณุโลก และสายใต้จากหัวหิน – บ้านกรูด – ไชยา – ทุ่งสง รวมระยะทางทั้งสิ้น 791 กิโลเมตร ซึ่งแล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2545 ส่วนการปรับปรุงทางรถไฟระยะที่ 4 ในเส้นทางสายเหนือ ช่วงพิษณุโลก – บ้านด่าน และสายใต้ ช่วงชุมทางบางซื่อ – บ้านฉิมพลี และช่วง ชุมทางทุ่งสง – บ้านต้นโดน รวมระยะทางทั้งสิ้น 227 กิโลเมตร ได้ดำเนินการภายใต้โครงการเสริมความมั่นคงของทางรถไฟ (Track Strengthening) สำหรับโครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 5 ในเส้นทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงชุมทางถนนจิระ – ชุมทางบัวใหญ่ – สุรนารายณ์ และช่วงแก่งคอย – แก่งเสือเต้น ระยะทาง 308 กม. และโครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 6 ในเส้นทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงชุมทางบัวใหญ่ – หนองคาย ระยะทาง 278 กม. อยู่ในแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระยะเร่งด่วน (พ.ศ. 2553 – 2557) ของ รฟท. และได้เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2554 กำหนดแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2556 (รูปที่ 7-1)



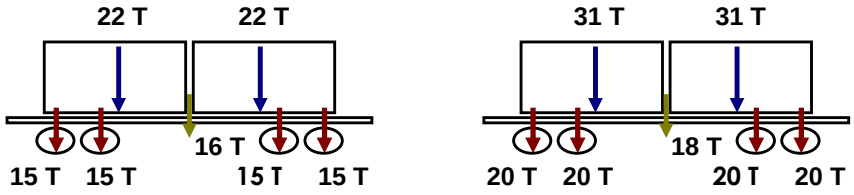
รูปที่ 7-1 แผนที่โครงข่ายแสดงโครงการปรับปรุงทางรถไฟ

7.2 ประโยชน์และขอบเขตงานของโครงการปรับปรุงทาง

7.2.1 ประโยชน์ของโครงการปรับปรุงทาง

การดำเนินโครงการปรับปรุงทางของ รฟท. จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

1) เพิ่มความแข็งแรงของทางรถไฟให้เหมาะสมกับสภาพการเดินรถในปัจจุบันและอนาคต
2) เพิ่มความปลอดภัยในการเดินรถ ลดการเกิดรางหัก รางร้าวในทางประธาน อันเนื่องมาจากการใช้งานมานาน
3) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางรถไฟ การซ่อมบำรุงรถจักรและล้อเลื่อน
4) ลดเวลาในการเดินทาง โดยสามารถเพิ่มความเร็วสูงสุดขบวนรถจาก 90 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง เป็น 120 กิโลเมตร ต่อชั่วโมง
5) เพิ่มความจุของทางจากความเร็วขบวนรถโดยสารเชิงพาณิชย์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มการเดินขบวนรถได้
6) เพิ่มน้ำหนักบรรทุกและสมรรถนะในการบรรทุกสินค้า จากการที่โครงสร้างทางสามารถรองรับน้ำหนักกดเพลา (Axle Load) ที่สูงขึ้น จาก 15 ตันต่อเพลา เป็น 20 ตันต่อเพลา (รูปที่ 7-2) ซึ่งช่วยลดการจัดหาล้อเลื่อนลงได้
7) เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้โดยสารขณะใช้บริการการเดินรถจากสภาพทางที่ดีขึ้น
8) สนับสนุนการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในภูมิภาคอาเซียน และส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง (Modal Shift) มาใช้การขนส่งระบบราง



(ก) ก่อนการปรับปรุงทาง (ข) หลังการปรับปรุงทาง

รูปที่ 7-2 เปรียบเทียบความสามารถในการรับน้ำหนักของทางรถไฟ

7.2.2 ขอบเขตงานปรับปรุงทาง

ขอบเขตงานหลักในโครงการปรับปรุงทาง ประกอบด้วยงานโยธา งานราง งานสะพาน งานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม และงานจัดหาเครื่องจักรกลและเครื่องมือซ่อมบำรุงทาง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.2.2.1 งานโยธา

งานโยธา ประกอบด้วย การปรับเปลี่ยนแนวทางโค้งแคบให้มีรัศมีอย่างต่ำ 1,000 เมตร เพื่อรองรับความเร็วขบวนรถที่เพิ่มขึ้น การปรับปรุงคันทาง (Subgrade) และจัดทำรางระบายน้ำในส่วนที่จำเป็น เพื่อให้การระบายน้ำดีขึ้น การเสริมความมั่นคงของคันทางและไหล่ทางในส่วนที่จำเป็นโดยการตอกเข็ม การป้องกันการกัดเซาะลาดคันทางและลาดดินตัด และการปรับปรุงชานชาลาสถานีและหลังคาคลุมชานชาลาเพื่อให้สอดคล้องกับการปรับยกระดับรางใหม่

7.2.2.2 งานราง

งานราง ประกอบด้วย การจัดหาและเปลี่ยนรางขนาดน้ำหนัก 100 ปอนด์ต่อหลา แทนรางเดิมขนาดน้ำหนัก 70 ปอนด์ต่อหลา การจัดหาและเปลี่ยนหมอนคอนกรีตอัดแรงพร้อมเครื่องยึดเหนี่ยวรางแบบสปริงแทนหมอนไม้เดิม การจัดหาและเปลี่ยนประแจทางหลีกให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นประแจขนาดราง 100 ปอนด์ต่อหลา เพื่อให้สัมพันธ์กับรางที่เปลี่ยนใหม่ ทำความสะอาดหินโรยทางและเปลี่ยน/เพิ่มความหนาชั้นหินโรยทางใหม่ให้ได้ตามมาตรฐานทางสายใหม่ การปรับปรุงทางหลีกในย่านสถานีให้สัมพันธ์กับระดับทางประธานใหม่ และปรับปรุงทางผ่านเสมอระดับให้ได้ตามมาตรฐานใหม่

7.2.2.3 งานสะพาน

งานสะพาน ประกอบด้วย การยกระดับสะพานให้เสมอระดับทางใหม่ การเสริมขอบกระบะสะพานคอนกรีต การทดสอบกำลังรับน้ำหนักของสะพานเหล็ก การเปลี่ยนและเสริมความมั่นคงแข็งแรงของสะพานเหล็กและช่องน้ำเพื่อรองรับน้ำหนักกดเพลามาตรฐาน 20 ตันต่อเพลา (U-20) ทาสีสะพาน และปรับปรุงตอม่อสะพาน โดยจะมีการสำรวจสะพานที่ไม่สามารถรองรับน้ำหนักกดเพลา 20 ตัน ที่ความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมงได้ วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุตำแหน่งสะพาน ความยาวช่วงสะพาน และส่วนของสะพานที่ต้องเสริมกำลัง

7.2.2.4 งานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคม

งานอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมประกอบด้วยการรื้อย้าย ปรับปรุง และซ่อมบำรุงอุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การรื้อย้ายสายสัญญาณใต้ดิน (Cable Run Relocation), ตำแหน่งเสาโทรเลข, อุปกรณ์ประแจ, วงจรไฟตอน (Track Circuit), ยกเสาอาณัติสัญญาณ, ยกเสาเครื่องกั้นถนนบริเวณทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟ, ยกระดับสายเคเบิลที่ลอดผ่านใต้ทางรถไฟ, ปรับปรุงสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) และสายควบคุม (Control Cable) ย้ายสายเคเบิลใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) ซึ่งเหล่านี้เป็นผลกระทบจากงานในการปรับปรุงทาง เช่น การยกระดับสันราง การแก้ไขปรับปรุงพวงรางในย่านสถานี การปรับเปลี่ยนแนวทางรถไฟ และการก่อสร้างย่านเก็บวัสดุงานและรถงานในการปฏิบัติงาน

7.2.2.5 งานจัดหาเครื่องจักรกลและเครื่องมือซ่อมบำรุงทาง

ประกอบด้วยการจัดหาเครื่องจักรมาใช้ในการปรับปรุงและซ่อมบำรุงทางและส่งมอบให้แก่ รฟท. เมื่อเสร็จสิ้นโครงการ ประกอบด้วย รถอัดหิน รถอัดหินประแจ รถเกลี่ยหิน รถสั่นหิน รถบรรทุกหินโรยทาง รถตรวจสภาพทาง และเครื่องตรวจสภาพทาง สำหรับใช้ในการบำรุงรักษาทางรถไฟของ รฟท. ต่อไป

7.2.3 จุดเด่นของโครงการปรับปรุงทางรถไฟ

การปรับปรุงทาง (Track Rehabilitation) มีข้อแตกต่างจากการเสริมความมั่นคงของทาง (Track Strengthening) กล่าวคือ งานเสริมความมั่นคงของทางรถไฟจะมีการดำเนินการเฉพาะการเปลี่ยนวัสดุทางบางส่วน คือ เปลี่ยนราง หมอนรองราง ประแจทางหลีก อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมดรวมกันโดยไม่มีการปรับปรุงคันทาง หรือการเสริมความมั่นคงของไหล่ทาง รวมทั้งไม่มีการเปลี่ยน/เพิ่มความหนาของหินโรยทาง และไม่ได้ปรับปรุงทางหลีกในย่านสถานีให้สัมพันธ์กับรางประธานใหม่ ซึ่งมาตรฐานทางที่ได้จะไม่เทียบเท่าการปรับปรุงทาง

การเสริมความมั่นคงของทางไม่มีการปรับแนวทาง (Realignment) หรือขยายรัศมีโค้งให้รองรับความเร็วที่สูงขึ้น รวมทั้งไม่มีการจัดหาเครื่องจักรกลบำรุงทางหนัก การดำเนินการอาศัยแรงงานคนและเครื่องมือกลบำรุงทางขนาดเบามากกว่าการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติขนาดใหญ่ในการก่อสร้างและการวางราง (รูปที่ 7-3) การ

บริหารโครงการและการควบคุมการก่อสร้างดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่จาก รฟท. ขณะที่โครงการปรับปรุงทางรถไฟมีการจัดจ้างที่ปรึษาทำหน้าที่แทน รฟท. ในการบริหารโครงการและควบคุมงานก่อสร้าง

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

(ก) แบบใช้แรงงานคน และ (ข) แบบใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ

รูปที่ 7-3 วิธีการซ่อมทาง

7.3 การก่อสร้างบนทางเปิด

7.3.1 นิยามการก่อสร้างบนทางเปิด

งานปรับปรุงทางเป็นการก่อสร้างบนทางเปิด กล่าวคือ เป็นการซ่อมแซมหรือการก่อสร้างบนทางรถไฟที่ยังคงเปิดให้มีการเดินขบวนรถไฟผ่านได้ โดยจะดำเนินการทำงานในช่วงเวลาปฏิบัติงานที่เป็น “ช่วงว่างการเดินรถ” หรือ Window Time ซึ่งจะปิดการเดินขบวนรถชั่วคราวบนช่วงทาง เพื่อให้ผู้รับจ้างดำเนินการได้วันละประมาณ 5 ชั่วโมง ระยะทางประมาณ 5 ช่วงสถานี (Block Section) หรือประมาณ 40 – 50 กิโลเมตร ซึ่งในระหว่างช่วงว่างการเดินรถนี้จะมีการทำงานบนทางด้วยเครื่องจักรกลขนาดหนักบนทาง ประกอบด้วยขบวนรถวางรางและรถงาน เช่น ขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอน ขบวนรถลำเลียงรางเชื่อมยาว ชบวนรถบรรทุกหินโรยทาง ขบวนรถเก็บรางเก่า รถอัดหินทางประธาน รถอัดหินประแจ รถเกลี่ยหิน รถสั่นหิน รถเชื่อมราง รถเก็บวัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

7.3.2 การเตรียมการก่อนเริ่มดำเนินงาน

ก่อนเริ่มการดำเนินการก่อสร้าง จะมีการสำรวจจำนวนวัสดุทาง ได้แก่ ราง หมอนรองราง เครื่องยึดเหนี่ยวราง ประแจ ไม้ปูทางผ่านเสมอระดับ และอื่นๆ ที่มีอยู่ก่อนการดำเนินการ สรุปไว้เป็นบัญชีวัสดุทาง จากนั้น รฟท. จึงจะส่งมอบทาง วัสดุทาง รวมถึงพื้นที่ย่านสถานีที่จะสร้างเป็นสำนักงานสนาม (Site Office) โรงเชื่อมราง และอื่นๆ ให้แก่ผู้รับจ้าง อย่างไรก็ตามแม้ว่าผู้รับจ้างจะรับมอบทางไปแล้ว แต่ยังไม่ถึงเวลาในการดำเนินการซ่อมทาง ขณะที่ทางช่วงดังกล่าวมีสภาพทางที่เสียมากจนถึงพิกัดการซ่อมฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่บำรุงทางของ รฟท. ซึ่งรับผิดชอบดูแลพื้นที่ ก็มีสิทธิจะเข้าไปดำเนินการแก้ไขก่อนได้เพื่อป้องกันเหตุอันตรายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้น

เมื่อทราบกำหนดแน่นอนของการดำเนินงานและจะต้องปิดทางชั่วคราว ก่อนจะถึงเวลาปิดทาง เจ้าหน้าที่จากฝ่ายที่เกี่ยวข้องของ รฟท. เรียกว่า “คณะทำงาน” จะติดตามขบวนรถที่จะเข้า-ออกพื้นที่ เพื่อให้มั่นใจว่าขบวนรถออกจาก Block Section ไปแล้ว หรือจะต้องกักขบวนรถไว้ก่อนเข้า Block Section ก่อนจะเริ่มปิดทาง และจะแจ้งยืนยันให้ผู้เกี่ยวข้องของผู้รับจ้างทราบ ว่าจะปิดทางให้ทำงานได้หรือไม่ และได้เมื่อใด โดยผู้รับจ้างจะแจ้งแผนการทำงานในแต่ละวันให้คณะทำงานทราบก่อนเริ่มเวลาปิดทาง

7.3.3 งานที่ทำขณะปิดทาง

งานที่ผู้รับจ้างทำขณะปิดทาง ประกอบด้วย งานทาง งานสะพาน และบางส่วนของงานโยธา ซึ่งเทคนิควิธีการก่อสร้างของผู้รับจ้างแต่ละรายอาจแตกต่างกันไปบ้างในรายละเอียดตามความเหมาะสมของสภาพการณ์ ในส่วนนี้จะขอนำวิธีการปรับปรุงทางโดยใช้ขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอน (Pony) มากล่าวไว้แต่พอสังเขป ดังนี้

7.3.3.1 การปาดหินหัวหมอนเพื่อเตรียมรายรางใหม่

ทำการปาดหินโดยนำรถเกลี่ยหิน (Ballast Regulator) ออกทำการปาดหินหัวหมอนออกบางส่วน และปรับระดับหินหัวหมอนให้เสมอเป็นระยะทางยาวทั้งสองข้าง ก่อนที่รถลงรางเชื่อมยาวจะเข้ามารายรางเชื่อมยาว ซึ่งจะวางทอดยาวโดยส่วนฐานรางจะวางบนหินหัวหมอน ซึ่งต้องระวังการปาดหินให้ดี หากปาดหินไม่ดีเมื่อรายรางเชื่อมยาวแล้วรางอาจล้มและพลิกคืนยากมากเนื่องจากรางเชื่อมยาวแต่ละท่อนมีความยาวกว่า 250 เมตร ระยะทางที่รถเกลี่ยหินออกปาดหินแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 5,000 เมตร เนื่องจากการปาดหินจะทำให้แรงต้านการขยับตัวของหมอนลดลง จึงเป็นจุดอ่อนของทาง ซึ่งกรณีอากาศร้อนมากอาจทำให้เกิดรางดุ้ง (Buckling) ได้

7.3.3.2 การรายราง

หลังรถเกลี่ยหินทำการปรับแต่งหินโรยทางแล้ว ขบวนรถรางเชื่อมยาวจะออกทำการรายรางสองข้างทาง โดยขบวนรถงานประกอบด้วยรถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บทต.) พ่วงกันความยาวประมาณ 20 คัน โดยมีหนึ่ง บทต. ท้ายขบวนเป็นรถที่ใช้สลิงดึงรางเชื่อมยาวที่บรรทุกบนขบวนลงทั้งสองข้าง ขบวนรถรางเชื่อมยาวขบวนหนึ่งสามารถบรรทุกรางเชื่อมยาวได้ 36 เส้น รางเชื่อมยาวแต่ละเส้นยาว 216 เมตร โดยเชื่อมรางสั้นความยาวมาตรฐาน 18 เมตร จำนวน 12 ท่อน หรือยาว 252 เมตร โดยเชื่อมรางสั้นความยาวมาตรฐาน 18 เมตร จำนวน 14 ท่อน หรือยาว 250 เมตร โดยเชื่อมรางสั้นความยาวมาตรฐาน 25 เมตร จำนวน 10 ท่อน การเชื่อมทำในโรงเชื่อมรางโดยวิธีเชื่อมไฟฟ้าหรือวิธีเชื่อมแบบประกาย (Electric Flash Butt Weld) (รูปที่ 7-4) ในระยะเวลา 5 ชั่วโมง อาจลงรางเชื่อมยาวได้ 5 – 15 คู่ ขึ้นอยู่กับว่ารางเชื่อมยาวจะลงผ่านสะพาน ทางผ่าน ย่านสถานี หรือโค้ง

ภาพ: ฝ่ายโครงการรถไฟฟ้าและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

(ก) เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ภาพ: ครูอรรถพล ปาประเสริฐ

(ข) รางที่เชื่อมเสร็จพร้อมขนไปรายหน้างาน

รูปที่ 7-4 การเชื่อมรางยาว

7.3.3.3 การถอดเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่า

ก่อนถึงเวลาปิดทาง คนงานจะถอดเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่าในทางออก โดยจะถอด 1 หมอน เว้น 1 หมอน ก่อนถึงเวลาปิดทาง เป็นการเตรียมการ และเมื่อถึงเวลาปิดทางก็จะถอดเครื่องยึดเหนี่ยวรางออก 7 หมอน เว้น 1 หมอนเท่านั้น โดยจะถอดให้เสร็จก่อนขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนจะมาถึง เครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่าที่ถอดออกจากทางจะเก็บในถังขนาดใหญ่และถูกยกขึ้นโดยรถเก็บเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่าตลอดระยะทางของการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนในวันนั้น

7.3.3.4 การรื้อทางผ่านเสมอระดับ

เมื่อรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนจะทำการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนบริเวณทางผ่านเสมอระดับ รถขุด รถตัก (JCB) จะขุดรื้อทางผ่านเสมอระดับ และเมื่อรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนทำการผ่านจุดนี้ไปแล้ว คนงานจะจัดระยะหมอนให้ถูกต้องและตักหินโรยทางใส่ รถอัดหิน (Ballast Tamper) จะมาอัดหินพร้อมทั้งยกระดับให้ดี รถ JCB จะโกยหินใส่และปรับแต่งทางผ่าน เพื่อให้รถยนต์ผ่านทางเสมอระดับนั้นๆ ได้เป็นการชั่วคราวก่อน

7.3.3.5 การเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดยรถ Pony

ขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนจะประกอบด้วยรถจักร รถโบกี้บรรทุกตู้สินค้า (บทต.) ดัดแปลงเป็นรถบรรทุกหมอนคอนกรีตอัดแรง 15 – 16 คัน รถ บทต. ดัดแปลงเป็นรถบรรทุกเครื่องปั่นไฟและถังใส่น้ำมันไฮดรอลิกจ่ายให้เครื่องจักรทำงาน และรถ Pony ที่ทำหน้าที่ ดังนี้

1) หิ้วรางใหม่ลอยไว้สองด้านของขบวนรถ
2) จับรางเก่าออกไว้สองข้างทาง
3) เก็บหมอนรองรางเก่า ซึ่งเก็บได้ทั้งหมอนไม้และหมอนคอนกรีตแบบแท่งคู่ (ทูบล็อก)
4) ปาดหินเก่าออกสองข้างทาง
5) ปั่นหินเก่าออกให้ได้ระดับเสมอกัน
6) หย่อนหมอนคอนกรีตอัดแรงใหม่ลง พร้อมทั้งจัดระยะหมอน
7) หย่อนรางใหม่ขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา ที่หิ้วไว้สองด้านของขบวนรถลง โดยก่อนวางรางบนหมอนใหม่จะมีคนงานนำแผ่นรองราง (Rail Pad) วางบนพื้นที่รองรับราง (Rail Seat) ของหมอนใหม่ และใช้เครื่องจับรางที่อยู่ท้ายขบวนรถ Pony จับรางลงในตำแหน่งพื้นที่รองรับราง และมีคนงานใช้เครื่องมือสำหรับใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางตาม โดยใส่ 1 หมอน เว้น 2 หมอน หรือใส่ 1 หมอน เว้น 1 หมอน
8) ขณะรถ Pony ทำงาน เครนขนหมอนจะทำงานโดยขนหมอนใหม่มาส่งที่เครื่อง Pony และขณะเดียวกันก็จะรับหมอนรองรางเก่าที่เปลี่ยนออก แล้วนำไปวางเรียงในตู้ บทต. ที่ว่างไว้ เป็นการเก็บหมอนเก่า
9) ตลอดเวลาของการทำการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดยรถ Pony ขบวนรถจะเคลื่อนที่ไปช้าๆ โดยตีนตะขาบท้าย Pony และมือจับรางใต้ท้องรถ Pony ภายใน 5 ชั่วโมงที่ปิดทาง รถ Pony จะสามารถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนได้ความยาวประมาณ 800 – 1,200 เมตร ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของทาง (ทางผ่าน ประแจ โค้ง สะพาน ทางลาดชัน เป็นต้น) เมื่อจบงานในแต่ละวันก็จะใช้รางประสาน (Compromise Rail) ขนาด 100 – 80 – 70 ปอนด์ต่อหลา หรือ 100 – 80 ปอนด์ต่อหลา หรือใช้ประกับรางพิเศษ (Special Fishplate) ขนาด 100 – 80 ปอนด์ต่อหลา หรือ 100 – 70 ปอนด์ต่อหลา ต่อรางระหว่างรางเก่าและรางใหม่

7.3.3.6 การติดตั้งเครื่องยึดเหนี่ยวรางใหม่

รถงานท้ายขบวน Pony จะทำการส่งเครื่องประกอบรางและเครื่องยึดเหนี่ยวรางใหม่ ประกอบด้วย เหล็กประกับราง สลักเกลียวต่อราง (Fish Bolt) จานรองราง (Baseplate) สปริงคลิป (Spring Clip) และอื่นๆ ในขณะเดียวกันก็เก็บเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่าที่ยังตกค้างหลงเหลืออยู่สองข้างทางใส่ถังนำขึ้นรถ และมีคนงานคอยใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางที่เว้นไว้ให้ครบทุกหมอน

7.3.3.7 การลงหินโรยทางของขบวนรถหินขบวนแรก

ขบวนรถหินใหม่ขบวนแรก จะมีรถโบกี้เทข้าง (บทข.) บรรทุกหินโรยทาง (Ballast Hopper Wagon) (รูปที่ 7-5) จำนวนประมาณ 25 คัน บรรทุกคันละประมาณ 28 ลูกบาศก์เมตร โดยจุดที่จะลงหินโรยทางคือ กม. ที่วางรางใหม่วันนี้ หรือ กม. ที่วางรางใหม่ และได้รับการอัดหินรอบแรกแล้ว เป็นการลงหินเพิ่มเติมของการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนในวันก่อนหน้านี้ ในระยะทาง 1 กิโลเมตรที่เปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดยรถ Pony จะใช้หินไม่น้อยกว่า 18 – 20 บทข. ในการลงหินโรยทางจะลงหินทั้งบริเวณหัวหมอนและกลางหมอน ชนิดหินโรยทางที่ใช้จะหินอัคนีภูเขาไฟ (Igneous Volcanic Rocks) เช่น แกรนิต บะซอล์ต ไรโอไลต์ แอนดีไซต์ ควอร์ตไซต์ ความหนาหินใต้ท้องหมอน 25 เซนติเมตร

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-5 รถโบกี้เทข้าง (บทข.) บรรทุกหินโรยทาง

7.3.3.8 การเชื่อมรางที่วางในทาง

รางที่ได้เปลี่ยนลงในทางท้ายขบวนรถ Pony แล้ว ชุดเชื่อมเธอร์มิต ประกอบด้วยคนงาน 6 – 8 คน พร้อมอุปกรณ์และวัสดุเชื่อมจะทำการเชื่อมราง (รูปที่ 7-6) และเมื่อเชื่อมรางเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องใช้เวลาประมาณ 20 นาที ขบวนรถงานจึงจะสามารถผ่านจุดเชื่อมเธอร์มิตได้

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่า

รูปที่ 7-6 การเชื่อมรางในทางด้วยวิธีเชื่อมเธอร์มิต

7.3.3.9 การอัดหินและเกลี่ยหิน

ชุดรถอัดหินและเกลี่ยหิน (รูปที่ 7-7) จะเข้าทำการภายหลังจากการลงหินโรยทางใหม่ ทั้งรถอัดหินและเกลี่ยหินจะทำงานโดยการอัดหินและเกลี่ยหินตลอดระยะทางของงานที่ทำได้ในวันก่อน และจะอัดหินที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของงานที่ทำได้ในวันนี้ รวมทั้งที่คอสะพานทั้งสองด้าน การอัดหินของงานเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนในแต่ละวันจะต้องคำนึงถึงการทำลาดไม่ให้ลาดชันมากเกินไป

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

(ก) รถอัดหิน

ภาพ: การรถไฟแห่งประเทศไทย

(ข) รถเกลี่ยหิน

รูปที่ 7-7 การอัดหินและเกลี่ยหินด้วยเครื่องจักรกลบำรุงทางหนัก

7.3.3.10 การสำรวจแนวราง

ชุดสำรวจมีความสำคัญในการกำหนดแนว (Alignment) และระดับของทาง (Profile) การให้ระดับและแนวรางก่อนและหลังงานวางรางของ Pony โดยจะใช้หลักไม้ฝากค่าระดับและแนวรางไว้ห่างจากศูนย์กลางทางเดิม 3 – 5 เมตร แล้วแต่สภาพความเหมาะสมของพื้นที่สองข้างทาง หลังจากการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนในแต่ละวัน ชุดสำรวจจะเก็บค่าระดับและแนวรางทั้งหมด เพื่อนำไปให้ชุดรถอัดหินและรถ บทข. พิจารณาในการลอกระดับรางให้ถึงจุดตามที่ได้ออกแบบไว้ ชุดสำรวจจะมีหลายชุดเพื่อทำหน้าที่ในการกำหนดระดับและแนวให้กับงานทุกงานตลอดทั้งโครงการ

7.3.3.11 การเปลี่ยนหมอนเปลี่ยนหินโรยทางในสะพานกะบะคอนกรีต

ชุดเปลี่ยนหมอนรองรางและหินโรยทางในสะพานกะบะคอนกรีตจะประกอบด้วย รถขุดและตัก (JCB) และคนงานส่วนหนึ่ง ซึ่งการทำงานเปลี่ยนหินในสะพานกะบะอาจจะทำก่อนหรือหลังการเปลี่ยนรางโดย Pony ก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกและลดการปักป้ายเบาทาง อาจจะทำตามหลังงาน Pony กล่าวคือ เมื่อ Pony ผ่านสะพานกะบะจะไม่เปลี่ยนหมอน แต่จะเปลี่ยนเฉพาะรางเป็นรางใหม่ ชุดเปลี่ยนหมอนเปลี่ยนหินโรยทางจะเปลี่ยนหมอนรองรางและหินโรยทางออก โดยหินที่นำออกจากกะบะในสะพานต้องออกไปให้หมดก่อนใส่หินใหม่ที่สะอาดลงไป และต้องตรวจรูระบายน้ำก่อนว่าไม่มีสิ่งใดเข้าไปอุดตัน หินสกปรกที่นำออกจากกะบะจะต้องไม่ไปขวางทางระบายน้ำใต้สะพานกะบะนั้นๆ

7.3.3.12 การเปลี่ยนประแจ

ชุดเปลี่ยนประแจเป็นประแจขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา จะต้องทำงานร่วมกับฝ่ายการอาณัติสัญญาณและโทรคมนาคมของ รฟท. ก่อนถึงวันเปลี่ยนประแจผู้รับจ้างจะประกอบประแจครบชุดไว้นอกทางข้างประแจที่จะเปลี่ยนออก โดยใช้รถแบ็คโฮ (Back Hoe) ช่วยในการปรับพื้นที่ด้านข้างประแจที่จะเปลี่ยนออกให้เสมอและใช้รางเก่าเป็นคานก่อนนำหมอนคอนกรีตประแจมาวางเรียง และใช้รถแบ็คโฮยกรางประคองลิ้น รางลิ้น ตะเฆ่ ราง เสริมตรง รางเสริมโค้ง และรางกัน มาประกอบเข้าด้วยกัน ชุดเปลี่ยนประแจนี้สามารถทำก่อนหรือหลังการเปลี่ยนรางของ Pony ก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกในการทำงานควรให้เปลี่ยนก่อน Pony มาถึง

ในวันที่เปลี่ยนประแจ เมื่อถึงเวลาปิดทาง ผู้รับจ้างจะถอดเหล็กประกับรางหัว-ท้ายชุดประแจออก และใช้รถแบ็คโฮ 2 คัน ช่วยยกชุดประแจเก่าในทางออกไว้ด้านข้างไม่ให้กีดขวางการทำงาน และทำการปรับระดับพื้นให้เสมอโดยมีทีมสำรวจใช้กล้องระดับกำหนดระดับเพื่อให้รถแบ็คโฮ 2 คัน ช่วยกันขุดและปรับพื้นประแจเดิมให้ลดลงจนถึงระดับที่ต้องการ และรถแบ็คโฮ 2 คันนี้จะช่วยกันยกชุดประแจใหม่ ซึ่งถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน หัว-ท้าย เข้ามาวางให้ตรงจุดตัดประแจ ตรวจเช็คแนวและสลักเกลียวต่อรางให้สมบูรณ์ ประกอบต่อราง หัว-ท้ายประแจเข้าด้วยกัน ตักหินโรยทางที่กองเตรียมไว้ข้างทางใส่ในชุดประแจ หรืออาจจะใช้ บทข. ที่พ่วงรถอัดหินมาลงหินในชุดประแจ และนำรถอัดหินประแจมาทำการอัดหินในชุดประแจ โดยขั้นแรกเน้นการอัดให้ได้แนวและระดับของทางประธานก่อน และก่อนทำการเปิดทาง ต้องล็อกปลายลิ้นประแจให้อยู่ในท่าทางตรง (ทางประธาน) เมื่อถึงเวลาเปิดทางจะใช้แต่ทางประธานอย่างเดียวจนกว่าผู้รับจ้างด้านระบบสื่อสารจะมาทำการติดตั้งระบบสื่อสารที่ปลายลิ้นประแจ และตรวจสอบระบบให้สมบูรณ์สัมพันธ์กับการขอและคืนทางสะดวก ซึ่งปกติแล้วจะใช้เวลา 3 – 6 ชั่วโมง หลังจากการเปิดทางจึงจะสามารถใช้ทางหลีกได้ การใส่ประกับรางพิเศษ รางประสานหน้าและท้ายประแจท้ายท่าทางหลีกจะต้องตรวจตราขันให้มั่นคงและมีลาดที่เหมาะสม ไม่ให้แนวท้ายประแจคดบิดเสียรูป

หลังการเปลี่ยนประแจแล้วจะเก็บรายละเอียดงานและชุดประแจเก่าโดยใช้รถแบ็คโฮยกชุดประแจใส่รถเทรลเลอร์นำไปเก็บกองในโรงกองเก็บวัสดุ (Depot) ส่วนรางหัวและท้ายประแจทางประธานที่จะเปลี่ยนเป็นราง 100 ปอนด์ต่อหลา ยาว 18 หรือ 25 เมตร 3 คู่ราง (Buffer Rail) สามารถที่จะเปลี่ยนก่อนหรือหลังการเปลี่ยนประแจก็ได้ โดยใช้รถแบ็คโฮทำงานกรณีเดียวกับการเปลี่ยนประแจ รางประสานที่ใช้ในการต่อท้ายประแจในทางหลีก ไม่ควรสั้นกว่า 9 เมตร

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

รูปที่ 7-8 การเปลี่ยนประแจใน Depot

7.3.3.13 การเปลี่ยนหมอนเหล็กบนสะพานเหล็ก

การเปลี่ยนหมอนเหล็กบนสะพานเหล็กจะทำตามหลังการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดย Pony หมอนบนสะพานเหล็กของเดิมก่อนเปลี่ยนใช้หมอนไม้กับสะพานเหล็กที่มีช่วงยาวตั้งแต่ 20 เมตร ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 3 จะเปลี่ยนหมอนสะพานไม้เป็นหมอนสะพานเหล็ก (Steel Beam) โดยใช้เหล็กรูปพรรณ H – Beam ขนาด 175 x 175 x 7.5 x 11 x 2,000 มิลลิเมตร วางบน Main Girders (กรณีของสะพาน DP) และวางบน Stingers (กรณีของสะพาน TP, TT) ห่างกัน 50 เซนติเมตร

ก่อนจะถึงวันเปลี่ยนผู้รับจ้างจะไปทำที่ยืนในสะพานเพื่อให้สะดวกในการทำงานโดยใช้ไม้อัดหนาเป็นพื้นและใช้ท่อเหล็กเป็นโครงสร้างชั่วคราวรับพื้นไม้อัด และจะเลื่อนหมอนไม้สะพานเดิมออกไปด้านข้าง 2 หมอน เว้น 2 หมอน เพื่อจะใช้สว่านเจาะ Stinger ให้เป็นรูตรงกับรูของ Steel Beam ในหนึ่ง Steel Beam จะมีสลักเกลียวยึดกับ Stinger 8 ตัว (ข้างละ 4 ตัว) ก่อนจะทำการเจาะ Stinger จะต้องสำรวจว่า Stinger ที่จะเจาะชำรุดผุกร่อนหรือไม่ หากผุกร่อนจะต้องทำการเชื่อมปะให้สมบูรณ์ก่อนแล้วเจาะ หลังจากเจาะเสร็จแล้วต้องทาสีบริเวณตรงที่เจาะ (ที่นั่งใต้ Steel Beam ที่จะวางใหม่)

การเจาะ Stinger เพื่อเตรียมการก่อนวันเปลี่ยน Steel Beam นั้นต้องระวังในเรื่องต่อไปนี้

1) ขนาดทางกว้างเนื่องจากมีการถอดและเลื่อนหมอนเดิมออก 2 หมอน เว้น 2 หมอนตลอดสะพาน และหมอนไม้เดิมโดยมากมักผุชำรุดอยู่ก่อนแล้วทางป้องกันคือใช้สมอกันรางแยก(Anchor Track Brace)ช่วย
2) เครื่องยึดเหนี่ยวราง เครื่องประกอบราง เครื่องมือที่ใส่ถอดหรือใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางที่ทำงานบนสะพานเหล็กมักหล่นร่วงลงในแม่น้ำหรือคลองใต้สะพาน ทางป้องกันคือติดตาข่ายใต้สะพานตลอดความยาวเพื่อกันไม่ให้เครื่องมือหล่นจมน้ำหายไป
3) คนงานที่ทำงานบนสะพานเดินถอดเครื่องยึดเหนี่ยว ขณะทำงานมีโอกาสพลาดตกสะพานได้ ทางป้องกันคือต้องทำจุดทำงานให้ยืนทำงานด้วยความมั่นคง
4) ขณะทำงานบนสะพาน ไม่ว่าช่วงที่ยังไม่ปิดทางหรือช่วงที่ปิดทางแล้ว จะมีรถงานเดินผ่านสะพานตลอด ดังนั้นจะต้องกำชับผู้ปฏิบัติงานให้คำนึงถึงความปลอดภัยเสมอ

เมื่อเจาะ Stinger ครบแล้ว ก่อนวันเปลี่ยน จะนำ Steel Beam ที่ใส่จานรองรางไว้แล้วมาเรียงไว้รอการเปลี่ยนเข้าแทนหมอนไม้ โดยนำมาเรียงไว้บนสะพานด้านข้าง

เมื่อถึงวันที่จะเปลี่ยน Steel Beam และถึงเวลาปิดทางแล้ว ผู้รับจ้างจะถอดเครื่องยึดเหนี่ยวหมอนสะพานไม้เดิมออกทั้งหมดทั้งสะพาน และใช้แม่แรงวางบน Stinger ทั้งสองด้าน เป็นระยะๆ ประมาณ 3 – 4 เมตร ต่อ 1 ตัว และยกรางให้สูงขึ้น โดยสูงกว่าความสูงของ Steel Beam ประมาณ 3 – 5 เซนติเมตร เพื่อสะดวกในการสอด Steel Beam เข้าใต้รางแล้วขยับให้ตรงรู พร้อมใส่สลักเกลียวขันน็อตให้แน่นกับ Stinger เมื่อใส่ครบทุกท่อนแล้วปลดแม่แรงลงและจัดรางให้ลงบนจานรองรางซึ่งได้ใส่สลักเกลียวขันน็อตติดกับ Steel Beam ไว้แล้ว หลังจากนั้นก็ใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางเพื่อให้รางยึดตรึงกับจานรองรางที่วางอยู่บน Steel Beam ตลอดทุกตัวทั้งสองด้าน (รางซ้ายและรางขวา) หลังจากนั้นก็ยกรางเก่าขนาด 70 ปอนด์ต่อหลา มาใส่เป็นรางกัน (Guard Rail) ทั้งสองด้าน หากทำงานเสร็จไม่ทันภายในเวลาปิดทาง 5 ชั่วโมง หรือสะพานเป็นสะพานเหล็กช่วงยาวแล้ว ก็อาจใส่เครื่องยึดเหนี่ยวราง 1 หมอน เว้น 1 หมอน ก่อนก็ได้ ส่วนรางกันไว้ใส่หลังการเปิดทาง หรือใส่ในวันปิดทางวันต่อไปก็ได้ ก่อนการเปิดทาง รถหิน บทข. ต้องมาลงหินที่คอสะพานสองข้าง และรถอัดหินต้องมาอัดหินที่คอสะพานเพื่อทำลาดให้สะพานที่เปลี่ยน Steel Beam นี้ โดยลาดต้องเหมาะสมไม่ชันมากไปกว่า 1:1,000 และเมื่อเสร็จ งานจะต้องนำหมอนไม้สะพานเก่าและเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่าไปเก็บไว้ใน Depot

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-9 การเปลี่ยนหมอนและติดตั้งรางกันบนสะพานเหล็ก

7.3.3.14 การยกสะพานให้สูงขึ้น

งานยกสะพานให้สูงขึ้น (Bridge Raising) จะต้องทำตามหลังงานเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอน หากไม่ทำการยกระดับบนสะพาน ระดับบนสะพานจะต่ำกว่าระดับบนคันทางประมาณ 15 เซนติเมตร เมื่อทำการยกสะพานแล้วก็จะไม่เป็นอุปสรรคต่อขบวนรถที่วิ่งด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และทำให้บริเวณ Lower Flange ของ Main Girder บริเวณแท่น Bearing สะอาดอยู่ตลอดเวลาเพราะอยู่สูงกว่าระดับแท่นตอม่อ สามารถป้องกันการผุกร่อนเนื่องจากความอับชื้นได้ ความสูงที่จะยกให้สูงขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณ 15 เซนติเมตร

ลักษณะของการยกสะพานแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1) การยกสะพาน Deck Girder

สะพาน Deck Girder เกือบทั้งหมดเป็นแม่แคร่เหล็ก I – Beam ซึ่งมีขนาดความยาวช่วงเท่ากับ 4 เมตร เป็นส่วนใหญ่ วิธียกใช้วิธีก่อนั่งร้านโครงเหล็กรูปพรรณ (H – Beam) ที่ใต้สะพานแล้วใช้แม่แรงซึ่งมีประสิทธิภาพเท่ากับหรือมากกว่า 1.5 เท่า ของแรงปฏิกิริยา (Reaction) เนื่องมาจาก Dead Load วางบนนั่งร้านตรงบริเวณใต้ Lower Flange ของ Girder ห่างจากหน้าแท่นตอม่อประมาณ 60 เซนติเมตร จำนวน 4 จุด แล้วยกพร้อมกันทั้ง 4 จุด ให้สะพานสูงขึ้นทีละประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วใช้แผ่นเหล็ก Shim Plate รองรับบนแท่นตอม่อบริเวณใต้ End Stiffener ของ Girder เสร็จแล้วยกซ้ำอีกหลายครั้ง พร้อมรองแผ่นเหล็กทุกครั้งที่ยกจนกระทั่งได้ความสูงที่ต้องการ อนึ่ง ก่อนที่จะยกครั้งแรกต้องให้คนงานทำการยกรางหน้าและท้ายสะพานด้วยแม่แรงยกราง ซึ่งใช้ข้างละ 4 ตัว ทำการยกรางก่อน มิฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถยกสะพานขึ้นได้เพราะน้ำหนักของทางรถไฟด้านหัวและท้ายสะพานกดไว้

เมื่อยกได้ความสูงตามต้องการแล้ว ต้องทำความสะอาดแท่นตอม่อแล้วนำแผ่นเหล็ก Bed Plate ที่จะเสริมเป็น Additional Bed Plate จำนวน 2 แผ่น ต่อจุด มีความหนารวมกันประมาณ 15 เซนติเมตร วางให้เข้าที่ทีละแผ่น พร้อมต่อความยาวของ Anchor Bolts เดิม โดยเหล็กปลอกเกลียว (Splicer) ให้ยาวขึ้นตามต้องการพร้อมขันน็อตให้แน่นตรึง และรถอัดหินก็จะมาทำการอัดหินคอสะพานเพื่อทำลาดให้เหมาะสม

2) การยกสะพาน Deck Plate และสะพาน Through Plate

ขั้นตอนการยกและงานประกอบอื่นๆ เหมือนกันกับกรณีของสะพาน Deck Girder แต่ต่างกันที่ตำแหน่งของจุดยก คือ ไม่มีการก่อนั่งร้าน แต่จะใช้วิธีติดตั้งหูช้าง (Bracket) ที่ End Stiffeners ของสะพาน แล้ววางแม่แรงบนแท่นตอม่อบริเวณใต้ Brackets แล้วดำเนินการยกสะพานที่ Brackets

3) การยกสะพาน Through Truss

สะพาน Truss ไม่มี End Stiffeners แต่มี Diaphragms ดังนั้น จึงติดตั้ง Brackets ไว้ที่ Diaphragms แล้วทำการยกสะพานเช่นเดียวกับกรณีสะพาน Deck Plate และสะพาน Through Plate

เมื่อการยกสะพานแล้วเสร็จ ก่อนการเปิดทางผู้รับจ้างจะนำรถบรรทุกหิน บทข. ทำการลงหินบริเวณคอสะพานที่ทำการยก ทั้งด้านเหนือและใต้สะพาน และรถอัดหินจะอัดหินคอสะพานเพื่อทำลาดให้เหมาะสม

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

รูปที่ 7-10 การยกระดับสะพาน

7.3.3.15 การปรับปรุงคอสะพาน

เมื่อขบวนรถไฟวิ่งออกจากสะพานจะเกิดแรงกระแทก (Impact Load) ลงบนทางรถไฟที่อยู่นอกสะพาน ซึ่งวางอยู่บนดินคันทาง และเหตุที่โครงสร้างทางบนสะพานและโครงสร้างทางบนดินคันทางนั้นมีความแน่นของทาง (Track Stiffness) ที่ไม่เหมือนกัน เมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้ระดับสันรางของทางรถไฟบริเวณคอสะพานทรุดตัวลงไปเรื่อยๆ และทำให้ระดับตามยาวและระดับตามขวางของทางเสียจนไม่ได้ตามพิกัดทางหรือทำให้รางเกิดเป็นแผล เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวนี้จึงต้องทำโครงสร้างทางพิเศษช่วงคอสะพาน (Bridge Approach) ทั้งสองด้าน เรียกว่า Track Transition Structure เพื่อไม่ให้ Track Stiffness เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันแต่ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไปทีละน้อย เทคนิคการแก้ปัญหาบริเวณคอสะพานที่ใช้ในต่างประเทศมีอยู่หลายวิธี (Read & Li, 2006) อาทิ ใช้หมอนที่มีขนาดความยาวค่อยๆ ลดหลั่นลงมา, ปูด้วยชั้นแอสฟัลต์ผสมร้อน (HMA Underlayment) คั่นระหว่างฐานถนน (Subgrade) และหินโรยทาง, วางแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กใต้ทางบริเวณคอสะพานโดยให้แผ่นมีความเอียงไปสู่ด้านคันทาง, ตอกเข็มคอนกรีต เข็มไม้ เข็มทราย หรือเข็มหิน, ใช้แผ่นรองรางชนิด Elastomeric Pads รองใต้รางบนสะพาน หรือใช้แผ่นยางรองใต้ท้องหมอน (Rubber Tie Mat) บนสะพานเพื่อลด Track Stiffness

ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟระยะที่ 3 ได้มีการใช้แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ปูในทางบริเวณคอสะพานความยาวข้างละ 40 เมตร วิธีการติดตั้งคือขุดเอาหินโรยทางเดิมออกก่อนด้วยเครื่องขุดหินโรยทาง (Ballast Cleaner) แล้วจึงบดอัดดินพื้นทางด้วยเครื่องบดอัดซึ่งทำงานประสานกันกับเครื่องขุดหินโรยทาง จากนั้นจึงปูด้วยแผ่นใยสังเคราะห์เป็นระยะทางยาวนับจากผนังตอม่อริมฝั่งออกไปข้างละ 40 เมตร แล้วโรยด้วยหินโรยทางใหม่ ที่หลังผนังตอม่อริมฝั่งวางท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร) เจาะรูรอบท่อแล้วพันด้วยใยสังเคราะห์เพื่อรองรับน้ำที่ไหลมาจากใต้หินโรยทางและระบายออกสู่สองข้างทางรถไฟ ภายใน 5

ชั่วโมงที่ปิดทางจะทำงานได้หนึ่งข้างสะพาน (ความยาว 40 เมตร) เท่านั้น และก่อนการเปิดทาง รถหิน บทข. จะทำการลงหินและอัดหินเพื่อให้ขบวนรถผ่านได้ด้วยความปลอดภัย

7.3.3.16 การป้องกันหินโรยทางสกปรก

การป้องกันหินโรยทางมิให้สกปรกปนเปื้อนกับวัสดุดินคันทางโดยเฉพาะบริเวณที่ดินในทางเป็นโคลน สามารถกระทำได้ด้วยการทำชั้นทราย (Sand Blanket) หนา 30 เซนติเมตร พร้อมปูแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) คั่นระหว่างชั้น Subgrade และชั้นหินโรยทาง งานทำ Blanketing จะต้องนำหินโรยทางที่สกปรก (Fouled Ballast) ซึ่งมักพบในบริเวณที่เกิดโคลนทะลักขึ้นจากใต้หิน (Mud Pumping) ออกก่อนโดยใช้รถล้างหิน (Ballast Cleaner) ทำการนำหินออกทิ้งหรือทำให้สะอาด แล้วปรับระดับและตบพื้นให้แน่นพร้อมปูด้วยแผ่นใยสังเคราะห์เพื่อคั่นไม่ให้ดินไหลย้อนขึ้นมาปนเปื้อนกับหินโรยทางเมื่อใช้งาน จากนั้นลงหินโรยทางให้ได้ความหนาของหินใต้ท้องหมอนประมาณ 25 เซนติเมตร ในช่วงการปิดทาง 5 ชั่วโมง จะสามารถล้างหินได้ระยะทางประมาณ 250 เมตร รวมถึงการลงหินใหม่และอัดหินก่อนการเปิดทาง

ในส่วนบริเวณที่ดินใต้หินโรยทางปัจจุบันเป็นดินอ่อน (Soft Soil) ซึ่งกำลังความสามารถในการรับน้ำหนักไม่ดี และไม่สามารถปรับปรุงโดยการทำให้แห้งโดยการระบายน้ำออกได้ (De-watering) ดินส่วนบนของคันทางควรเปลี่ยนเป็นวัสดุหินกรวด (Aggregate Material) ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร แทน ส่วนบริเวณที่ดินในทางเป็นโคลนแต่ไม่ได้เกิดมาจากคุณภาพของดินพื้นทางนั้นจะแก้ไขโดยการก่อสร้างระบบระบายน้ำเพื่อเร่งระบายน้ำออกจากบริเวณที่ดินในทางเป็นโคลน

ภาพ: การรถไฟแห่งประเทศไทย

รูปที่ 7-11 รถล้างหิน

7.3.3.17 การย้ายแนวโค้ง

ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟจะมีการปรับปรุงแนวโค้ง (Realignment) เพื่อเพิ่มรัศมีโค้งให้ขบวนรถสามารถทำความเร็วเพิ่มขึ้นได้ ในการออกแบบโค้งทางรถไฟหากลักษณะภูมิประเทศ เขตที่ดินรถไฟ และปัจจัยอื่นเอื้ออำนวยก็ควรพยายามออกแบบให้รัศมีโค้งทางราบไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร วิธีทำงานของการย้ายแนวโค้งขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างศูนย์กลางแนวโค้งใหม่ที่ออกแบบและศูนย์กลางแนวโค้งเดิม ดังนี้

1) หากศูนย์กลางแนวโค้งใหม่และศูนย์กลางแนวโค้งเดิมมีระยะห่างกันตั้งแต่ 4 เมตรขึ้นไป ก็สามารถดำเนินการก่อนที่ขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนจะมาถึง โดยย้ายแนวเสาโทรเลขข้างทางไปยังแนวใหม่ และทำงานดินโดยไถ ถม บดอัด ตั้งแต่จุดเริ่มถึงจุดสิ้นสุดของแนวโค้งใหม่ก่อน แล้วรายหมอนคอนกรีตใหม่ และวางรางใหม่ในแนวโค้งใหม่ เมื่อถึงวันที่กำหนดให้ย้ายแนวโค้งและถึงเวลาปิดทาง 5 ชั่วโมง จะทำการตัดรางเก่า ณ จุดที่เริ่มต้นโค้งและปลายโค้งทั้งสองด้าน และใช้รถแบ็คโฮค่อยๆ ดึงรางเก่าขยับเข้ามาหาแนวรางใหม่ และแต่งให้เข้ารูปโค้งต่อทั้งสองด้าน คือ ต้นโค้งและปลายโค้ง เมื่อได้แนวและรางเก่าชนกับรางใหม่แล้วจึงใส่ประกับรางพิเศษหรือรางประสานเชื่อมกับแนวโค้งใหม่ทั้งสองด้าน แล้วนำรถอัดหินแต่งแนวโค้งโดยเน้นจุดเริ่มต้นโค้งถึงจุดชนกับแนวรางใหม่ทั้งสองด้าน จากนั้นรถบรรทุกหิน บทข. จะค่อยๆ เลื่อนมายังจุดเริ่มต้นโค้ง และทำการลงหิน ณ จุดต้นโค้งไปตลอดโค้งเพื่อให้หินพอสำหรับการอัดหินในแนวโค้งใหม่ครั้งแรก เมื่อลงหินตลอดโค้งแล้ว รถอัดหินก็จะมาทำการอัดหินตลอดโค้งของแนวโค้งใหม่ให้แล้วเสร็จก่อนการเปิดทาง
2) ในกรณีที่ศูนย์กลางแนวโค้งใหม่และศูนย์กลางแนวโค้งเดิมมีระยะห่างกันไม่ถึง 4 เมตร จะประกอบรางและหมอนไว้ก่อนไม่ได้เพราะทางใหม่จะทับกับทางเก่า ดังนั้นจะให้รถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนทำการเปลี่ยนรางไปก่อน และเมื่อถึงกำหนดวันย้ายแนวโค้ง เมื่อปิดทางแล้วจึงจะใช้รถแบ็คโฮทำการดึงรางใหม่ (ในแนวรางเดิม) มายังแนวรางใหม่ โดยก่อนดำเนินการจะปาดหินหัวหมอนด้านแนวโค้งใหม่ออกตลอดโค้งเพื่อให้ดึงรางเข้าแนวใหม่ได้ง่าย ไม่มีหินหัวหมอนขวาง และจะใช้รถแบ็คโฮดึงราง แต่งแนวรางให้เข้าแนวใหม่ตลอดโค้งจนกระทั่งเข้ารูปแนวโค้งใหม่ หลังจากนั้น รถบรรทุกหิน บทข. ก็จะค่อยๆ เดินเข้ามาในโค้งและลงหินตลอดแนวโค้งใหม่ ต่อจากนั้นรถอัดหินก็จะมาแต่งแนวให้เข้ารูปและอัดหินไปพร้อมๆ กันให้แล้วเสร็จก่อนการเปิดทาง

ข้อพึงระมัดระวังในการใช้รถแบ็คโฮดึงรางหรือแต่งแนวโค้ง คือ ต้องค่อยๆ แต่งแนวโค้ง ไม่ดึงหรือดันรางให้เข้ารูปในทีเดียว เพราะจะทำให้รางคดมากและรางอาจจะคดตายไม่กลับคืน ทำให้โค้งไม่เข้ารูป การควบคุมจะต้องคอยระวังในการกำหนดจุดขยับแนวโค้งให้เข้ารูปและต้องขยับทีละน้อยๆ ตลอดแนวโค้ง และต้องทำหลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้แนวโค้งตามที่กำหนด

7.3.3.18 การลงหินโรยทางของขบวนรถหินขบวนที่สอง

ขบวนรถงานของงานลงหินโรยทางครั้งที่ 2 ประกอบด้วยรถจักรลากจูง ขบวนรถ บทข. บรรทุกหินโรยทาง 8 – 10 บทข. พร้อมรถเกลี่ยหิน รถอัดหิน และรถสั่นสะเทือน (Stabilizer) ขบวนรถงานชุดนี้มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการเพิ่มความเร็วของขบวนรถที่จะผ่านทางในโครงการปรับปรุงทางรถไฟ โดยจะนำหินโรยทางไปลงเพิ่มเติมให้ได้ตามมาตรฐานการออกแบบ แล้วจะทำการอัดหินและดัดแนวรางให้ได้ระดับและแนวรางตามแบบ รถสั่นสะเทือน DGS (รูปที่ 7-12) จะทำการสั่นทาง เหมือนกับการตบหินโรยทางให้แน่น ขบวนรถนี้จะลงหินเพิ่มเติมบริเวณที่เปลี่ยนประแจ, คอสะพานหลังการเปลี่ยน Steel Beam, คอสะพานหลังการยกสะพาน, ในทางที่ทำการล้างหินโรยทางแล้ว, ในทางที่ทำ Track Transition แล้ว, บริเวณทางผ่านก่อนการติดตั้งแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ และในทางที่ย้ายแนวโค้งใหม่

ภาพ: ดร.ธรรศพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-12 รถสั่นหิน

ขณะปิดทาง 5 ชั่วโมง ขบวนรถนี้อาจจะลงหินได้มากกว่าสองเที่ยว คือ เมื่อเริ่มเปิดทาง ขบวนรถนี้อาจไปลงหินโรยทางเที่ยวแรกก่อน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วกลับมาที่ Depot และรับหินโรยทางใหม่จากใน Depot แล้วออกไปทำการลงหินได้อีก ซึ่งหลังจากที่ขบวนรถนี้ออกไปทำงานแล้ว ทางที่ได้รับหินโรยทางและรับการอัดหินแล้วขบวนรถจะเพิ่มความเร็วได้ จาก 20 หรือ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรืออาจจะเป็นความเร็วปกติโดยยกเลิกการเบาทางของทางช่วงนั้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของแต่ละงาน

7.3.3.19 การเก็บรางเก่า

ขบวนรถงานเก็บรางเก่าเป็นรถงานที่มีรถจักรดีเซลลากจูง บทต. ดัดแปลง 12 คัน และบรรทุกที่ลากราง (มือจับ) ที่อยู่บน บทต. ดัดแปลง ขบวนรถงานนี้จะเป็นขบวนรถงานที่เก็บรางเก่าที่ถอดออกไว้นอกทางสองข้างทาง ก่อนจะเก็บรางเก่าขึ้นจะมีคนงานวัดความยาวรางเก่าให้ได้ 144 เมตร และใช้เครื่องตัดราง ตัดรางออกและจะมีมือจับหัวรางเก่าด้านท้ายของรางจากท้ายขบวนรถดึงรางขึ้นบนขบวน และดึงรางตลอดท่อนเข้าที่ตามความยาวของขบวนรถ ขบวนรถนี้จะออกทำการเก็บรางในช่วงปิดทาง 5 ชั่วโมง และจะนำรางเก่าที่บรรทุกกลับเข้าไปเก็บกองใน Depot ก่อนเวลาเปิดทาง ขบวนรถเก็บรางนี้อาจจะเก็บเครื่องยึดเหนี่ยวรางเก่า หมอนรองรางเก่าที่ยังเก็บไม่หมดของชุดตามท้ายขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนด้วย

7.3.3.20 การคลายความเค้นของราง

เมื่อทำการอัดหิน ยกราง และสั่นสะเทือนหินจนได้ระดับและแนวรางที่ถูกต้องตามแบบแล้ว จึงจะทำการคลายความเค้นของรางที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางในอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป โดยจะต้องควบคุมความเค้นในรางให้อยู่ในระดับที่สามารถควบคุมได้โดยโครงสร้างของทาง เพื่อป้องกันการเกิดรางดุ้ง (Buckle) ที่เกิดจากการขยายตัวของรางเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นค่อนข้างยากที่จะเลือกเวลาทำการใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางในหน้างานขณะเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนให้เหมาะสม คือ ที่อุณหภูมิ

กลาง (Mean Temperature) หรืออุณหภูมิที่ไม่ทำให้เกิดความเค้นภายในราง (Stress-free Temperature) ซึ่งกำหนดค่าไว้ที่ 38 $\pm$3 $^{\circ}$C

การคลายความเค้นของราง (Destressing) จะกระทำตลอดความยาวของรางเชื่อมยาว (Continuous Welded Rail, CWR) เช่น ระหว่างสถานี ระยะทางอาจจะประมาณ 10 กิโลเมตร เป็นต้น โดยทำเป็นช่วงๆ ไปตลอดทั้งราง CWR โดยจะเว้นช่วงประมาณ 50 เมตร จากหัวต่อรางธรรมดาที่ใช้เหล็กประกับราง (Fishplated Joint) เพราะจะถือว่าช่วง 50 เมตรนี้ เป็นเสมือนสมอยึดตรึงแน่นในขณะทำการดึงรางในช่วงนั้นๆ

ขั้นตอนการทำ Destressing มีดังต่อไปนี้

1) วัดอุณหภูมิราง โดยติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิราง (Rail Thermometer) ไว้ที่เอวรางด้านที่เกิดเงา อย่างน้อย 10 นาทีจึงเริ่มบันทึกอุณหภูมิราง ทุกๆ 30 นาที
2) ถอดเครื่องยึดเหนี่ยวรางออกให้หมด ยกเว้นในช่วงที่กำหนดให้เป็นสมอรั้งดังที่กล่าวข้างต้น
3) ตัดรางที่ประมาณกึ่งกลางของความยาวทั้งหมดที่จะทำการคลายความเค้น
4) เคาะรางโดยใช้เครื่องเคาะราง หรือใช้ค้อนเคาะก็ได้ (ถ้าจำเป็น) เพื่อให้แน่ใจว่ารางสามารถขยับตัวได้ เพื่อให้สัมพันธ์กับอุณหภูมิรางในขณะนั้น และเพื่อคลายแรงเสียดทานระหว่างตีนรางกับแผ่นรองราง (จะสังเกตเห็นว่าถ้าทำงานตอนเช้า รางจะเริ่มหดตัวเอง และตรงจุดตัดรางระยะห่างระหว่างรางที่ถูกตัดจะมากขึ้น
5) กำหนดจุดอ้างอิง (Reference Point) โดยอาจใช้ดินสอขีดเส้นบนขอบตีนรางและแผ่นรองรางให้ตรงกัน และเลยออกไปถึงหมอนคอนกรีต ให้กำหนดจุดที่ 1, 2, 3, 4 ไปเรื่อยๆ โดยจุดที่ 1 ควรอยู่ปลายของสมอพอดี ส่วนจุดที่ 2, 3, 4, ... ให้ห่างกันเป็นระยะเท่าๆ กัน เช่น ทุกระยะ 50 เมตร หรือ 100 เมตร เป็นต้น ในขั้นตอนนี้ต้องรีบดำเนินการโดยด่วน เพราะจุดที่จะดึงรางกำลังจะเริ่มต้นดำเนินการ
6) หาอุณหภูมิเฉลี่ยของรางในขณะนั้น จากเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) ที่ติดตั้งไว้ คำนวณหาช่องว่างตรงจุดตัดราง ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 7-11) $e = 1{,}000 \times L \times \alpha \times t$

เมื่อ e = ระยะหดตัวของราง (มิลลิเมตร)

L = ความยาวของราง (เมตร)

α = ค่าสัมประสิทธิ์การยืดหดตัวของราง

ซึ่งมีค่า 0.0000115 เมตร ต่อ องศาเซลเซียส

t = อุณหภูมิที่แตกต่างไปจากอุณหภูมิกลาง (องศาเซลเซียส)

และ

$E = e_1 + e_2 + G$

เมื่อ e_1 = ระยะหดตัวของรางเส้นที่ 1 (มิลลิเมตร)

e_2 = ระยะหดตัวของรางเส้นที่ 2 (มิลลิเมตร)

G = ช่องว่างเผื่อการเชื่อมราง = 25 มิลลิเมตร

E = ความยาวช่องว่างรวมทั้งหมด (มิลลิเมตร)

7) ติดตั้งเครื่องดึงราง (Tensor) แล้วดึงหัวรางทั้งสองข้างเข้าหากัน จนกระทั่งเหลือช่องว่างเท่ากับ 25 มิลลิเมตร และเริ่มเชื่อมราง
8) รีบใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางกลับคืนโดยเร็วที่สุด ในขณะเดียวกันห้ามถอดเครื่องดึงรางออกจนกว่าจะใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางเสร็จสิ้น โดยควรใส่เครื่องยึดเหนี่ยวรางจากจุดดึงรางออกไปทั้งสองข้างของจุดติดตั้งเครื่องดึงราง
9) ปรับแต่ง เจียหัวรางหลังการเชื่อมรางให้เรียบร้อย และยังไม่ควรให้ขบวนรถวิ่งผ่านหลังเชื่อมเสร็จ โดยต้องทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีขบวนรถจึงจะผ่านจุดเชื่อมได้ หรือหากจำเป็นก็ควรเบาทางด้วยความเร็ว 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพราะจุดเชื่อมยังร้อนมาก ยังไม่เหมาะที่จะให้น้ำหนักใดๆ มากระทำ
10) สังเกตจุดอ้างอิง ซึ่งควรจะเลื่อนเข้าหาจุดดึงราง โดยจุดที่ 1 ต้องไม่เลื่อน หากเลื่อนต้องเพิ่มความยาวของสมอ จุดที่ 2 ถ้าเลื่อนไป 1 เซนติเมตร (ขึ้นกับความยาวระหว่างจุด) จุดที่ 3 ควรจะเลื่อนไป 2 เซนติเมตร และจุดที่ 4 ควรจะเลื่อนไป 3 เซนติเมตร เป็นอัตราส่วนสะสมอย่างนี้ไปเรื่อยๆ (ถ้าความยาวระหว่างจุดเท่าๆ กัน)

หลังจากทำ Destressing แล้ว เชื่อว่าจะช่วยลดปัญหารางดุ้ง รางเดิน (Creep) ได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการ การประยุกต์ใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน และการควบคุมงาน เช่น หากสังเกตจุดอ้างอิงไม่เลื่อนเข้าหาจุดดึงราง และไม่เป็นอัตราส่วนระหว่างจุดต่อกัน (รอยขีดระหว่างตีนรางกับแผ่นรองรางหรือกับหมอนรองราง) ก็อาจติดตั้ง Roller ระหว่างใต้ตีนรางกับแผ่นรองรางเพื่อให้รางเลื่อนไหลได้ง่ายขึ้น

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

รูปที่ 7-13 การตัดรางเชื่อมยาวในทางเพื่อคลายความเค้น

7.3.3.21 การเตรียมการก่อนเปิดทาง

ก่อนหมดเวลา 5 ชั่วโมง หรือใกล้เวลาเปิดทาง ผู้ควบคุมการเดินรถ (Train Control) ของผู้รับจ้างจะใช้วิทยุหรือโทรศัพท์ติดต่อกับผู้รับผิดชอบของงานทาง (Track Work) แต่ละงาน ให้ค่อยๆ เคลื่อนขบวนรถงานกลับเข้ายังในโรงเก็บรถงานในการปฏิบัติงาน (Working Train Depot) ไม่ว่าจะเป็นขบวนรถเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอน รถอัดหิน รถเกลี่ยหิน รถสั่นสะเทือน รถล้างหิน รถเก็บเครื่องยึดเหนี่ยวราง ขบวนรถหินขบวนที่ 1 และ 2 รถรางเชื่อมยาว รถเก็บรางเก่า ฯลฯ ต้องกลับเข้า Depot ให้หมดก่อนเวลาเปิดทาง ในขณะเดียวกันก็จะใช้วิทยุหรือโทรศัพท์ยืนยันความปลอดภัยของทางทุกๆ งานที่ทำ และแจ้งจุดที่ปักป้ายเบาทาง ความเร็วของรถที่จะอนุญาตให้ผ่าน กม.เริ่มงาน – สิ้นสุด และผลงาน เครื่องมือที่ใช้ รวมทั้งจำนวนคนมายัง Train Control ที่ประสานงานอยู่กับคณะทำงานของ รฟท. ส่วนเจ้าหน้าที่ของ รฟท. ที่รับผิดชอบดูแลงานแต่ละงานก็จะแจ้งผลงานสภาพทางก่อนการเปิดทางมายังคณะทำงาน เพื่อแจ้งให้ผู้รับจ้างแก้ไข และเมื่อรถงานทุกคัน ทุกขบวนเข้าอยู่ใน Depot หมดแล้ว ผู้รับจ้างจะกลับประแจและล็อกปลายลิ้น แล้วนำกุญแจล็อกปลายลิ้นกลับมาคืนให้เจ้าหน้าที่ของ รฟท. ที่สถานีนั้นๆ คณะทำงานของ รฟท. ก็จะแจ้งนายสถานีทางสะดวกเพื่อเปิดทาง

7.3.3.22 การดำเนินงานหลังการเปิดทางแล้ว

โดยทั่วไปขบวนรถขบวนแรกที่จะผ่านทางหลังการเปิดทางมักเป็นรถโดยสาร (รถด่วน รถเร็ว) และถ้ามีโอกาสเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานสนามของ รฟท. จะเป็นผู้ขึ้นตรวจทางที่หัวหรือท้ายขบวนเพื่อตรวจสอบสิ่งต่างๆ คือ

1) การปักป้ายเบาทางของงานแต่ละงานว่าความเร็วเหมาะสมกับสภาพทางหรือไม่ และปักไว้ถูกต้องตามระยะทางที่กำหนดไว้หรือไม่
2) สภาพทางว่าหินโรยทางเพียงพอหรือไม่ สภาพทางมีความปลอดภัยหรือจำเป็นต้องรีบแก้ไข เมื่อตรวจพบต้องรีบสั่งการทันที เช่น ลงหินโรยทางสูงเกินไปจนชนรถหิน รางคดเกินพิกัด หินโรยทางน้อยกว่ามาตรฐาน ฯลฯ เป็นต้น

หลังการตรวจสภาพทางตลอด 5 ช่วงสถานี เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานสนามของ รฟท. จะกลับมายังสถานีที่เป็น Depot ของผู้รับจ้างเพื่อเฝ้าระวังเหตุหลังการเปิดทางอย่างน้อย 3 ชั่วโมง เนื่องจากเวลาเปิดทางโดยทั่วไปจะเป็นช่วงเวลา 12.00 – 16.00 น. เพื่อให้ขบวนรถผ่าน ซึ่งมักจะเกิดเหตุรางคดดุ้งเนื่องจากสภาพอากาศร้อนจัด และวงจรไฟตอน (Track Circuit) เป็นสีแดงบนผังควบคุมสัญญาณในย่านสถานี ทำให้ขอทางหรือคืนทางไม่ได้ ประแจกลับเป็นท่าทางตรงหรือทางหลีกไม่ได้ เมื่อผู้รับจ้างประสงค์ขอเดินขบวนรถรางเชื่อมยาวเปล่าไปบรรทุกรางเชื่อมยาวที่ Depot ที่เชื่อมราง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างให้นำรถอัดหินออกทำการแก้ไขบางจุดที่คิดว่าไม่ปลอดภัยต่อการเดินรถ และบางครั้งจำเป็นที่ผู้ควบคุมงานสนามของ รฟท. ต้องนำรถยนต์ออกไปดูงานหลักๆ หลังการเปิดทาง เช่น งานเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดย Pony ที่ทำงานในวันนั้นผ่านสะพานทางผ่าน ทางโค้ง งานย้ายแนวโค้ง งานล้างหิน งานเปลี่ยนประแจ ฯลฯ เพื่อตรวจสอบบางงานที่อาจมีปัญหาระหว่างการปิดทางเป็นการตรวจซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

7.3.3.23 งานที่ไม่เกี่ยวกับการปิด-เปิดทาง

นอกจากในแต่ละวัน เจ้าหน้าที่ของ รฟท. จะต้องควบคุมงานด้าน Track Work ที่ทำระหว่างปิดทาง 5 ชั่วโมงจนกระทั่งแล้วเสร็จ คือ หลังเปิดทางแล้ว ยังจะต้องควบคุมและติดตามผลงานที่ไม่เกี่ยวกับการปิด-เปิดทาง แต่เป็นงานในโครงการอีกด้วย

7.3.3.24 งานตอกเสาเข็ม

ในพื้นที่โครงการอาจมีบางจุดต้องแก้ไขสภาพดินคันทางโดยการตอกเข็มไม้สองข้างทาง ผู้ควบคุมต้องตรวจสอบขนาดของเข็มไม้ การตอก ความยาวของเข็มไม้ที่เหลือเมื่อตอกไม่ลงก่อนตัด พร้อมทั้งนับจำนวน ตรวจสอบความมั่นคงของปั้นจั่นที่ตั้งบนไหล่ทางสองข้างทาง ว่ามั่นคงและปลอดภัย พ้นเขตโครงสร้าง (Structural Gauge) เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากปั้นจั่นล้มทับทางรถไฟ หรือเกิดอุบัติเหตุปั้นจั่นเฉี่ยวชนกับขบวนรถขณะวิ่งผ่านจุดที่ปั้นจั่นกำลังทำงาน รวมทั้งตรวจสอบว่าแนวการตอกเสาเข็มไม่ได้อยู่ในแนวของสายเคเบิ้ลอาณัติสัญญาณใต้ดินใดๆ ทั้งสายเคเบิ้ลของทหารอากาศ สายเคเบิ้ลของ ทศท. สายเคเบิ้ลระบบอาณัติสัญญาณไฟสี สายเคเบิ้ลเครื่องกั้นถนนอัตโนมัติ

7.3.3.25 งานปรับปรุงแก้ไขลาด

งานปรับปรุงเสถียรภาพและป้องกันเชิงลาด ประกอบด้วย การปรับแต่งลาดให้ได้ความลาดที่เหมาะสม การเสริมเสถียรภาพความมั่นคงของลาด และการจัดทำระบบป้องกันการชะล้างพังทลายของลาด เพื่อเป็นการรักษาความมั่นคงของเชิงลาดของคันทางดินถมและเชิงลาดของดินบริเวณทางตัด รวมทั้งคันทางดินถมบริเวณคอสะพาน เทคนิคในการป้องกันเชิงลาดมีหลายวิธี เช่น ปูหน้าดินและปลูกหญ้า (Sodding) ฉีดซีเมนต์ (Shotcrete) ประดับหินใหญ่ยาแนว (Mortar Riprap) ทำลาดผิวหน้าด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก (คสล.) (RC Slope Protection) วางกระชุหรือกล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Gabion) ปูตาข่ายคลุมดิน (Galfan Mat) และการเสริมเสถียรภาพก็มีหลายวิธี เช่น เพิ่มน้ำหนักต้าน (Counter Weight) การใช้หมุดยึดดิน (Soil Nail) การใช้สมอยึดหิน (Rock Anchor, Rock Bolt) การฉีดน้ำซีเมนต์ด้วยแรงดันสูง (Jet Grouting) (วิธีหลังนี้ไม่ได้ใช้ในโครงการปรับปรุงทาง) หรือวิธีอื่นๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะและความเหมาะสมของสภาพลาด (รูปที่ 7-15)

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

(ก) วิธีใช้สมอยึด (Rock Anchor) พร้อมปผิวหน้าด้วยตาข่ายคลุมดิน

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

(ข) วิธีฉีดซีเมนต์ (Shotcrete) พร้อมฝังท่อระบายน้ำ

รูปที่ 7-15 การทำระบบป้องกันลาด

7.3.3.26 งานติดตั้งแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ

วัสดุปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟที่ รฟท. ใช้แต่เดิมเป็นท่อนไม้ปูบริเวณทางผ่านเพื่อให้ล้อรถยนต์ข้ามผ่านรางรถไฟได้อย่างสะดวก กรณีเป็นถนนลาดยางก็จะราดผิวหน้าด้วยแอสฟัลต์ ต่อมามีการใช้แผ่นปูทางผ่านเสมอระดับชนิดสำเร็จรูป (Level Crossing Panels) ซึ่งติดตั้งสะดวกและให้ความราบเรียบเมื่อรถยนต์แล่นผ่าน โดยวัสดุแผ่นปูที่ใช้เป็นพอลิเมอร์ (Polymer) ทั้งแผ่น ปัจจุบัน รฟท. กำหนดให้ใช้เป็นชนิดคอนกรีตกำลังสูง (High Strength Concrete) ที่มีค่าหน่วยแรงอัดที่ 28 วันไม่น้อยกว่า 65 N/mm^2 (รูปที่ 7-16)

งานปูแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ทางผ่านเสมอระดับและลาดยางลงหินคลุกแอสฟัลท์ติกหลังจากการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนผ่านไป และรถอัดหินทำการอัดหินลอกรางครบ 3 รอบ จนได้แนวรางและระดับสันรางถูกต้องตามแบบแล้ว จุดใดที่เป็นทางผ่าน ผู้รับจ้างจะประสานกับเจ้าหน้าที่ตำรวจในท้องที่และหน่วยงานราชการเจ้าของทางผ่านนั้น ซึ่งอาจจะเป็นองค์การบริหารส่วนตำบล จังหวัด หรือเทศบาล เพื่อขอทำการปิด งดใช้ หรือปิดครึ่งหนึ่งของทางผ่าน เพื่อทำการปูแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปแทนไม้ปูทางผ่านเดิม และซ่อมผิวการจราจรบริเวณทางผ่านนั้นๆ ให้สมบูรณ์ เรียบ ไม่ขรุขระ และเป็นไปตามแบบ

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-16 แผ่นปูทางผ่านเสมอระดับชนิดคอนกรีตกำลังสูงสำเร็จรูป

7.3.3.27 งานแก้ไขหลังคาคลุมชานชาลา

ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟเมื่อเปลี่ยนรางเป็นรางใหม่ ขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา เปลี่ยนหมอนไม้เป็นหมอนคอนกรีตอัดแรง และเพิ่มหินโรยทางใต้ท้องหมอนแล้ว ระดับสันรางจะสูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบความสูงจากระดับสันรางถึงโครงสร้างส่วนล่างของหลังคาคลุมชานชาลา ว่าเมื่อขบวนรถบรรทุกสินค้ากล่อง (คอนเทนเนอร์) ผ่านสถานี ส่วนบนของตู้คอนเทนเนอร์จะต้องไม่ล้ำเข้าไปในเขตโครงสร้างของโครงหลังคา ซึ่งบางสถานีที่มีหลังคาคลุมชานชาลา ที่ปรึกษาจะออกแบบให้มีการแก้ไขหลังคาคลุมชานชาลา ดังนั้นการทำงานเพื่อแก้ไขหลังคาคลุมชานชาลา ซึ่งบางสถานีอาจใช้เป็นหลังคาคอนกรีต หรือเป็นโครงเหล็กและกระเบื้อง จะต้องตรวจสอบการทำงานว่าเปิดพื้นที่ทำงานกว้าง-ยาวมากเกินไปหรือไม่จนทำให้ผู้โดยสารไม่สะดวกในการขึ้น-ลงขบวนรถขณะจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร และต้องขึงเชือกแสดงพื้นที่ทำงานให้ชัดเจน รวมถึงป้องกันเหตุไม่ให้นั่งร้าน

ทรุดหรือเอียงหรือมีวิธีการทำงานเป็นที่น่าหวาดเสียวแก่ผู้พบเห็น และต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่ดูแลความปลอดภัยในระหว่างการทำงาน

7.3.3.28 งานวางท่อระบายน้ำ บ่อพัก และยกระดับชานชาลาสถานี

ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟจะมีงานวางท่อระบายน้ำระหว่างราง 1 กับราง 2 เพื่อไม่ให้เกิดน้ำขังเมื่อมีฝนตกและป้องกันการเกิดโคลนทะลักขึ้นในย่านสถานี ดังนั้นจึงต้องมีการวางท่อและบ่อพักเพื่อระบายน้ำออกจากทาง รวมทั้งมีการยกระดับชานชาลาสถานีให้สูงขึ้นเนื่องจากได้เปลี่ยนรางเดิมเป็นรางขนาด 100 ปอนด์ต่อหลาซึ่งมีความสูงเพิ่มขึ้น เปลี่ยนหมอนไม้เป็นหมอนคอนกรีตอัดแรงที่มีความหนามากขึ้น และเพิ่มหินใต้หมอนรองรางให้มีความหนาขึ้นกว่าเดิม ทำให้ระดับสันรางในย่านสถานีสูงขึ้น จึงต้องยกระดับชานชาลาให้สูงขึ้นเพื่อให้การขึ้น-ลงของผู้โดยสารมีความสะดวกสบายและปลอดภัย โดยรื้อชานชาลาเดิม (อาจเป็นวัสดุคอนกรีตตัวหนอน หินเกล็ด หินฝุ่น หินคลุก) และปรับระดับใหม่โดยปูทรายหยาบและคอนกรีตตัวหนอน หรือเทคอนกรีตใหม่ให้ได้ระดับตามที่ออกแบบ ซึ่งผู้ควบคุมของ รฟท. จะต้องตรวจและดูแลไม่ให้ผู้รับจ้างเปิดพื้นที่ทำงานกว้างจนเป็นที่เดือดร้อนของผู้โดยสาร หรือกีดขวางการทำงานของเจ้าหน้าที่ รฟท. ที่ทำงานบริเวณสถานีนั้นๆ โดยต้องกันพื้นที่และล้อมด้วยเชือกให้ชัดเจน โดยเฉพาะแนวท่อที่จะวางท่อระบายน้ำและบ่อพัก เนื่องจากการขุดจะทำให้เกิดเป็นหลุม เป็นอันตรายต่อผู้โดยสารขณะขึ้น-ลงขบวนรถ จึงต้องประสานกับเจ้าหน้าที่สถานีให้ประกาศให้ผู้โดยสารทราบ และต้องจัดแสงสว่างให้เพียงพอเพื่อเป็นการป้องกันเหตุอันตรายขณะทำงาน

7.3.3.29 งานก่อสร้างร่องระบายน้ำคอนกรีตข้างทาง

ในทางตัด (Cutting) ซึ่งทางรถไฟผ่านเนิน ผ่านเขา จำเป็นต้องก่อสร้างร่องระบายน้ำให้เพียงพอเพื่อป้องกันน้ำฝนในทางซึ่งจะทำให้เกิดโคลนทะลัก ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟจะมีการขุดดินขนานไปกับทางรถไฟทั้งสองด้านโดยรถแบ็คโฮแล้วถมด้วยทรายเพื่อปรับระดับให้ได้ตามแบบ และใช้รถแบ็คโฮยกรางระบายน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปยาวชิ้นละ 1.0 – 1.5 เมตร วางขนานไปกับทาง การก่อสร้างรางระบายน้ำคอนกรีตสองข้างทางอาจใช้วิธีการหล่อในที่ (Cast In-situ) ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการทำงาน สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการควบคุมงานนี้คือรถแบ็คโฮที่ขุดดินต้องมีเจ้าหน้าที่ด้านความปลอดภัยกำกับดูแลตลอดเพื่อส่งสัญญาณบอกเมื่อจะมีขบวนรถไฟแล่นผ่าน เพราะจุดที่ก่อสร้างร่องระบายน้ำนี้จะอยู่ชิดตีนหินโรยทางและบ่าทาง ทำให้มีโอกาสเฉี่ยวชนกับขบวนรถไฟได้โดยเฉพาะในกรณีที่ก่อสร้างในโค้ง เนื่องจากจะไม่เห็นขบวนรถแต่ไกล ดังนั้นผู้ควบคุมงานต้องให้ผู้รับจ้างจัดเจ้าหน้าที่พร้อมวิทยุสื่อสารประจำอยู่ที่สถานีที่ใกล้ กม. ทำงาน เมื่อมีขบวนรถออกจากสถานีด้านใดให้ใช้วิทยุติดต่อเจ้าหน้าที่ด้านความปลอดภัยเพื่อแจ้งผู้รับจ้างที่กำลังทำงานให้หยุดงานก่อน เป็นการป้องกันเหตุอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ และการก่อสร้างต้องทำโดยระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อทำงานในฤดูฝนหรือเมื่อฝนตกเพราะจะทำให้ดินคันทางหรือไหล่ทางทรุดหรือยุบตัวลง อาจส่งผลให้ทางทรุดได้ ดังนั้นจึงควรใช้รถแบ็คโฮขุดโดยไม่ควรขุดลึกเกินไปและไม่ควรให้มีระยะทางยาวเกินไป ควรจะขุดไปแล้วลงทรายปรับระดับและยกรางระบายน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปลงเป็นช่วงๆ ระยะทางไม่ยาวมากนัก

ภาพ: กลุ่มบริษัทที่ปรึกษา PAC

รูปที่ 7-17 การปรับแต่งลาดทางตัดด้วยรถแบ็คโฮและติดตั้งรางระบายน้ำ คสล. ข้างทาง

7.3.3.30 งานถมดินและบดอัดดิน

ในงานย้ายแนวโค้งใหม่และในงานสร้าง Depot ใหม่ ในโครงการจะมีงานแก้ไขแนวโค้งแคบที่รัศมีน้อยให้มากขึ้น เช่น จากรัศมีเดิม 300 เมตร เป็น 1,000 เมตร เพื่อขบวนรถจะได้เพิ่มความเร็วได้ ทั้งนี้ จะต้องตรวจสอบคุณภาพวัสดุดินถมที่นำมาใช้ และวัดความแน่นของการบดอัดให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

ภาพ: ฝ่ายโครงการพิเศษและก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย

(ก) รื้อทางเดิมออก (ข) ใส่วัสดุคัดเลือกพร้อมบดอัด

รูปที่ 7-18 การปรับปรุงพื้นทาง

7.3.3.31 งานตรวจสอบรอยเชื่อมราง

ในแต่ละวันผู้รับจ้างจะนำรางขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา ความยาวมาตรฐาน 18 เมตร หรือ 25 เมตร มาเชื่อมต่อกันด้วยวิธีเชื่อมไฟฟ้าให้มีความยาวเป็น 216 เมตร หรือ 252 เมตร หรือ 250 เมตร (ใช้ราง 18 เมตร จำนวน 12 ท่อน หรือ 14 ท่อน หรือราง 25 เมตร จำนวน 10 ท่อน) แล้วใช้เครนยกไปกองเรียงไว้ และใช้เครนยกอีกครั้งเพื่อนำไปวางบนขบวนรถรางเชื่อมยาว ช่วงก่อนการบรรทุกไปใช้งาน ทุกวันในช่วงบ่ายถึงเย็น ผู้รับจ้างจะใช้เครื่องอัลตราซาวนด์ตรวจสอบรอยเชื่อมไฟฟ้านี้ว่าเป็นโพรงหรือมีจุดบกพร่องภายในหรือไม่ (รูปที่ 7-19) หากพบต้องใช้เครนยกออกและตัดรางแก้ไขรอยเชื่อมที่พบรอยร้าวในรางเชื่อมก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งเจ้าหน้าที่ควบคุมงานต้องหมั่นติดตามการตรวจสอบด้วยเครื่องอัลตราซาวนด์ของรอยเชื่อมไฟฟ้าในรางเชื่อมให้บ่อยครั้ง เพราะจะเป็นการช่วยป้องกันเหตุอันตรายอันอาจเกิดจากรางหักที่รอยเชื่อมนี้ในภายหลังเมื่อนำไปใช้งานได้

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-19 การตรวจสอบคุณภาพรอยเชื่อมด้วยเครื่องอุลตราโซนิก

7.3.3.32 งานใส่จานรองรางและรางกันบนสะพานเหล็ก

งานใส่จานรองราง 100 ปอนด์ และใส่รางกันบนสะพานเหล็กที่เป็นหมอนไม้ (เฉพาะสะพานที่ไม่ได้เปลี่ยนเป็นหมอนเหล็ก) หลังการเปิดทางมีขบวนรถเดินผ่านตามปกติแล้ว ผู้รับจ้างจะจัดชุดช่างและคนงานส่วนหนึ่งเพื่อนำจานรองราง 100 ปอนด์พร้อมอุปกรณ์ไปใส่บนหมอนไม้บนสะพานเหล็กทั้งที่วางรางใหม่ขนาด 100 ปอนด์ต่อหลา โดย Pony แล้ว และไม่ได้เปลี่ยนเป็นหมอนเหล็ก โดยผู้ควบคุมต้องเน้นย้ำถึงความปลอดภัยในการทำงานบนสะพาน ต้องมีวิทยุสื่อสารติดต่อกับสถานีใกล้เคียง แจ้งเวลาที่ขบวนรถจะมาถึงเพื่อป้องกันเหตุอันอาจเกิดจากขบวนรถเฉี่ยวชนคนงานและช่างที่ปฏิบัติงานบนสะพานนั้นๆ หรือผู้ควบคุมอาจอนุญาตให้ผู้รับจ้างปักป้ายเบาทาง ณ สะพานนั้นๆ ก็ได้ โดยใช้ความเร็วในการผ่านสะพานให้เหมาะสม และเมื่อผู้รับจ้างใส่จานรองรางบนสะพานแล้วก็จะติดตั้งรางกันบนสะพาน

7.3.3.33 งานเจาะ Stinger สะพานเหล็ก

ก่อนการเปลี่ยนหมอนเหล็กแทนหมอนไม้บนสะพานเหล็กประมาณ 7 – 10 วัน ผู้รับจ้างจะเลื่อนหมอนสะพานไม้เพื่อทำการเจาะ Stinger โดยสว่านไฟฟ้า และถ้าพบจุดที่ผุกร่อนจะต้องทำการซ่อมโดยเชื่อมปะผุและเจียให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงทาสีกันสนิม งานเจาะ Stinger สะพานนี้จะทำตลอดทั้งวันไม่ว่าเวลาปิดหรือเปิดทาง เพราะแต่ละสะพานเหล็กที่จะเจาะจะใช้รถทำงานหลายวัน ผู้รับจ้างมักจะเร่งงานเพื่อจะได้กำหนดวันที่จะเปลี่ยน Steel Beams ได้ และจะจัดเจ้าหน้าที่ให้มีวิทยุประจำอยู่ที่สถานีคอยติดต่อกับเจ้าหน้าที่ด้านความปลอดภัยของผู้รับจ้างเพื่อแจ้งเวลาขบวนรถที่จะผ่านสะพานเพื่อให้หยุดงานเจาะสะพานก่อนขบวนรถผ่าน และเจ้าหน้าที่ควบคุมต้องจัดการปักป้ายเบาทางให้มีความเร็วเหมาะสมตามสภาพงานของสะพานนั้นๆ

7.3.3.34 งานตรวจความพร้อมของงานในวันต่อไป

การตรวจความพร้อมของงานยกสะพาน เปลี่ยน Steel Beams เปลี่ยนประแจ คลายความเค้นราง และเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนโดย Pony ในวันต่อไป ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมความพร้อมให้เสร็จก่อนค่ำ เนื่องจากการปิดทางทำงาน 5 ชั่วโมง จะเริ่มปิดทางตั้งแต่เช้ามืด ทำให้งานทุกอย่างต้องเตรียมความพร้อมให้เสร็จ เมื่อผู้ควบคุมงานวิ่งรถยนต์ตรวจดูแล้วจะทราบว่างานแต่ละงานที่จะทำในวันถัดไป งานอะไรบ้างที่จะมีอุปสรรค หรือควรจัดเจ้าหน้าที่เพิ่มเพื่อแก้ไขปัญหาอันอาจจะเกิดขึ้น และเป็นการรู้ถึงศักยภาพการทำงานของผู้รับจ้างที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลักและรู้จุดอ่อนของงานเพื่อนำไปแก้ไขให้ดีขึ้นในครั้งต่อๆ ไป

ภาพ: ดร.อรรถพล เก่าประเสริฐ

รูปที่ 7-20 การพ่นทราย (Sand Blast) และทาสีสะพานเหล็ก

7.3.3.35 งานเก็บกองวัสดุเก่าใน Depot

หลังจากเปิดทาง ในแต่ละวันขบวนรถงานจะวิ่งกลับเข้า Depot และจะนำวัสดุเก่าที่เปลี่ยนออกจากทางลงจากขบวน ผู้ควบคุมจะแจ้งผู้รับจ้างให้ทำการแยกกองวัสดุเก่าให้ชัดเจน เช่น จานรองราง ตะปูราง สมอกันรางเดิน ประกับราง สลักเกลียวต่อราง สมอกันรางแยก สำหรับหมอนไม้ทั้งหมอนทาง หมอนสะพาน หรือหมอนคอนกรีตทูบล็อกเก่า จะต้องนำเครื่องประกอบรางออกจากหมอนให้หมดก่อนแล้วจึงนำกองเรียง ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกในการตรวจนับในภายหลัง เช่นเดียวกับรางเก่าที่ถูกตัดเป็นท่อน ต้องกองเก็บให้เป็นระเบียบให้สามารถวัดความยาวได้ มิฉะนั้นแล้วในภายหลังจะยากลำบากเนื่องจากรางแต่ละท่อนมีน้ำหนักมากและมีความยาวถึง 144 เมตร การขยับเคลื่อนย้ายภายหลังเพื่อวัดความยาวจะทำได้ยากมาก ประแจเก่าที่รื้อแล้วต้องแยกเรียงเป็นชุด ไม้ปูทางผ่านที่รื้อออกต้องถอดตะปูเกลียวปล่อยออกจากไม้ปูก่อนเรียงเก็บ ซึ่งจะทำให้การส่งมอบวัสดุเก่าคืน รฟท. เป็นไปด้วยความสะดวกเรียบร้อยและจำนวนใกล้เคียงที่สุด ซึ่งผู้ควบคุมงานต้องให้คำแนะนำแก่ผู้รับจ้างและตรวจสอบใน Depot อย่างสม่ำเสมอ

7.3.3.36 งานมอบวัสดุทางเก่า

วัสดุทางเก่าที่ถอดออกจากทาง นับจำนวนและเก็บกองแล้ว จะถูกมอบรวมกับวัสดุทางสำรอง (Spare Part) ให้กับแขวงบำรุงทางในพื้นที่โครงการหลังจากการเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนได้ระยะทางประมาณ 15 – 20 กิโลเมตร ซึ่งผู้รับจ้างจะย้าย Depot ไปยัง Depot ถัดไป โดยผู้ควบคุมจะแจ้งเจ้าหน้าที่แขวงบำรุงทางของ รฟท. ในพื้นที่นั้นทำการรับมอบวัสดุทางเก่าที่อยู่ใน Depot และ Spare Part โดยทำบันทึกร่วม ลงนามโดยเจ้าหน้าที่ของ รฟท. ที่ปรึกษา และผู้รับจ้าง

7.3.3.37 งานรื้อย้ายรางและประแจใน Depot

เมื่องานเปลี่ยนรางเปลี่ยนหมอนไปไกลจาก Depot เดิม และย้ายไปใช้ Depot ข้างหน้าแล้ว จำเป็นต้องรื้อย้ายรางและประแจใน Depot ที่ไม่ใช้งานแล้ว เพื่อนำรางและประแจไปวางใน Depot ถัดไป โดยต้องเก็บวัสดุให้เรียบร้อยและใช้รถไถดันหินโรยทางที่ใช้ในการวางรางใน Depot เก่าให้เป็นกอง ประมาณ 2 – 3 กองใน Depot เพื่อความเป็นระเบียบ ในขณะเดียวกันก็ต้องควบคุมการวางรางใน Depot ใหม่ข้างหน้าให้ถูกต้องตามแบบ มีความมั่นคงปลอดภัยต่อการนำขบวนรถงานขนาดหนัก เช่น ขบวนรถบรรทุกหิน ขบวนรถบรรทุกหมอนคอนกรีตอัดแรง ขบวนรถบรรทุกรางเชื่อมยาว ขบวนรถบรรทุกรางเก่า เข้า-ออก Depot การตรวจและควบคุมการรื้อและการวางรางและประแจใน Depot จะทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคและความก้าวหน้าของโครงการ

7.3.3.38 งานบันทึกผลงาน

การบันทึกผลงานที่ทำในวันนั้นๆ เช่น กม.ทำงาน เวลาเริ่มงาน-เลิกงาน จำนวนคนงานและวัสดุที่ใช้ (เช่น หมอนรองราง หินโรยทาง) ปกติในแต่ละวันหลังเปิดทางแล้ว เวลาประมาณ 17.00 น. ผู้ควบคุมงานจะลงผลงานของงานแต่ละประเภท พร้อมจำนวนแรงงานที่ใช้ เครื่องจักรกลที่ใช้ วัสดุที่นำไปใช้ เช่น ปริมาณหินโรยทาง (จำนวน บทข.) พร้อมบันทึกหมายเหตุไว้กรณีงานเกิดปัญหาหรืออุปสรรค รวมทั้งจุดที่เบาทาง ความเร็วที่เบาทางในแต่ละวัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์เมื่อโครงการเสร็จไปแล้ว เนื่องจากสิ่งที่บันทึกไว้จะบ่งบอกที่มาของความสำเร็จหรือสิ่งที่ต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อๆ ไป ซึ่งการที่จะได้ข้อมูลมาบันทึกนั้นจะอาศัยการประสานงานกับผู้ควบคุมงานนั้นๆ ของผู้รับจ้าง ที่ปรึกษา พนักงานที่ควบคุมของ รฟท. และ/หรือจากผู้รับเหมาช่วง

7.3.3.39 งานประชุม

จะมีการประชุมประจำสัปดาห์ (Work Train Meeting) ซึ่งเป็นการประชุมร่วมระหว่างผู้รับจ้าง เจ้าหน้าที่ควบคุมงานของที่ปรึกษา เจ้าหน้าที่ควบคุมงานของ รฟท. และคณะทำงานการปิด-เปิดทาง ซึ่งเวลาประชุมที่เหมาะสมจะเป็นช่วงบ่ายหลังการเสร็จสิ้นการเปิดทางแล้ว เช่น 15.00 น. โดยการประชุมมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายได้รับทราบแผนงานของผู้รับจ้างว่า ในสัปดาห์ต่อไปผู้รับจ้างจะทำงานอะไร ที่ กม.ใด ทั้งงานโยธา งานทาง งานสะพาน งานระบบอาณัติสัญญาณ และร่วมกันพิจารณาว่าฝ่ายใดมีปัญหาหรืออุปสรรคเกี่ยวกับงานที่จะให้ทำในสัปดาห์ต่อไปหรือไม่เพื่อพิจารณาหาสาเหตุเพื่อที่จะได้ปรับปรุงแก้ไขแผนงานต่อไป และเป็นการนำปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดจากการทำงานในสัปดาห์นี้หรือสัปดาห์ที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการร่วมกันหาทางแก้ไขเพื่อขจัดปัญหาให้หมดไป ตลอดจนเป็นการติดตามผลงานว่าเป็นไปตามแผนงานที่วางไว้หรือไม่

การประชุม Work Train Meeting นี้มีประโยชน์อย่างยิ่งเพราะเป็นการแก้ไขปัญหาการทำงานในระดับผู้ปฏิบัติงานกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นในพื้นที่โครงการนั้นๆ เป็นประจำทุกสัปดาห์ ซึ่งควรให้ความสำคัญเพราะจะช่วยส่งผลทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7.4 การบริหารโครงการและควบคุมการก่อสร้างในโครงการปรับปรุงทาง

ในโครงการปรับปรุงทางรถไฟ รฟท. จะว่าจ้างที่ปรึกษา ซึ่งจะได้รับการแต่งตั้งให้ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างทั้งหมด โดยปฏิบัติงานภายใต้การบริหารงานของ “วิศวกร” หรือ “The Engineer” และผู้อำนวยการโครงการ (Project Director) และร่วมปฏิบัติงานร่วมกับวิศวกรโครงการ (Project Engineer) ของ รฟท. ที่ได้รับมอบหมายในการควบคุมการก่อสร้างให้แล้วเสร็จภายในกำหนดเวลาของสัญญาว่าจ้างก่อสร้าง รวมทั้งระยะเวลาการประกันความชำรุดบกพร่อง (Defect Liability Period) ที่ปรึกษาจะได้รับมอบอำนาจในเรื่องรายละเอียดเกี่ยวกับเงื่อนไขสัญญาด้านเทคนิคที่ผู้รับจ้างก่อสร้าง (Contractor) เสนอขอความเห็นชอบหรืออนุมัติแล้วแต่กรณี เช่น แบบรายละเอียด แผนการดำเนินงาน การประกันภัย ชั่วโมงการทำงาน ความคืบหน้าของงาน วัสดุที่จะใช้งาน การตรวจสอบการปฏิบัติงาน ปริมาณการใช้วัสดุ การวัดปริมาณงาน การทดสอบ การระงับงาน การซ่อมแซมเร่งด่วน การก่อสร้างที่กระทบต่อสาธารณชน การตรวจสอบโรงงาน เครื่องกีดขวางและสัญญาณเตือนภัย บันทึกและรายงานความก้าวหน้าของโครงการ เป็นต้น

อ้างอิง

[1] ASEAN Railways (2002) Status and Development Programme
[2] Attanandana, P. & Kawprasert, A. (2004) An Overview of Rail Transportation in Thailand, Updates and Future Trend, Proceedings of ASEM Symposium in An Iron Silk Road, 17 – 18 June, 2004, Seoul, Korea.
[3] Kawprasert, A. (2012) Strengthening of Track Infrastructure to Enhance Transportation Safety, Proceedings of the 33rd Joint Conference KTMB – SRT, 24 – 28 September, 2012, Pattaya, Thailand.
[4] Kawprasert, A. (2012) Track Infrastructure Improvement to Facilitate the AEC Integration, Proceedings of the 34th ASEAN Railways CEOs Conference, 4 – 6 December, 2012, Yangon, Myanmar.
[5] Read, D. & Li, D. (2006) Design of Track Transitions, Research Results Digest 79, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
[6] การรถไฟแห่งประเทศไทย (2547) รายงานเบื้องต้น งานบริการที่ปรึกษาเพื่อดำเนินการสำรวจออกแบบรายละเอียด พร้อมจัดทำเอกสารประกวดราคา โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 4 ระยะที่ 5 และระยะที่ 6, ฝ่ายก่อสร้าง, การรถไฟแห่งประเทศไทย, กระทรวงคมนาคม
[7] การรถไฟแห่งประเทศไทย (2554) รถจักรและรถพ่วง พัฒนาการที่ยิ่งใหญ่ จากอดีตสู่ปัจจุบัน
[8] การรถไฟแห่งประเทศไทย (2555) รายงานความก้าวหน้า งานบริการที่ปรึกษาเพื่อควบคุมงานก่อสร้าง โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 5, การรถไฟแห่งประเทศไทย, กระทรวงคมนาคม
[9] การรถไฟแห่งประเทศไทย (2555) โครงการปรับปรุงทางรถไฟ ระยะที่ 5 และระยะที่ 6 (Track Rehabilitation Project) URL http://www.railway.co.th/resultproject/TrackRehabPrj/Main/index.asp เข้าถึงเมื่อ 29 ธันวาคม 2555.
[10] ประโชติ ปัญญสิริ “การก่อสร้างบนทางเปิด” ฝ่ายก่อสร้าง การรถไฟแห่งประเทศไทย
[11] อรรถพล เก่าประเสริฐ (2555) เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟและการซ่อมบำรุงบรรยาย ณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 กันยายน 2555

หน่วยที่ 8
กรณีศึกษาที่ 3 การบริหารงานซ่อมบำรุงล้อและรางเลื่อน

8.1 แนวคิดพื้นฐานในการซ่อมบำรุงของการรถไฟแห่งประเทศ [1]

8.1.1 นโยบายการซ่อมบำรุงของการรถไฟแห่งประเทศ

งานซ่อมบำรุงของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท) จะดำเนินตามนโยบายที่ว่า การซ่อมบำรุงจะต้องทำให้เกิดการเดินรถที่ มีความปลอดภัยและตรงต่อเวลา

8.1.2 การตรวจสอบ

8.1.2.1 ความถี่ของการตรวจสอบ

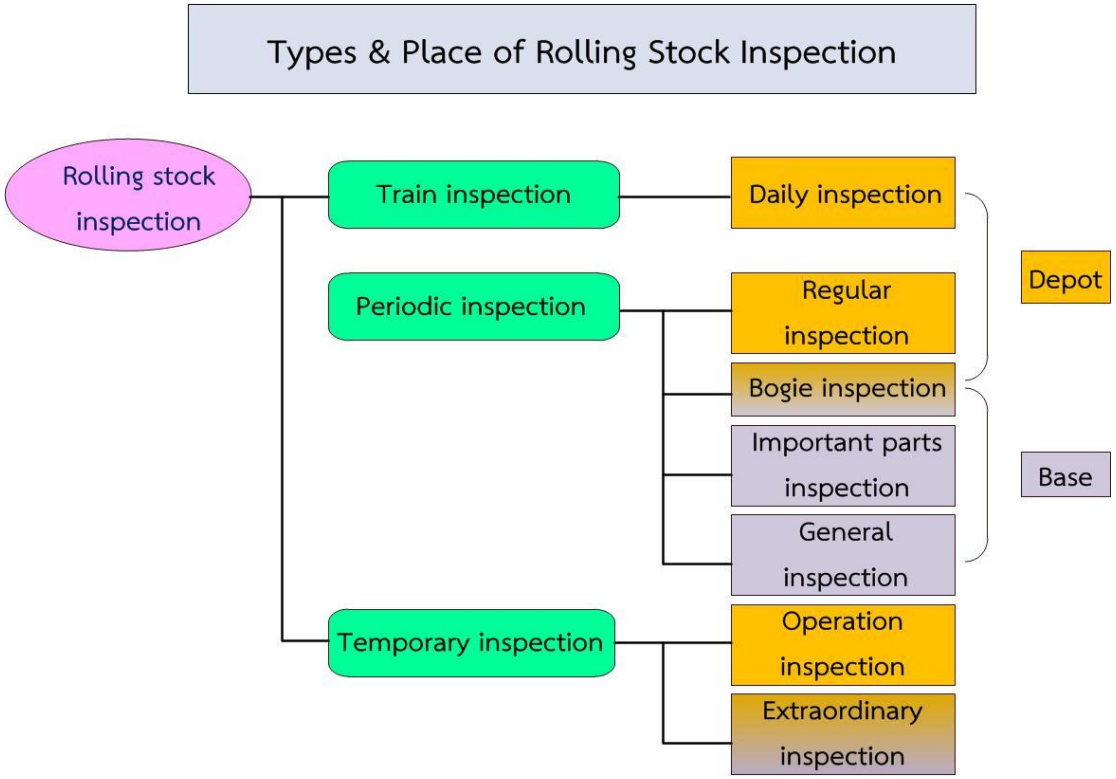
1) การตรวจสอบรายวัน คือ การตรวจสอบรายวันที่มักจะถูกกำหนดงานที่ต้องทำโดยผู้จัดการแต่ละส่วนงาน ซึ่งรวมถึงการทดสอบการทำงานและการเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง

2) การตรวจสอบตามปกติ (รายเดือน) คือ การตรวจสอบสถานะและฟังก์ชันการทำงาน ทั้งนี้รวมถึงการเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง การทำความสะอาดและการหล่อลื่น

3) การตรวจสอบชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ การตรวจสอบแบบนี้จะเน้นที่การถอดชิ้นส่วนที่สำคัญออกมาและตรวจสอบอย่างรายละเอียด

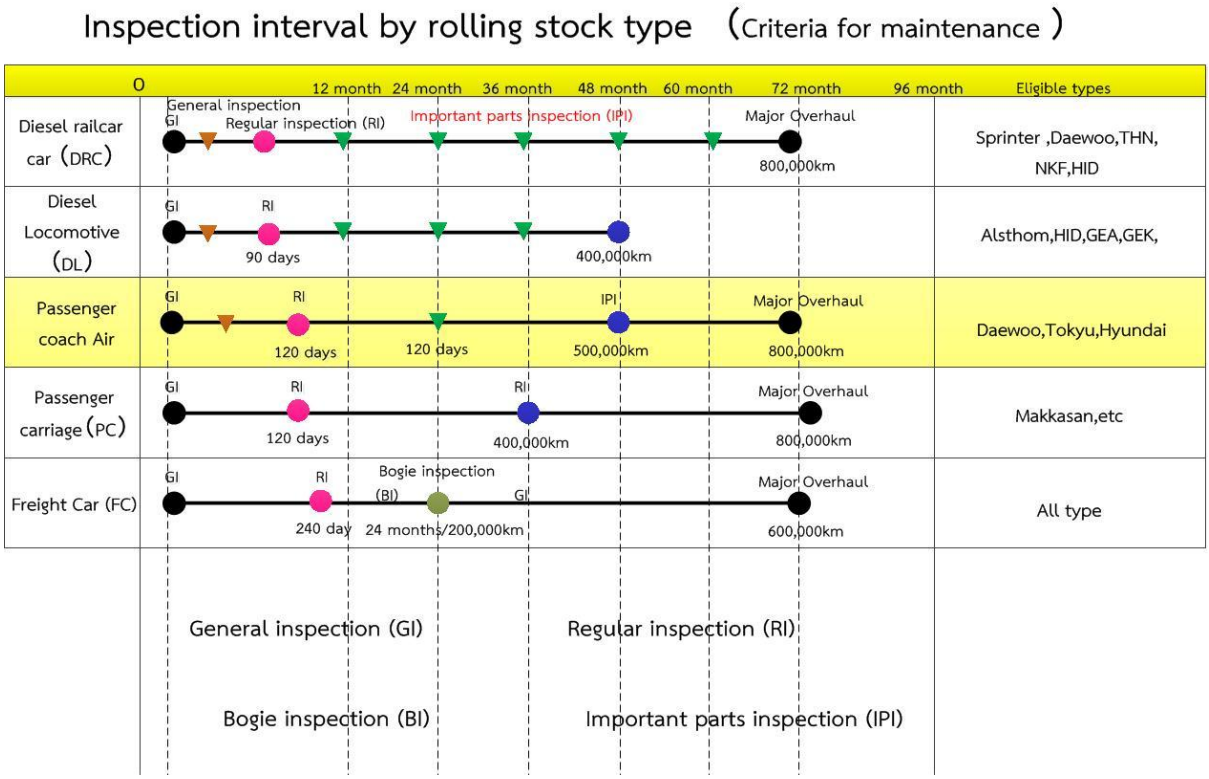
4) การตรวจสอบทั่วไป คือ การตรวจสอบอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งโดยไม่เฉพาะจงจง

8.1.2.2 รูปแบบและสถานที่ตรวจสอบ



รูปที่ 8-1 รูปแบบและสถานที่ใช้ในการตรวจสอบ [1]

8.1.3 ช่วงเวลาของการตรวจสอบล้อและรางเลื่อน



รูปที่ 8-2 ช่วงกำหนดเวลาการตรวจสอบรถไฟแบบต่างๆของ รฟท [1]

8.1.4 วิธีการซ่อมบำรุง

8.1.4.1 การซ่อมบำรุงเมื่อเสีย (after-fault maintenance)

การซ่อมบำรุงเมื่อเสีย จะเป็นการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่เกิดความบกพร่องหรือความผิดพลาดในการทำงาน ซึ่งงานซ่อมบำรุงแบบนี้จะกระทำเพื่อเรียกคืนสภาวะปกติของอุปกรณ์

8.1.4.2 การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะเป็นกิจการที่ทำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายของอุปกรณ์แต่อาจมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นแต่กระนั้นเราก็จะได้ระบบการทำงานของอุปกรณ์มีความน่าเชื่อถือสูงมาแทน ตารางที่ 8-1 แสดงการเปรียบเทียบเรื่องค่าใช้จ่าย (cost) ที่เกิดขึ้นระหว่างกรณีการซ่อมบำรุงเมื่อเสียกับการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ตารางที่ 8-1 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุง

		การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	**การซ่อมบำรุงเมื่อเสีย**
Economic comparison	Usual Cost	สูง	ต่ำ
	Fault Cost	ต่ำ	สูง
	การสูญเสียโอกาส	ต่ำ	สูง

8.1.5 ความต้องการในการซ่อมบำรุงล้อและรางเลื่อน

1) เพื่อให้ฟังก์ชั่นที่ต้องการทำงานได้อย่างถูกต้อง
2) เพื่อลดเวลาการบำรุงรักษา
3) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลดลง

8.2 อุปกรณ์ในโรงซ่อมบำรุง

8.2.1 การตรวจสอบประจำวัน

การตรวจสอบประจำวันจะกระทำก่อนการปล่อยรถไฟออกไปให้บริการ ซึ่งจะประกอบด้วยกิจกรรมต่างที่เกี่ยวข้องกับ การเติมเต็ม การเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง การตรวจสอบของการทำงานและสถานะของอุปกรณ์ที่ใช้เก็บพลังงาน อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์การเบรก ตารางที่ 8-1 แสดงอุปกรณ์ที่ต้องใช้

ตารางที่ 8-2

Building	Structures	Main facility	Passenger car depot	Locomotive depot
Daily inspection house	* Daily inspection line * Platform for roof-top inspection * Inspection pit * Overhead line	* Water supplier	○	○
		* Oil supplier	○	○
		* Sand supplier	○	○
		* Movement inhibition signal	○	○
		* Engine ventilator	○	○
		* Sewage exhauster	○	○
		* Trolley line disconnecting switch	○	○
		* Driving security equipment test equipment	○	○
			○	—

8.2.2 การตรวจสอบตามปกติ

ตารางที่ 8-3

Building	Structures	Main facilities	Passenger car depot	Locomotive depot
Regular inspection house	* Regular inspection line * Roof-top inspection platform * Inspection pit * Trolley line	* Compressed air	○	○
		* Lubricant supply/removal equipment	○	○
		* Electric welder	○	○
		* Water supplier	○	○
		* Power supply	○	○
		* Broadcasting equipment	○	○
		* Movement inhibition signal	○	○
		* Engine ventilator	○	○
		* Service deck	○	○
		* Trolley line disconnecting switch	○	○
		* Driving security system testing equipment	○	○
			○	○

8.2.3 การซ่อมแบบพิเศษ

การซ่อมแบบพิเศษจะทำทันทีเมื่อพบความผิดปกติของอุปกรณ์โดยไม่ต้องระงับการให้บริการซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างยิ่ง ตารางที่ 8-4 แสดงตัวอย่างการซ่อมแบบพิเศษ

ตารางที่ 8-4

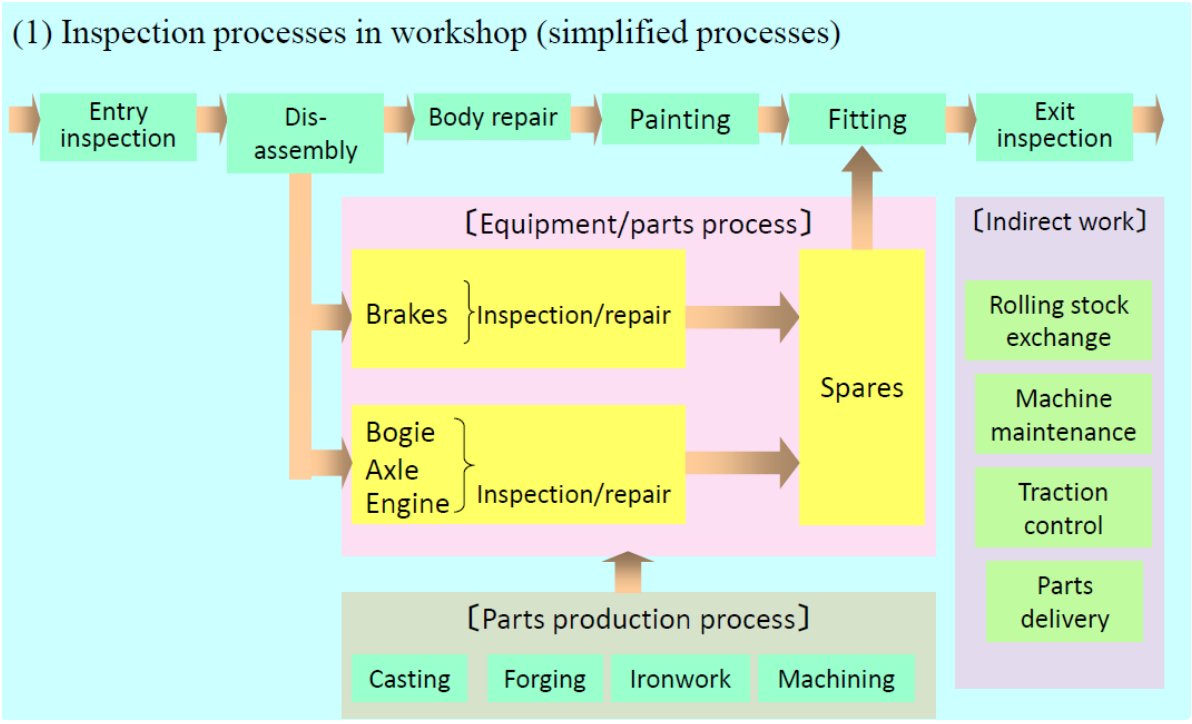
Type	Main facilities	Passenger car depot	Locomotive depot
Hoist	* Ceiling crane * Lifting jack * Monorail * Forklift * Mortlach	○	○
Repair	* Universal machine tool * Drilling machine * Turn table * Parts cleaner * Filter cleaner * Air compressor * Engine taking-out equipment * Lubricant supply/removal equipment *Wheel turning equipment without dismantling.	○	○
Inspection	* Pressure-proof testing machine * Driving security system testing equipment * Monitor readers	○	○
Others	* Electric welder ※Rolling stock moving equipment * Snow melting equipment ※Rolling stock cleaner * Waste water processing equipment * Movable elevating platform	○	○ ※is excluded

8.2.4 ตัวอย่างอุปกรณ์ซ่อมบำรุงที่ใช้ในโรงซ่อมบำรุง

รูปที่ 8-3 ตัวอย่างอุปกรณ์ซ่อมบำรุงที่ใช้ในโรงซ่อมบำรุง

8.3 องค์ประกอบในการซ่อมบำรุง

8.3.1 กระบวนการตรวจสอบสำหรับรถไฟดีเซลรางและหัวรถจักร



รูปที่ 8-4 กระบวนการตรวจสอบสำหรับรถไฟดีเซลรางและหัวรถจักร [1]

8.3.2 จุดต่างๆในการซ่อมบำรุง

1) จุดตรวจสอบรายการ (entry inspection spot)

จุดนี้จะใช้เพื่อระบุสถานะอุปกรณ์ต่างๆของล้อและรางเลื่อน โดยหน้าที่หลักที่ทำมีดังนี้:

- หลุมตรวจสอบ
- แพลตฟอร์มการตรวจสอบบนชั้นดาดฟ้า
- แหล่งจ่ายไฟสำหรับการตรวจสอบ
- แหล่งจ่ายลมอัดสำหรับอุปกรณ์

2) จุดถอดและจุดประกอบ

จุดนี้จะใช้ในการโบกี้ อุปกรณ์หลังคา หรืออุปกรณ์ใต้พื้นรถไฟออก

3) จุดการตรวจสอบและซ่อมแซมตัวถัง

จุดนี้จะใช้การตรวจสอบและซ่อมแซมตัวถึง รวมทั้งหลังคา โบกี้ สายไฟ ห้องน้ำ และที่นั่ง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานนี้ประกอบด้วย

4) จุดพ่นสี

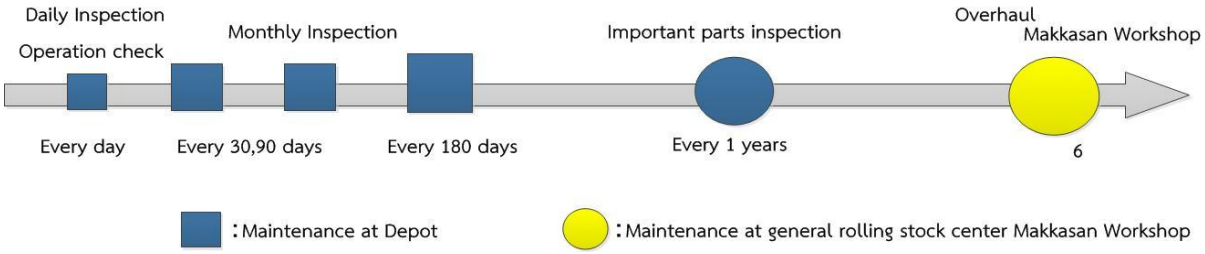
5) จุดตรวจสอบและซ่อมแซมโบกี้

จุดนี้ส่วนใหญ่จะใช้ในการถอดชิ้นส่วนโบกี้ การตรวจสอบและการซ่อมแซมเฟรมโบกี้ อุปกรณ์เบรก พื้นฐานและอุปกรณ์สปริง

8.4 การซ่อมบำรุงรถดีเซลราง

8.4.1วาระการซ่อมบำรุงรถดีเซลราง

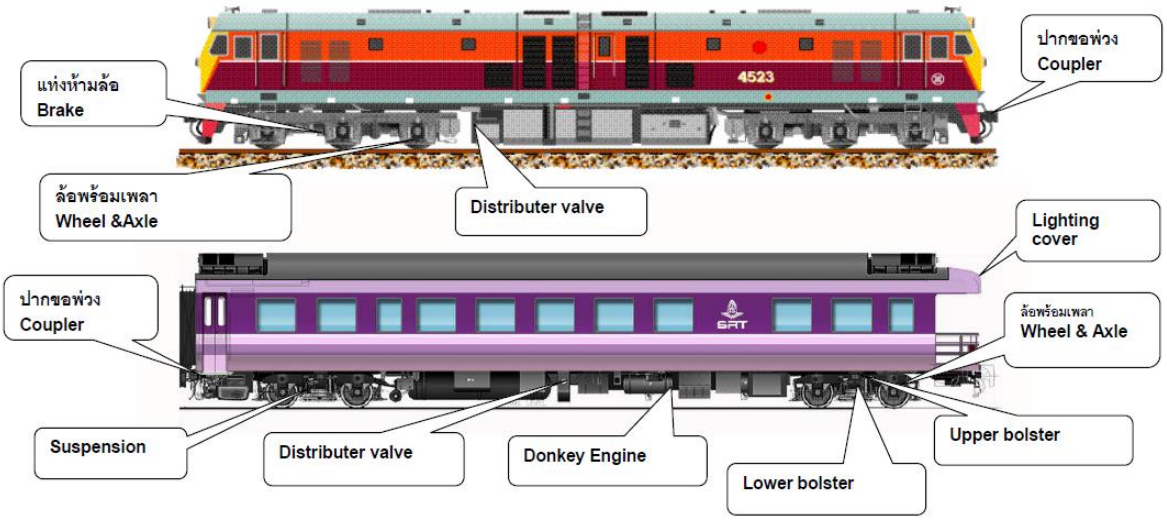
Kind Maintenance of diesel Railcar รถดีเซลราง (DMU)



รูปที่ 8-5 วาระการซ่อมบำรุงรถดีเซลราง [1]

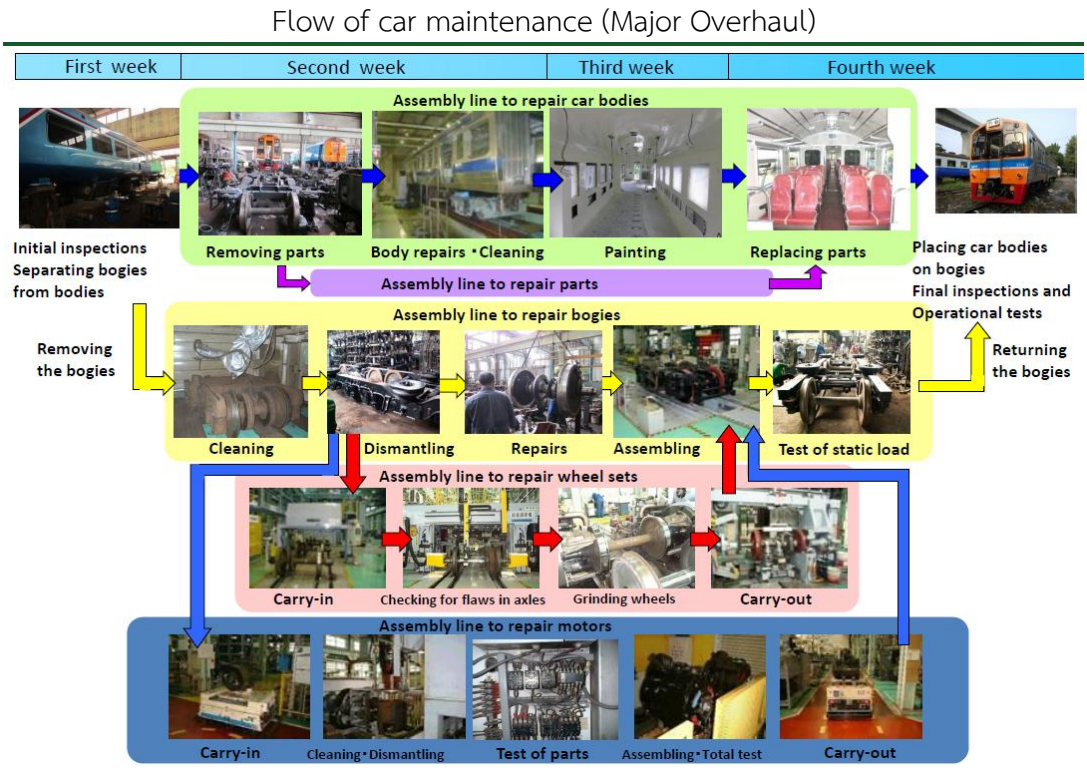
ตารางที่ 8-5

Kinds of inspection	Period	Contents
Operation check	Every day	▪ Check before departure from depot(Driver Licence)
Daily inspection	Every 1 days	▪ Replacement of consumed items ▪ Checks of each function in
Monthly Inspection	Every 30 ,90, 180 days	▪ Replacement of consumed items ▪ Checks of operation of each component
Important parts Inspection (Regular)	Every 1 years	▪ Inspection and repairs for principal parts, such as Air brake system
Overhaul	At 6 years sent to Makkasan Workshop for all part overhaul	▪ Replacement of Important parts and repair some equipment . Checks of all system and component s



รูปที่ 8-6 ส่วนประกอบต่างๆของรถดีเซลราง [1]

8.4.1การบวนการซ่อมบำรุงรถดีเซลราง



รูปที่ 8-7 กระบวนการซ่อมบำรุงแบบยกเครื่องใหม่ [1]

8.4.2 การซ่อมรถอุบัติเหตุรถดีเซลราง

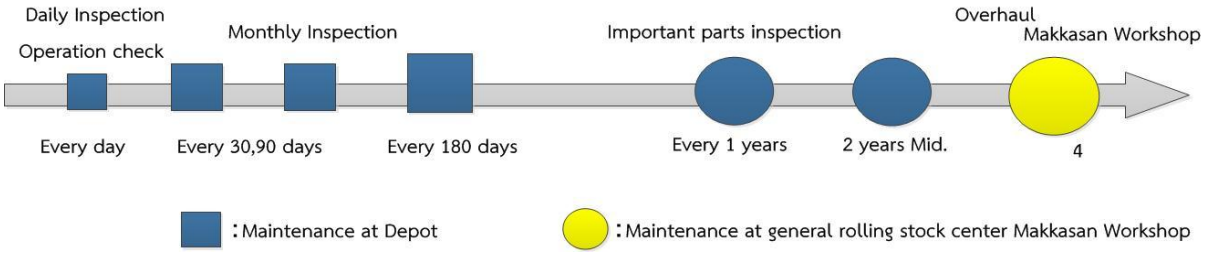
รูปที่ 8-8 สภาพของรถดีเซลรางเมื่อเกิดอุบัติเหตุ [1]

รูปที่ 8-9 กระบวนการซ่อมรถดีเซลรางเมื่อเกิดอุบัติเหตุ [1]

8.5 วาระการซ่อมบำรุงหัวรถจักร

รูปที่ 8-10 หัวรถจักรของ รฟท [1]

Kind Maintenance of diesel Locomotive



Kinds of inspection	Period	Contents
Operation check	Every day	▪ Check before departure from depot(Driver Licence)
Daily inspection	Every 1 days	▪ Replacement of consumed items ▪ Checks of each function in
Monthly Inspection	Every 30 ,90, 180 days	▪ Replacement of consumed items ▪ Checks of operation of each component
Important parts Inspection (Regular)	Every 1 years, 2 years	▪ Inspection and repairs for principal parts, such as Air brake system • Liner, piston, compressor, Turbo, Traction Motor,injection
Overhaul	**At 4 years sent to Makkasan Workshop for all part overhaul**	▪ Replacement of Important parts and repair some equipment . Checks of all system and components

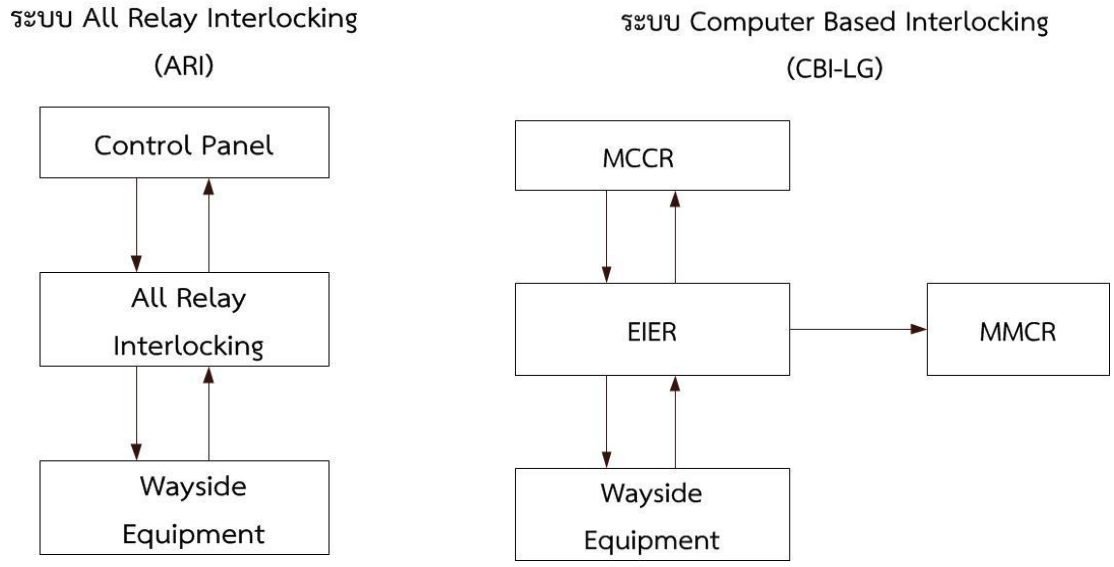
อ้างอิง

[1] อดิศร สิงหกาญจน์ เอกสารการบรรยายระบบการซ่อมบำรุงล้อและรางเลื่อน, 2556

หน่วยที่ 9
กรณีศึกษาที่ 4 ระบบสัมพันธ์อาณัติสัญญาณที่เป็นคอมพิวเตอร์

9.1 บทนำ

ระบบอาณัติสัญญาณของรถไฟที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้ ระบบ ไฟสี เพื่อให้นายสถานีสื่อสารกับคนขับรถไฟเพื่อให้สัญญาณ และ จะใช้ระบบประแจกลไฟฟ้าควบคุมด้วยรีเลย์ (All Relay Interlocking) (ARI) ในการสับหลีกราง ในปี 2546 การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้มีแนวคิดที่จะดำเนินก่อสร้างโครงการทางคู่ โดยเริ่มต้นในเส้นทางที่ 1 คือ จากสถานีรังสิต ถึง สถานีชุมทางบ้านภาชี และ รวม สถานีบางบำหรุ สถานีชุมทางตลิ่งชัน สถานีบางซ่อน โดยเรียกพื้นที่ดำเนินการในโครงการนี้ว่า ST1 ซึ่งการรถไฟฯได้พิจารณาแล้วว่า เนื่องจากจะต้องมีการขยายเส้นทาง ซึ่งมีผลให้มีทาง และ อุปกรณ์อาณัติสัญญาณ มากขึ้น โดยจะต้องทำการเปลี่ยนแปลงจากระบบที่มีอยู่เดิมไปเป็นระบบอาณัติสัญญาณไฟสี และ ประแจกลไฟฟ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking) (CBI) โดยมีแนวทางที่จะใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของ Microcontroller มาใช้แทนการควบคุมโดยการใช้รีเลย์เดิม เนื่องจากระบบเดิมมีการสิ้นเปลืองในการบำรุงรักษา รูป 9-1 แสดงโครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิม รูป 9-1 (a) และ ระบบใหม่ รูป 1 (b)



(a) (b)

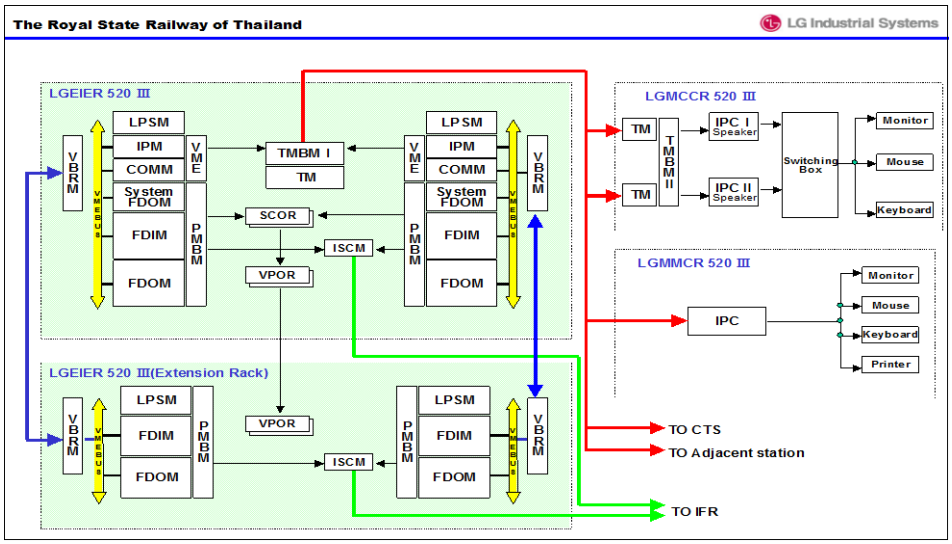
รูปที่ 9-1 แสดงโครงสร้างเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่

9.2 ประแจกลไฟฟ้าควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking)

รฟท ได้คัดเลือกระบบใหม่จากหลาย vendors และได้เลือกระบบ LSEIS-520III จากบริษัท LGIS ในสัญญาติดตั้งระบบที่ รฟทได้ทำร่วมกับ LGIS ได้มีการรวมการฝึกอบรมหนักงาน รฟท เกี่ยวกับระบบและการซ่อมบำรุงด้วย โครงสร้งระบบและอุปกรณ์สำคัญต่างจะได้ถูกอธิบายดังนี้

9.2.1 โครงสร้างอุปกรณ์ (System Structure overview)

ระบบ LSEIS-520III จากบริษัท LGIS ซึ่งมีโครงสร้างดังรูป 9-2

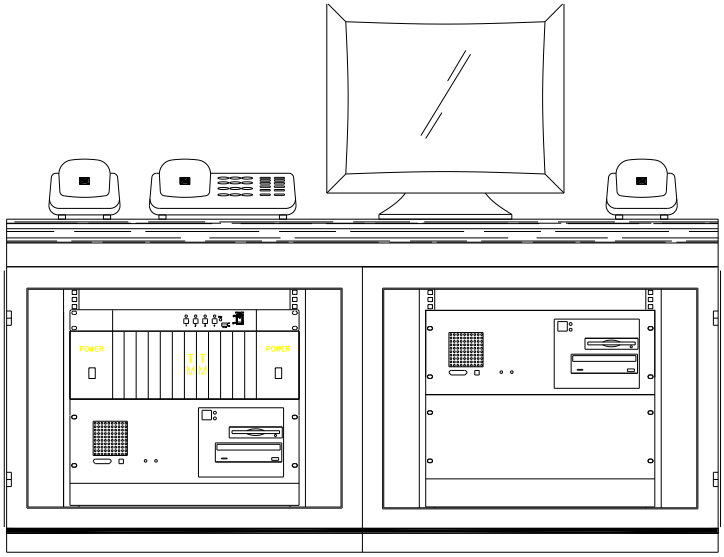


รูปที่ 9-2 แสดงระบบ LSEIS-520III จากบริษัท LGIS

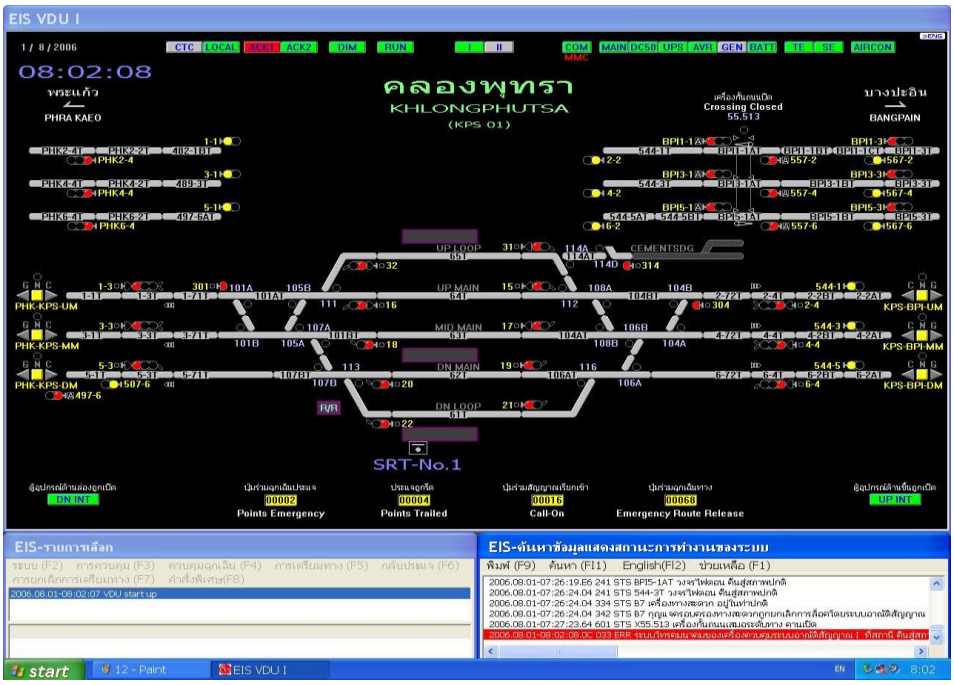
9.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบอาณัติสัญญาณที่สถานี (Monitoring & Control Computer Rack) (MCCR)

MCCR เป็นเครื่อง Industrial PC จำนวน 2 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 9-3 ทำหน้าที่ในลักษณะ redundancy โดยถ้าเครื่องหนึ่งขัดข้อง ก็สามารถจะสลับการทำงานไปที่อีกเครื่องหนึ่ง ซึ่งจะมีสถานะเหมือนกัน โดยจะมีหน้าจอแสดงย่านสถานี ในลักษณะ ของ GUI โดยหน้าที่หลักคือ

1) ใช้ควบคุม และ สั่งการอุปกรณ์อาณัติสัญญาณ ภายในสถานี เช่น การเตรียมทาง การสั่งกลับประแจกลไฟฟ้า และ คำสั่งฉุกเฉินต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเดินรถ ภายในสถานีนั้นๆ
2) แสดงสถานะของขบวนรถ และ สถานะของอุปกรณ์อาณัติสัญญาณ เช่น เสาสัญญาณ ประแจกลไฟฟ้า ไฟตอน เครื่องกั้นถนน รูปที่ 9-4 แสดงตัวอย่างของการแสดงสถานะต่างๆ
3) แสดงผล และ บันทึก ข้อมูล สิ่งที่เกิดขึ้น กับระบบอาณัติสัญญาณในสถานี ในลักษณะของ Message Logging และ สามารถสืบค้นดูได้



รูปที่ 9-3 เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบอาณัติสัญญาณที่สถานี



รูปที่ 9-4 จอแสดงสถานะของประแจ

9.2.3 ระบบสัมพันธ์อาณัติสัญญาณที่เป็นคอมพิวเตอร์ (CBI)

CBI เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเหมือน Micro Controller มีหน้าที่ประมวลผล สำหรับควบคุมระบบอาณัติสัญญาณ ที่สถานี โดยมีทำงานลักษณะ Hot-Standby โดยจะมีอุปกรณ์อยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งจะทำหน้าที่ในลักษณะ On-Line อีกชุดหนึ่งจะทำหน้าที่ในลักษณะ Stand-By โดยทั้ง 2 ชุด จะมีการตรวจสอบการทำงานของกันและกันตลอดเวลา และ ถ้าชุดที่ On-Line เกิดขัดข้อง ก็จะสลับการทำงานไปยังชุดที่ Stand-By ทันที โดยไม่มีการหยุดชะงัก (Uninterrupted) โดย ใน 1 ชุด จะสามารถแยกเป็นอุปกรณ์ได้ดังนี้

9.2.3.1 IPM (Interlocking Processing Module)

IPM เป็น การ์ด ที่ใช้คำนวณเงื่อนไขต่างๆของระบบ Interlocking ซึ่งในระบบเก่าที่เป็นระบบควบคุมด้วยรีเลย์ (All Relay Interlocking) ก็จะใช้การต่อวงจรรีเลย์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ต่างๆ ก่อให้เกิดระบบสัมพันธ์สัญญาณ (Interlocking) ซึ่งต่อมาเมื่อเปลี่ยนเป็นระบบ CBI ก็จะใช้การออกแบบ และ กำหนดเงื่อนไข แล้วทำการประมวลผล ผ่านโปรแกรม Hyper Terminal แล้วบรรจุลงในการ์ด ในลักษณะของ Flash Memory โดยข้อมูลที่ทำการ Load นั้น จะต้องเป็นข้อมูลเดียวกัน ที่ใช้ทั้งในชุด On-Line และ Stand-By ซึ่งถ้าข้อมูลไม่ตรงกัน ระบบก็จะเข้าสู่สถานะ Fail ในทันที สำหรับ การ์ด IPM นี้ จะต้องมีการ Load ข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับสถานีนั้นๆให้เรียบร้อยก่อน และตั้งค่า dip switch ให้ถูกต้อง จึงจะนำไปใช้ได้

9.2.3.2 COMM (Communication Module)

COMM เป็นการ์ด ที่ใช้ติดต่อสื่อสาร กับระบบอื่นๆนอกสถานี ได้แก่ การติดต่อสื่อสารกับศูนย์ควบคุมจากศูนย์กลาง (CTC) ผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมต่อที่เรียกว่า CTS (Centralized Traffic System) และ การเชื่อมต่อกับสถานีข้างเคียงผ่าน Optical Modem สำหรับ การ์ด COMM นี้ ไม่ต้องมีการติดตั้งโปรแกรมใดๆ เพียงแต่ตั้งค่า dip switch ให้ถูกต้อง ก็สามารถนำมาติดตั้งได้เลย

9.2.3.3 FDOM (Field Data Output Module)

FDOM เป็นการ์ด ที่ใช้ส่งสถานะต่างๆจากการประมวลผลของ IPM ออกไปยังอุปกรณ์ภายนอก ผ่านทาง IFR (Interfacing Relay) ภายหลังจากใช้คำสั่งควบคุมโดย MCCR ไปยังอุปกรณ์อาณัติสัญญาณต่างๆที่อยู่ในบริเวณย่านสถานี เช่น เสาสัญญาณ ประแจกลไฟฟ้า และ เครื่องกั้นถนน สำหรับการ์ด FDOM 1 การ์ด นี้ จะสามารถต่อกับ Output ได้ทั้งหมด 32 ค่า ซึ่งการ์ด FDOM นี้จะต้องมีการตั้งค่า dip switch แทนตำแหน่งของการ์ด ที่อยู่บน Rack ในรูปของเลข ฐาน 16 ให้ถูกต้อง จึงจะนำไปใช้ได้

9.2.3.4 FDIM (Field Data Input Module)

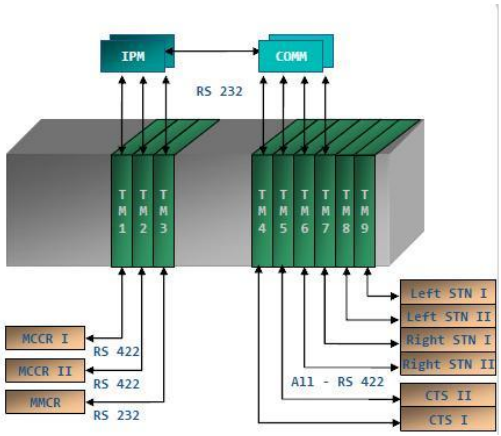
FDIM เป็นการ์ด ที่ใช้รับสถานะต่างๆจากการอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณย่านสถานี เช่น เสาสัญญาณ ประแจกลไฟฟ้า เครื่องกั้นถนน วงจรไฟตอน ผ่านทาง IFR (Interfacing Relay) เพื่อกลับไปประมวลผลของ IPM แล้วแสดงสถานะผ่านทาง MCCR โดย FDIM 1 การ์ด จะสามารถต่อกับ Input ได้ทั้งหมด 32 ค่า สำหรับ การ์ด FDIM นี้ จะต้องมีการตั้งค่า dip switch แทนตำแหน่งของการ์ด ที่อยู่บน Rack ในรูปของเลข ฐาน 16 ให้ถูกต้อง จึงจะนำไปใช้ได้

9.2.3.5 LPSM (Local Power Supply Module)

LPSM เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า สำหรับจ่ายให้การ์ดต่างๆใช้งาน โดยประกอบด้วย ไฟ +5VDC, +12VDC และ -12VDC โดยสามารถทำการปรับค่าได้ สำหรับ การ์ด LPSM นั้น สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องมีการตั้งค่าใดๆ แต่ในบางกรณี อาจจะต้องมีการ Adjust Voltage ให้เหมาะสม จึงจะทำให้ระบบ CBI สามารถทำงานได้ตามปกติ

9.2.3.6 TM (Transmission Module)

TM เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระบบสัญญาณในแบบอนุกรม ในลักษณะการแปลง มาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่าง RS 232 และ RS422 โดยใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ในรูปแบบของไดอะแกรม ดัง รูป 9-5 สำหรับ การ์ด TM นั้น สามารถนำไปใช้งานได้โดยต้องมีการตั้งค่า ที่ dip switch ให้ถูกต้อง โดยจะเป็นการตั้งค่าเพื่อกำหนดค่าว่าจะมีการใช้งานแบบ RS-232 หรือ RS-422



รูปที่ 9-5 แสดงรูปแบบของไดอะแกรม

9.2.3.7 Optical Modem

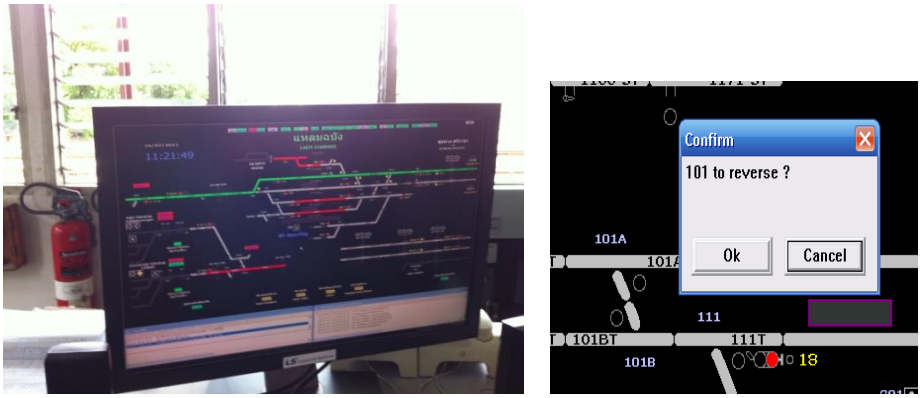
Optical Modem คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างสถานี ซึ่งก็คือทำหน้าที่แทนอุปกรณ์เครื่องทางสะดวก (Block Instrument) นั่นเอง โดยระหว่างสถานี ก็จะมีการติดต่อสื่อสารผ่าน Optical Modem นี้ สำหรับ Optical Modem นี้ สามารถนำมาติดตั้งได้เลย โดยไม่ต้องมีการ Set ค่าใดๆ

9.2.3.8 Interfacing Relay (IFR)

IFR เป็นรีเลย์ ขนาด 48 VDC ทนกระแสไฟฟ้าสูง หน้าสัมผัสเป็นคาร์บอน ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อวงจร ระหว่าง CBI กับ อุปกรณ์ภายนอก สำหรับ Relay แต่ละชนิดนั้น จะไม่สามารถใช้งานแทนกันได้ แม้จะมี Voltage เท่ากัน โดยชนิดของ Relay จะแบ่งตามจำนวน หน้าสัมผัสของ Relay ที่ไม่เท่ากัน และ จะมีการกำหนด PIN Index ที่ ฐานของ Relay ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดไม่ให้ Relay ต่างชนิดกัน ใช้งานแทนกันได้

9.3 เส้นทางวงจรควบคุม (Control Flow)

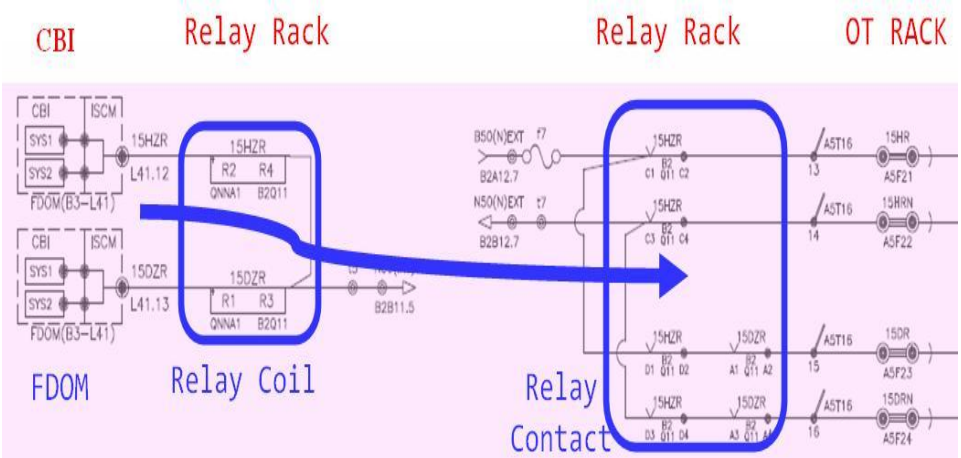
ผู้ทำการบำรุงรักษาหรือแก้ปัญหาขัดข้องของระบบ CBI จะต้องมีความเข้าใจ เส้นทางวงจรการควบคุมของคำสั่งตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางเพื่อที่สามารถวิเคราะห์ต้นตอของปัญหาได้ การควบคุมอุปกรณ์ระบบสามารถควบคุมได้ภายในย่านสถานี โดยการใช้เมาส์ควบคุมที่เครื่องควบคุมที่สถานี (MCCR) ควบคุมสัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ที่อยู่ในย่านสถานีโดยใช้ mouse คลิกไปที่สัญลักษณ์ของการควบคุมประแจกลไฟฟ้าบน monitor ดังแสดงในรูปที่ 9-6 (a) ส่วน รูป 6 (b) แสดง ผลที่แสดงบนจอหลังจาก mouse คลิก



(a) (b)

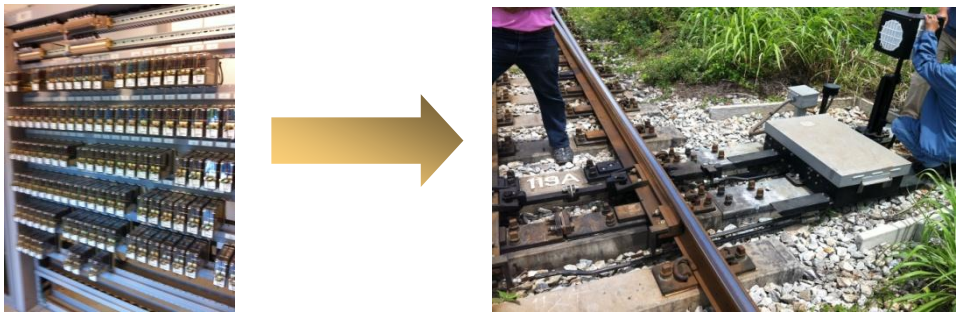
รูปที่ 9-6 แสดงสัญลักษณ์ของการควบคุมประแจกลไฟฟ้าบน monitor
และผลที่แสดงบนจอหลังจาก mouse คลิก

ภายหลังจากใช้เมาส์ควบคุมที่ประแจกลไฟฟ้าแล้วจากจอควบคุมแล้ว คำสั่งจะถูกส่งไปยัง CBI ผ่านยังการ์ด TM ไปยังการ์ด IPM เพื่อประมวลผล และจะทำการสั่งการออกไปยังการ์ด FDOM ที่มีหน้าที่สั่งการไปยังอุปกรณ์ภายนอก ผ่านทางชุด Interfacing Relay (IFR) รูปที่ 9-7 แสดงเส้นทางวงจรการควบคุมของคำสั่งจาก CBI control ไปยัง Relay



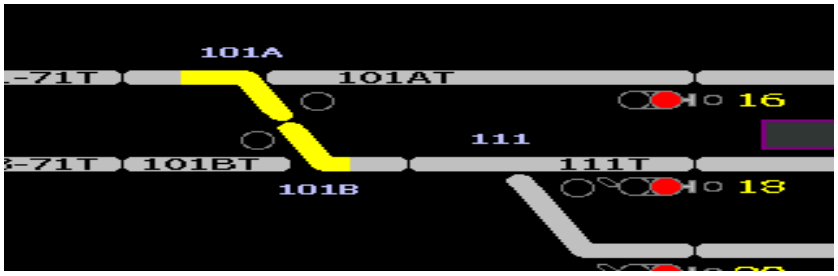
รูปที่ 9-7 แสดงเส้นทางวงจรการควบคุมของคำสั่งจาก CBI control ไปยัง Relay

เมื่อรีเลย์ได้รับสัญญาณ คำสั่งจะสั่งการไปยังประแจกลไฟฟ้าที่อยู่ภายนอก ผ่านสายเคเบิล เพื่อให้มอเตอร์เปลี่ยนทิศทางไปตามที่ได้สั่งการไว้ดังแสดงในรูปที่ 9-8



รูปที่ 9-8 รีเลย์สั่งการไปยังประแจกลไฟฟ้าที่อยู่ภายนอกผ่านสายเคเบิล

เมื่อประแจกลไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางไปตามที่ได้สั่งการไว้เป็นที่เรียบร้อย วงจ ตรวจสอบภายในประแจกลไฟฟ้า ก็จะส่งสถานะกลับมายังรีเลย์ และ จอควบคุมย้อนกลับมาตามเส้นทางเดิม โดยจอแสดงผลจะแสดงสถานะใหม่ซึ่งแสดงในรูป 9-9



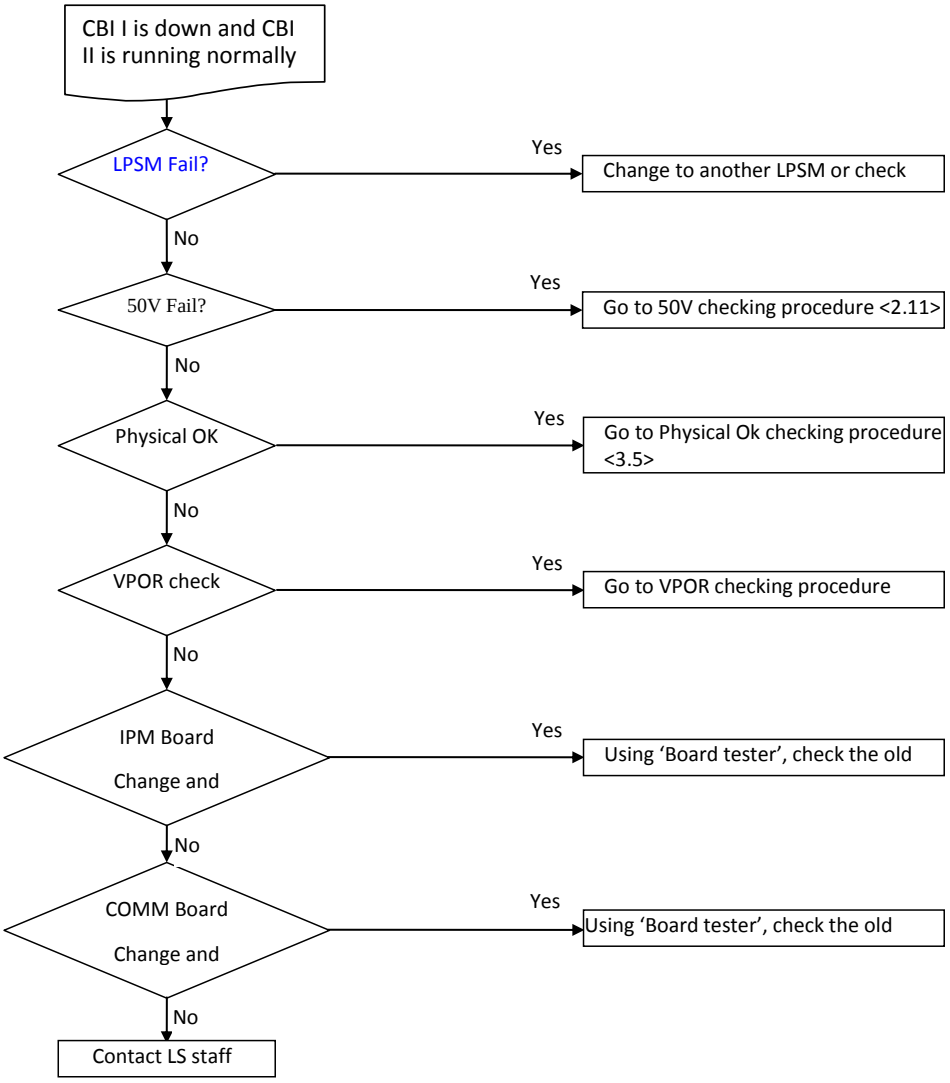
รูปที่ 9-9 สถานะใหม่ของประแจกล

9.4 การแก้ปัญหา (Troubleshooting)

เมื่อเกิดปัญหาขัดข้องของระบบ CBI แนวทางที่จะหาจุดขัดข้องสามารถตรวจได้ด้วยขั้นตอนตามกรณีต่างๆดังนี้

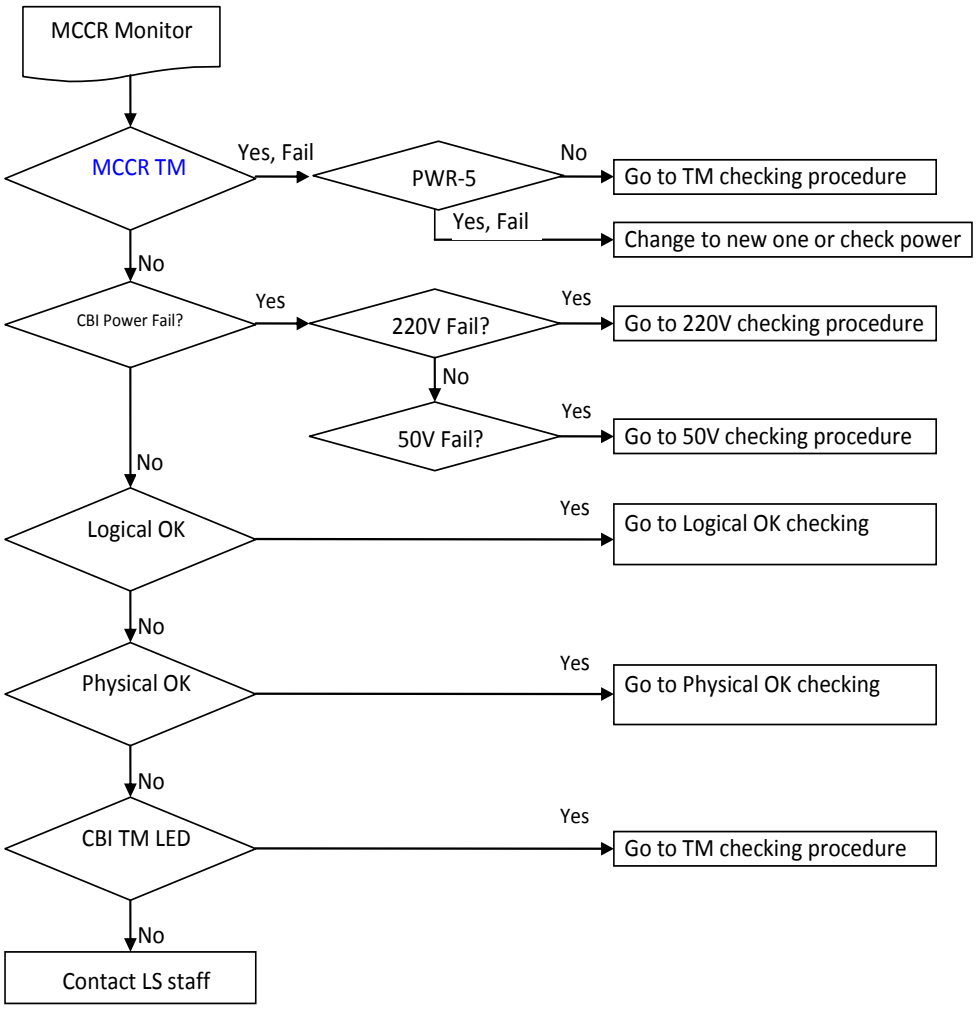
9.4.1 CBI ตัวหนึ่งตัวใดในสองตัวเกิดขัดข้อง

ถ้า CBI I หรือ CBI II ขัดข้อง, ปุ่มกดที่แสดงสถานะของระบบใน MMCR จะแสดงสถานะและจะแสดงข้อมูลตรงกันกับที่แสดงใน Logging Window.

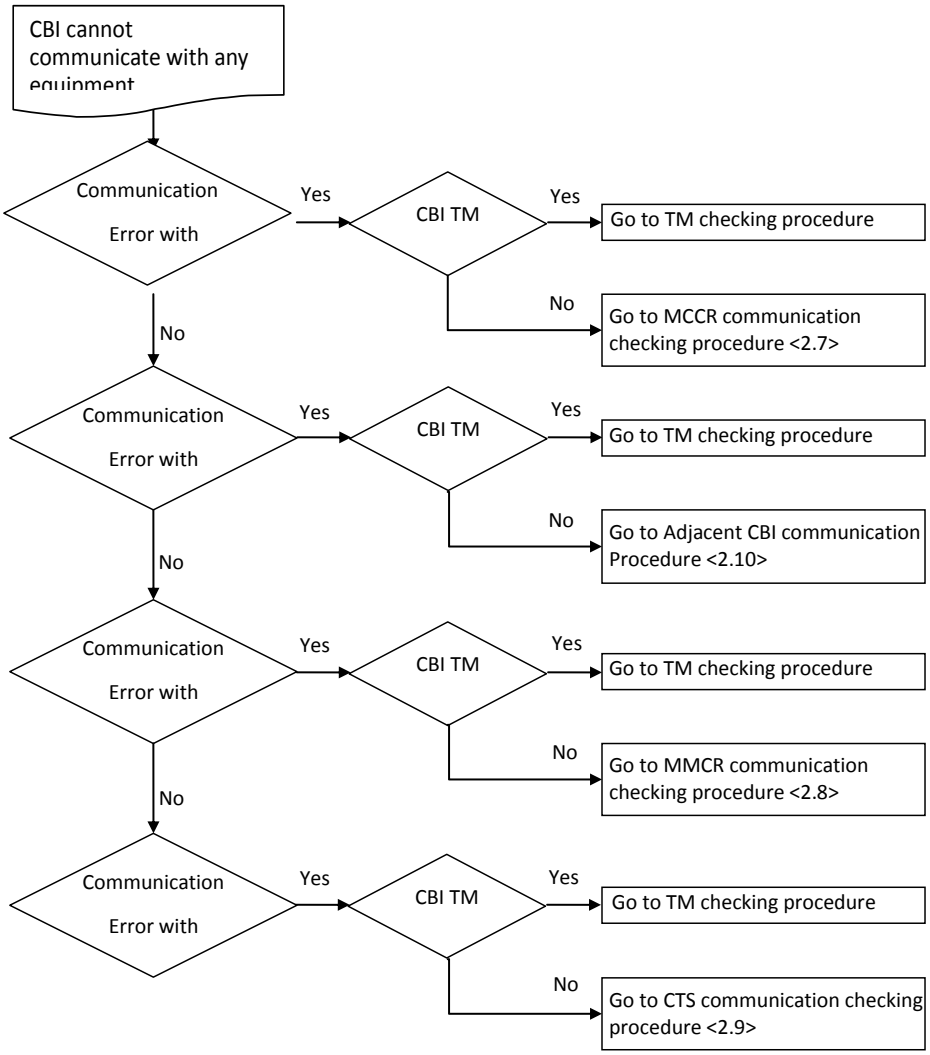


9.4.2 CBI ขัดข้องทั้งสองตัว

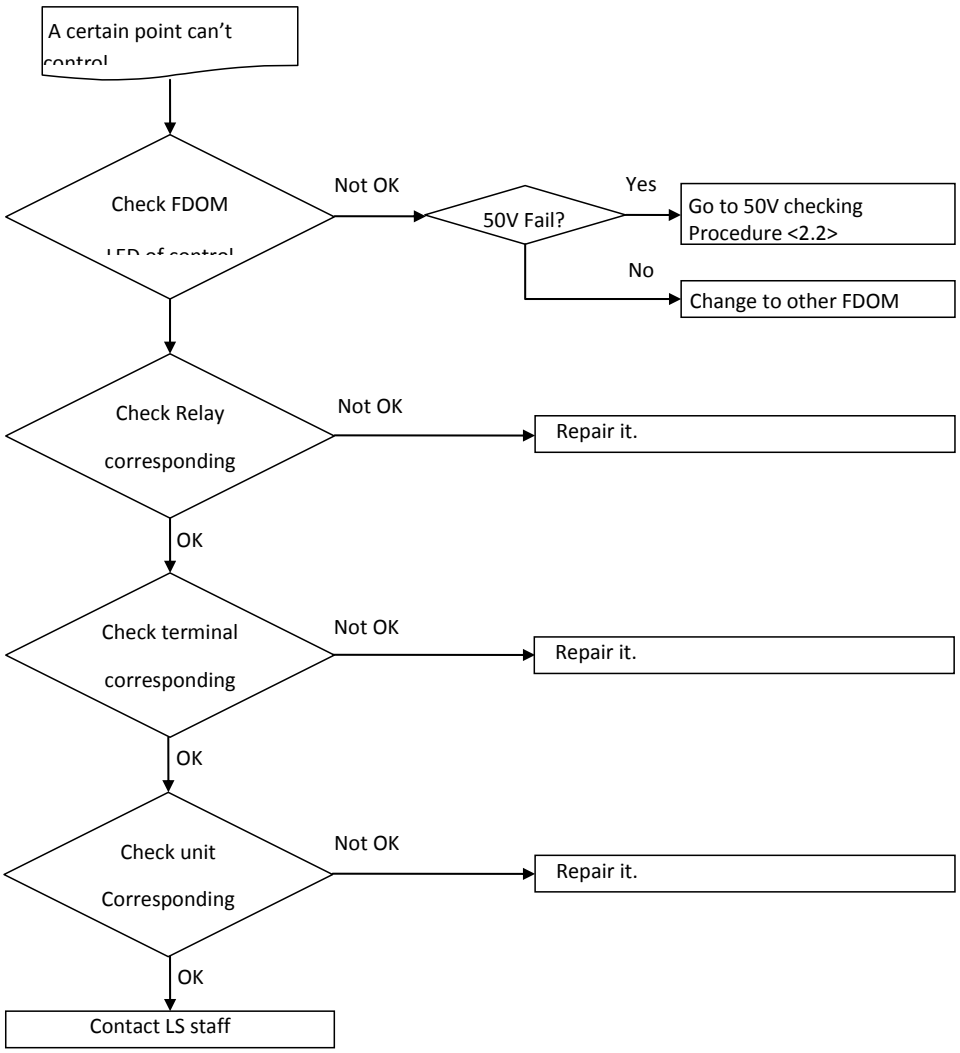
เมื่อ CBI เกิดการขัดข้องทั้งสองตัว ที่จอ MCCR จะแสดงวงจรไฟตอนทั้งหมดเป็นสีแดงติดกระพริบ และ มีการแสดงข้อความว่า "CBI I system is down" และ "CBI II system is down". ให้ทำการตรวจสอบการขัดข้อง ตามขั้นตอนดังนี้


MCCR Monitor
MCCR TM
Yes, Fail
PWR-5
No
Go to TM checking procedure
Yes, Fail
Change to new one or check power
No
CBI Power Fail?
Yes
220V Fail?
Yes
Go to 220V checking procedure
No
50V Fail?
Yes
Go to 50V checking procedure
No
Logical OK
Yes
Go to Logical OK checking
No
Physical OK
Yes
Go to Physical OK checking
No
CBI TM LED
Yes
Go to TM checking procedure
No
Contact LS staff

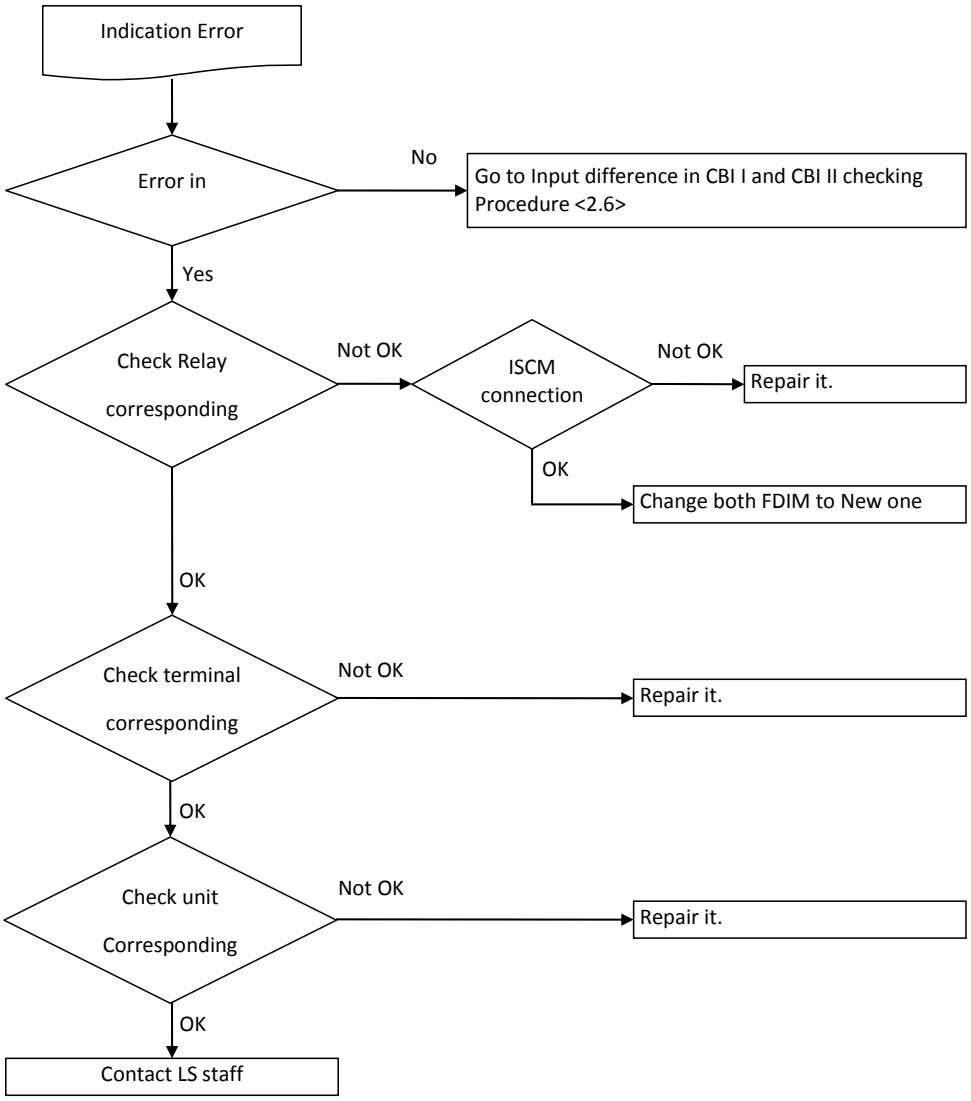
9.4.3 การติดต่อสื่อสารขัดข้อง



9.4.4 การควบคุมเกิดข้อผิดพลาด



9.4.5 Input เกิดข้อผิดพลาด



อ้างอิง

หน่วยที่ 10
กรณีศึกษาที่ 5 ระบบไฟฟ้ารถไฟฟ้าใต้ดิน

10.1 ประเภทตามโหลดการใช้งาน

โดยปกติระบบไฟฟ้าในระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามโหลดการใช้งานดังนี้

10.1.1 ประเภทที่ 1 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ (Normal Safety Requirement System)

1. ระบบแสงสว่างทั่วไป
2. ระบบไฟฟ้ากำลัง
3. ระบบปั๊มน้ำขึ้นถังบนหลังคา
4. ระบบปรับอากาศ

10.1.2 ประเภทที่ 2 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง (High Safety Requirement System)

1. ระบบปรับอากาศ เฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับการจ่ายลม
2. ระบบระบายน้ำฉุกเฉิน
3. ระบบลิฟต์และบันได้เลื่อน
4. ระบบสัญญาณเตือนภัยต่างๆ
5. ระบบควบคุมคอมพิวเตอร์
6. ระบบทางหนีภัย

10.1.3 ประเภทที่ 3 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก (Very High Safety Requirement System)

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินทั้งในอาคารใต้ผิวดินและอุโมงค์ทางวิ่ง
2. ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ
3. ระบบดูดและระบายควันรวมทั้งระบบควบคุมการกระจายของไฟและควัน
4. ระบบระบายควันทั้งในอาคารใต้ผิวดินและอุโมงค์ทางวิ่ง
5. ระบบสื่อสารฉุกเฉิน (Emergency Communication)
6. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

10.2 ประเภทของการเดินสาย

ประเภทของการเดินสายไฟฟ้าแบ่งตามประเภทของโหลด

10.2.1 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ

1) อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสายไฟฟ้า Conduit, Raceways, Duct, Boxes, Cabinet, Equipment Enclosure พร้อมอุปกรณ์จับยึดต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ ถึง 500 °c เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2) ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 °c
3) ฉนวนหรือวัสดุหุ้มสายเคเบิล ต้องเป็นชนิด Flame Retardant, Zero Halogen<Low Smoke (FRZHLS) หรือ Low Smoke และ Fume (LSF)
4) สายไฟที่เปลือกนอกมิใช่โลหะจะต้องเดินสายร้อยท่อโลหะหนาหรือท่อโลหะหนาปานกลาง
5) สายไฟก่อนเดินเข้าเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องดำเนินการปิดผนึกที่ถาวร และมีประสิทธิภาพ ที่สามารถป้องกันการลามไฟที่เกิดจากการไหม้สายไฟฟ้าได้
6) วิธีการเข้าหัวต้อสายก่อนเข้าอุปกรณ์

10.2.2 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูง

นอกเหนือจากการเดินสายภายในระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ ให้เพิ่มเติมดังนี้ สายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 ต้องเป็นสายไฟฟ้าในระดับชั้น AWX

สัญลักษณ์	A	W	X
ตำแหน่งที่	1	2	3

การทนไฟ	สัญลักษณ์	A,B,C
การทนไฟและน้ำ	สัญลักษณ์	W
การทนไฟและแรงกระแทก	สัญลักษณ์	X,Y,Z

ตารางที่ 10-1 อัตราลำดับการทนไฟของสายไฟภายใต้เปลวไฟตามมาตรฐาน BS 6387 1994

การทดสอบ		เครื่องหมาย
การทนไฟ	**650° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง**	**A**
	750° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	B
	950° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	C
	950° C เป็นเวลา 20 นาที	S
การทนไฟและน้ำ	650° C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นพ่นน้ำและทำการทดสอบ 650° C เป็นเวลา 15 นาที	W
การทนไฟและทนแรงกระแทก	**650° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก**	**X**
	750° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	Y
	950° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	Z

7.2.3 ระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก

นอกเหนือจากการเดินสายภายในระบบที่ต้องการความปลอดภัย ปกติแล้วให้เพิ่มเติมดังนี้สายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 ต้องเป็นสายไฟฟ้าในระดับ CWZ หรือสายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดเปลือก โลหะที่ตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นชนิดเปลือกโลหะที่ตัวนำไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแร่แบบชนิดเอ็มไอ

การทนไฟ	สัญลักษณ์	A,B,C
การทนไฟและน้ำ	สัญลักษณ์	W
การทนไฟและแรงกระแทก	สัญลักษณ์	X,Y,Z

ตารางที่ 10-2 อัตราลำดับการทนไฟของสายไฟภายใต้เปลวไฟตาม มาตรฐาน BS 6387 1994

การทดสอบ		เครื่องหมาย
การทนไฟ	650° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	A
	750° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	B
	950° C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง	**C**
	950° C เป็นเวลา 20 นาที	S
การทนไฟและน้ำ	650° C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นพ่นน้ำและทำการทดสอบ 650° C เป็นเวลา 15 นาที	W
การทนไฟและทนแรงกระแทก	650° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	X
	750° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	Y
	950° C เป็นเวลา 15 นาที โดยมีแรงกระแทก	**Z**

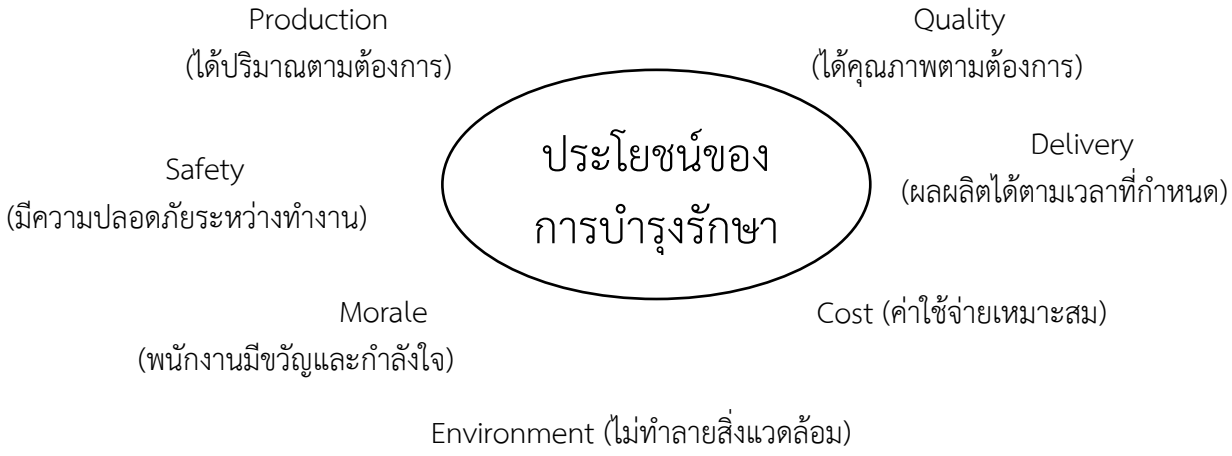
10.3. การจ่ายไฟฉุกเฉินสำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก

การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยสูงมาก จะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

10.4 การบำรุงรักษาทางไฟฟ้า

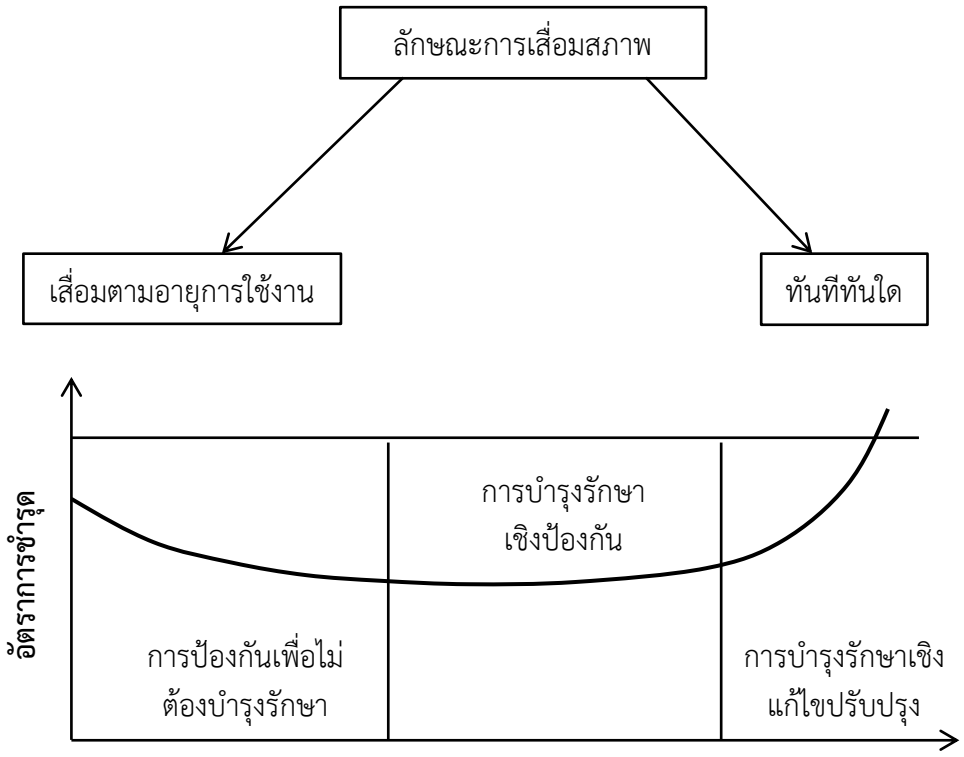
การบำรุงรักษาทางไฟฟ้า คือการพยายามรักษาสภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความพร้อมใช้งานตลอดเวลา ทั้งนี้การบำรุงรักษายังผสมผสานกันทั้งทางด้านเทคนิคและการจัดการ ในอันที่จะคงไว้ซึ่งสภาพของอุปกรณ์ หรือฟื้นฟูสภาพของอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามที่ต้องการ

หลักการสำคัญการบำรุงรักษา
- Keep it dry
- Keep it cool
- Keep it clean
- Keep it tight



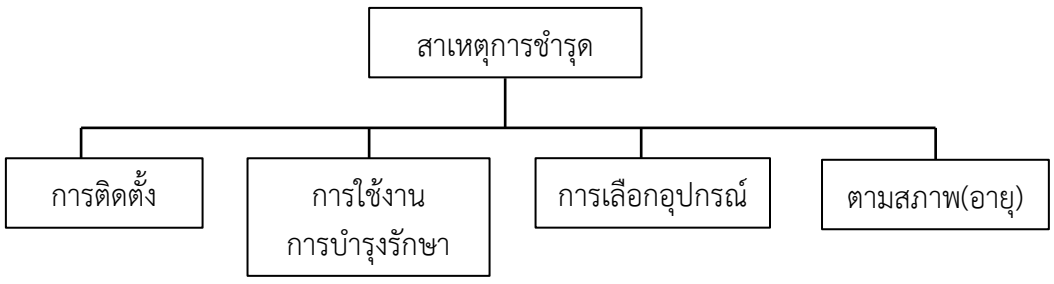
10.5 ลักษณะการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

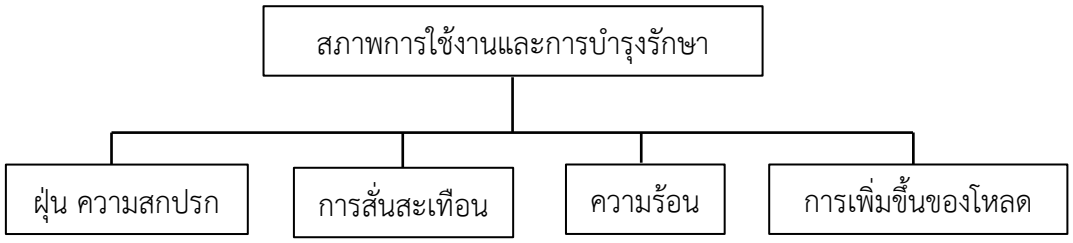
10.5.1 ลักษณการเสื่อมสภาพ



แสดงอัตราการชำรุดของอุปกรณ์

10.5.2 สาเหตุการชำรุดของอุปกรณ์





10.6 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)

- ใช้การตรวจสภาพอุปกรณ์เพื่อสามารถทำการบำรุงรักษาได้ก่อนที่จะชำรุดมากขึ้น
- สามารถวางแผนการบำรุงรักษาตามแผน สามารถเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด (กรณีพบข้อบกพร่อง) เมื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เป็นส่วนที่สำคัญในการผลิต

-จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็เพื่อให้

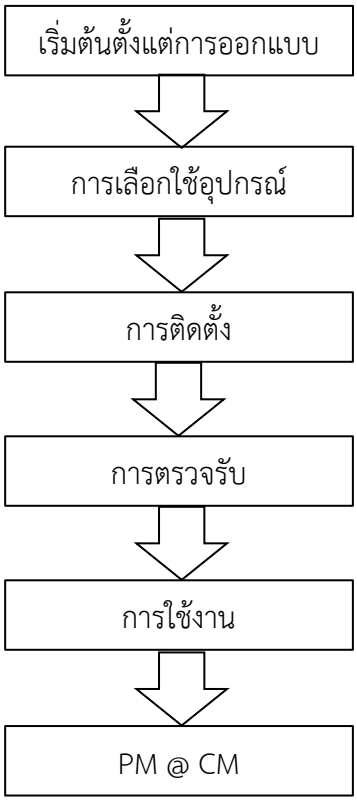
1. สภาพความพร้อมและความมั่นใจในการทำงาน	- ลดเวลาการหยุดเดินเครื่องจักรในสภาวะฉุกเฉิน - รู้สภาพการเสื่อมของอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง
2. ค่าใช้จ่าย	- ลดค่าล้วงเวลาการซ่อมบำรุง - ค่าใช้จ่ายในการทำ PM ต่ำกว่าค่าสูญเสียการผลิตและการซ่อมบำรุงฉุกเฉิน - ไม่ต้องเตรียมอะไหล่มากนัก
ทรัพยากร	- ซ่อมฉุกเฉินลดลง ทำให้ไม่ต้องใช้บุคลากรมาก - ควบคุมและวางแผนการจัดหาชิ้นส่วนได้
ความปลอดภัย	- ลดอันตรายจากการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์
ค่าใช้จ่าย	- สามารถตั้งงบประมาณและวางแผนค่าใช้จ่ายได้ - เครื่องจักรและอุปกรณ์ทำงานประสิทธิภาพสูงขึ้น - ลดค่าสูญเสียโอกาส

10.7 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (preventive Maintenance)

<u>มีข้อเสียดังนี้</u>

- ยังไม่สามารถขจัดการชำรุดที่ไม่อาจคาดคิดได้
- อาจเพิ่มค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น
- เป็นการรบกวนชิ้นส่วนระบบอื่นโดยไม่จำเป็น
- อาจเกิดผิดพลาดจาการใส่ชิ้นส่วนกลับเข้าที่ได้

สำหรับแนวทางการทำการป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)

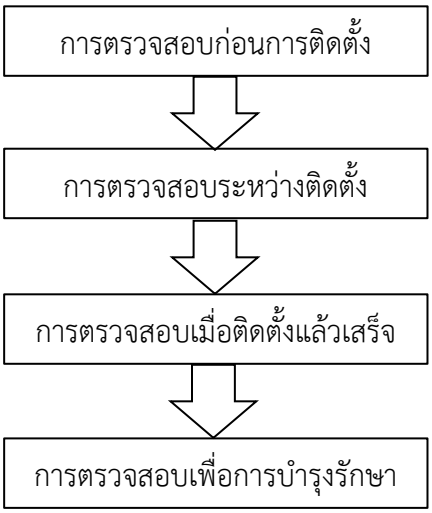


10.8 แนวทางของ TPM

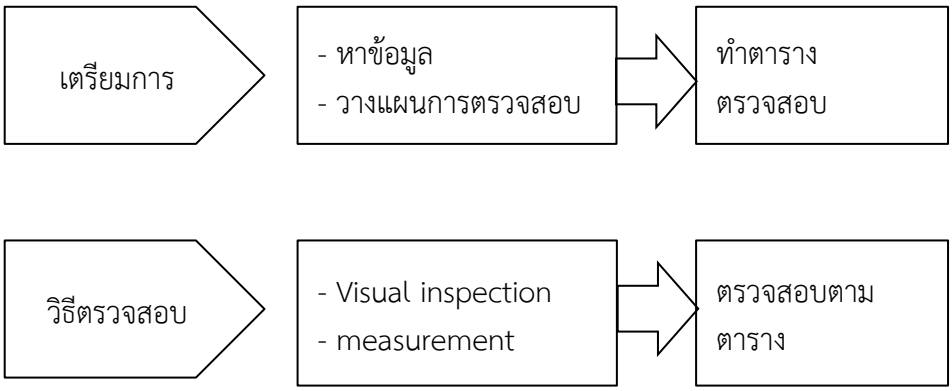
- ปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focus improvement)
- บำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous maintenance)
- บำรุงรักษาตามแผน (Planned maintenance)
- พัฒนาทักษะ (Education & Training)
- เริ่มตั้งแต่การออกแบบ (Early Management)
- บำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance)
- การปรับปรุงหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง (office improvement)
- อาชีวอนามัยและความปลอดภัย Safety, health & environment

10.9 การเตรียมการและวิธีตรวจสอบ

10.9.1 ช่วงการตรวจสอบ



10.9.2 การเตรียมการและวิธีตรวจสอบ



10.9.3 การเตรียมการ...ข้อมูลที่จำเป็น

10.9.3.1 ข้อมูลที่ต้องมีเก็บไว้ที่หน่วยตรวจสอบ

- วิธีตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมด
- สำเนารายงานการตรวจสอบครั้งก่อน
- Electrical Single Line Diagram
- Traction System
- บันทึก Name Plate ที่สมบูรณ์ทั้งหมด
- catalog ของผู้ขาย
- แบบการทำรายงาน
- คู่มือการบำรุงรักษา

10.9.3.2 ประวัติเครื่องจักร ซึ่งควรประกอบด้วย

- ชื่อ หมายเลข สถานที่ตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
- จำนวนชั่วโมง คนที่ใช้ในการบำรุงรักษา
- ช่วงเวลาการบำรุงรักษา
- ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย
- ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- เครื่องมือที่ต้องใช้
- รายการอะไหล่ที่ต้องใช้
- เงื่อนไขเชิงปริมาณที่ผู้ทำการบำรุงรักษาสามารถตัดสินใจได้
- ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการบำรุงรักษา
- บันทึกประวัติแนบท้ายการบำรุงรักษา

10.9.3.3 ประโยชน์จากประวัติของเครื่องจักร

- ใช้ประเมินหาทรัพยากรที่ใช้ในการบำรุงรักษา
- แรงงาน
- เครื่องมือ
- อะไหล่
- ประมาณการค่าใช้จ่ายได้

10.10 แนวทางการจัดการระบบการบำรุงรักษา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u>

- Single Diagram
- Wiring Diagram
- สถานีย่อยไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า
- ห้องตู้สวิตซ์บอร์ด
- Car and Motor Car
- Traction System
- Traction Invertor Container
- ล้อและเพลา
- ระบบเบรก
- ระบบการหล่อลื่น
- พูลเลย์และสายพาน
- คู่มือการบำรุงรักษา
- คู่มือการติดตั้ง

ขั้นตอนที่ 2

- เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญหรือไม่
- มีอุปกรณ์สำรองหรือไม่
- ถ้า PM Cost สูงหรือไม่สามารถลดปัญหาการสึกหรอได้ก็ไม่ควรทำ PM
- ถ้าอุปกรณ์จะล้าสมัยก่อนเวลาชำรุด ก็อาจไม่ต้องทำ PM

ขั้นตอนที่ 3

จัดทำวิธีการตรวจสอบ จุดสำคัญ และอุปกรณ์สำคัญ (Critical) ที่ต้องตรวจสอบ รวบรวมอุปกรณ์ที่มีผลต่อระบบอื่น

รายการ	การดำเนินงาน	สภาพ		หมายเหตุ
		YES	NO	
อุณหภูมิหม้อแปลง	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด			
ระดับน้ำมันหม้อแปลง (Tank & On load tap)	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่			
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว แล้วชิ้นส่วนอื่นๆ			
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่งสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง			
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก			
กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจสารดูดความชื้น (Silica gel) หารมีการเปลี่ยนสี (เป็นสีชมพู) ต้องเปลี่ยนใหม่ตรวจคาบน้ำมัน			

ขั้นตอนที่ 4

- จัดทำใบรายการบำรุงรักษา
- ตารางเวลาการบำรุงรักษา

(ได้จาก...คำแนะนำของผู้ผลิตและจากความชำนาญประสบการณ์ ระดมสมอง)

ใบรายการบำรุงรักษาควรประกอบด้วย...

- ชื่อ หมายเลข สถานที่ตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
- จำนวนชั่วโมง จำนวนคนที่ใช้ในการทำงาน
- วงรอบการบำรุงรักษา
- ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย
- ชนิดของงานบำรุงรักษา (ทางกล ทางไฟฟ้า หล่อลื่น ฯลฯ)
- ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- เครื่องมือที่ใช้
- รายการอะไหล่ที่ต้องใช้
- เงื่อนไขเชิงปริมาณที่ใช้ในการตัดสินใจว่าปกติหรือไม่
- ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการบำรุงรักษา
- บันทึกประวัติการบำรุงรักษา

ขั้นตอนที่ 5

- Construction and operation of equipment
- Specific work method
- Electrical hazards that can be present with respect to that equipment or work method
- Proper use of specific precautionary techniques
- Personal protective equipment (PPE), insulating and shielding materials, and insulated tools and test equipment
- Skills and techniques necessary to distinguish exposed, energized parts form other of electrical equipment
- Skills and techniques necessary to determine the normal voltage of exposed energized parts
- Decision-making process necessary to determine the degree and extent of hazard
- Job planning necessary to safety perform the task

ขั้นตอนที่ 6

- แรงงานที่ต้องการใช้
- เครื่องมือที่ต้องใช้
- อะไหล่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่อง
- ความปลอดภัยส่วนบุคคล
- กำหนดเป็นงบประมาณค่าใช้จ่ายได้

ขั้นตอนที่ 7

ทำการตรวจสอบและการบำรุงรักษา โดยใช้ Check List

รายการ	การดำเนินงาน	สภาพ		หมายเหตุ
		YES	NO	
อุณหภูมิหม้อแปลง	จดอุณหภูมิอากาศ น้ำมันหม้อแปลงและขดลวด	/		
ระดับน้ำมันหม้อแปลง (Tank & On load tap)	อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (สังเกตรอยแตกร้าวหรือมีไอน้ำเกาะในกระจกหรือไม่	/		
น้ำมันรั่วซึม	ตรวจตามครีบระบายความร้อน ข้อต่อวาล์ว แล้วชิ้นส่วนอื่นๆ	/		
เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	ตรวจสอบโดยการฟังเสียง ถ้าเกิดจากการสั่งสะเทือนผิดปกติจะทราบได้จากการใช้มือสัมผัสตัวถังหม้อแปลง	/		
บุชชิ่ง	ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน รอยแตก บิ่น และสิ่งสกปรก		/	รอยรั่วซึมน้ำมัน
กล่องสารดูดความชื้น	ตรวจสารดูดความชื้น (Silica gel) หารมีการเปลี่ยนสี (เป็นสีชมพู) ต้องเปลี่ยนใหม่ตรวจคาบน้ำมัน	/		

ขั้นตอนที่ 8

สรุปผล วิเคราะห์จุดบกพร่อง และรายงานรวมทั้งแก้ไขปรับปรุง

- จุดบกพร่อง
- สาเหตุ
- การแก้ไข
- การป้องกัน
- ทำรายการตรวจสอบและบำรุงรักษา

ขั้นตอนที่ 9

บำรุงรักษาตามความจำเป็น

- พบจุดบกพร่องแก้ไขทันที
- หาเวลาที่เหมาะสมแล้วดำเนินการ
- จุดบกพร่องบางรายการยังสามารถใช้งานได้

การจัดการหลังการตรวจสอบและบำรุงรักษา

- บันทึกผลการตรวจสอบ
- วิเคราะห์ผล
- หากพบสิ่งผิดปกติ แต่ยังใช้งานได้อยู่ ให้คอยติดตามงานหรือใช้เครื่องมือวัดตามความจำเป็น

10.11. การตรวจสอบและการบำรุงรักษามอเตอร์

1) ด้วยตา
2) การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
   - การทดสอบค่าความเป็นฉนวน
   - การทดสอบความต้านทานฉนวน
   - การตรวจสอบความต้านทานขดลวด
   - การตรวจสอบการสั่นสะเทือน
3) การตรวจสอบและการบำรุงหม้อแปลงไฟฟ้า

อ้างอิง

หน่วยที่ 11
กรณีศึกษาที่ 6 เส้นทางวิ่งรถไฟฟ้าและงานโยธา

11.1 ภาพรวมการซ่อมบำรุงเส้นทางวิ่งรถไฟฟ้า (Permanent Way Maintenanc)

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทางวิ่งรถไฟฟ้ามีความปลอดภัยและมีความพร้อมสำหรับการใช้งานเป็นไปตามหลักวิศวกรรมระบบรางและมาตรฐานสากล

11.2 งาน Preventive Maintenance and Corrective Maintenance

11.2.1 งาน Preventive Maintenance 10 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. งานตรวจสอบระบบรางด้วยสายตาและงานทาจาระบี	1.1 รางรถไฟ (Running rail + fastening)	W2
	1.2 จุดสับราง (Turnout)	W2
	1.3 อุปกรณ์ล็อคจุดสับราง (Manual point lock)	W2
	1.4 คอนกรีตรองรับราง (Concrete track slab)	M6
	1.5 จุดรองรับการเคลื่อนตัวตามแนวยาว (Expansion joint)	M6
2. งานตรวจสอบฟังก์ชันของระบบราง	2.1 ค่าฟังก์ชั่นความปลอดภัยของจุดสับราง (Turnout safety function measurement)	M3
	2.2 ความสึกหรอของหัวรางตามความยาว (Dip & Corr. By RM1200)	M4
	2.3 การตรวจความสมบูรณ์ภายในเนื้อรางด้วยวิธี Ultrasonic testing	M6
	2.4 การตรวจวัดค่าความสึกของราง (Rail Wear & Tear measuring)	M6
	2.5 แป้นหยุดรถไฟ (Buffer Stop)	Y1

หมายเหตุ W2 คือ ทุก 2 สัปดาห์ / M1 คือ ทุก 1 เดือน / Y1 คือ 1 ปี

12.2.2 งาน Corrective Maintenance 4 หัวข้องาน

งาน	รายละเอียด
1. เจียร์ราง (Rail grinding)	1.1 การเจียร์รางโดยใช้รถเจียร์ราง (Rail grinding by grinding vehicle : VMT445)
	1.2 การเจียร์รางโดยใช้เครื่องเจียร์รางขนาดเล็ก (Rail profile grinding by MV03)
2. การเชื่อมพอก (Build up welding)	2.1 การเชื่อมพอกรางวิ่ง (Rail build up welding)
	2.2 การเชื่อมพอกบริเวณ Frog crossing (Frog crossing build up welding)
3 การตัดเปลี่ยนราง (Rail replacement)	3.1 การตัดเปลี่ยนรางวิ่ง (Running rail replacement)
	3.2 การตัดเปลี่ยนจุดสับรางบริเวณรางลิ้นและรางประคอง (Tongue & Stock rail replacement)
	3.3 การตัดเปลี่ยนจุดสับรางบริเวณ Frog crossing
4. การซ่อมคอนกรีต (Concrete repairing)	4.1 การซ่อมคอนกรีตปริมาณน้อย
	4.2 การซ่อมคอนกรีตปริมาณมาก

11.3 งาน Preventive Maintenance

11.3.1 งาน Visual Inspection Trackwork Equipments Every 2 Weeks (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด 2-3 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) แปรง(Brush), 3) ประแจทอล์ค(Torque wrench)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) เครื่องดูดฝุ่น (Vacumm cleaner) 2) อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวรางสำรองเผื่อเปลี่ยน

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตา (Check visually) 1) สภาพของแผ่นคอนกรีต (The concrete plinth)และพื้นคอนกรีตรองรับราง (Concrete slabs) 2) จุดเชื่อมต่อราง (The weld joint) 3) จุดต่อรางแบบเป็นฉนวนไฟฟ้า (The Isulated Rail Joint) 4) สภาพของรางวิ่งหลัก (The ruuning rail) 5) สภาพของรางกันล้อปีน (Check rail & support) 6) สภาพของจุดสับราง (Turnout) 7) สภาพของแป้นปะทะหยุดรถไฟ (Buffer stop) 8) สภาพของจุดรองรับการขยายตัวตามยาวของราง (Expansion joint) 7.2) การตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวราง 1) การคลายตัวของน๊อต (Loose) 2) ความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ (Any crack)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน หากพบจุดบกพร่องต้องทำรายงานแนบด้วย
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.3.2 งาน Turnout Inspection Every 3 Months (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer 1 และ Technician 2คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) ประแจทอล์ค(Torque wrench) 2) ไฟฉาย (Torch) 3) เครื่องวัดระยะราง(Track gauge) 4) เหล็กวัด 2 เมตร(Straight ruler) 5) Frog measuring point prob 6) Filler gauge 7) แปรง (Brush)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) เครื่องดูดฝุ่น (Vacumm cleaner) 2) อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวรางสำรองเผื่อเปลี่ยน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกันหรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตา (Check visually) 1) สภาพพื้นคอนกรีต (The concrete slab) 2) จุดเชื่อมต่อราง (The weld joint) 3) จุดต่อรางแบบเป็นฉนวนไฟฟ้า (The Isulated Rail Joint) 4) การสึกของรางวิ่งหลัก (Wear & Tear of the ruuning rail) 5) การสึกของฐานรองราง (Wear & Tear of base plate) 6) การสึกของหัวรางบริเวณลิ้นราง (Wear & Tear of tongue rail) 7) การสึกของรางตะเฆ่ (Wear & Tear of frog)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7 (ต่อ)	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	8) การสึกของรางกันล้อปีน (Wear & Tear of check rail) 9) การสึกของชุดล๊อคประแจ (Wear & Tear of locking device) 10) ตำแหน่งที่ถูกต้องของแผ่นรองราง (The rail pads) 11) สภาพของหมอนคอนกรีต (The concrete sleepers) 12) สภาพของอุปกรณ์ Back drive (The back drive parts) 13) การคลายตัวของน๊อต (Loose) 7.2) การตรวจวัด 1) ระยะต่างๆ ในอุปกรณ์สับราง(Turnout Functional) 2) ระยะการประกบกันที่สมบูรณ์ระหว่างลิ้นรางกับรางหลัก 3) แนวระดับและทิศทางการเคลื่อนที่ (Line, Level, Direction) 4) ตำแหน่งที่ถูกต้องของชุดล๊อคประแจ (Clamp locking device)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ได้จากการวัดว่าอยู่ในพิกัดปลอดภัยหรือไม่
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.3.3 งาน Buffer Stop Maintenance Every 1 Year (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Technician 4 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) ประแจทอล์ค (Torque wrench) 2) ไฟฉาย (Torch) 3) แปรง (Brush)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) จาระบี (Grease grade 2) 2) อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวรางสำรองเผื่อเปลี่ยน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตา (Check visually) 1) สภาพของแผ่นคอนกรีต (The concrete plinth) และพื้นคอนกรีตรองรับราง (Concrete slabs) 2) สภาพของเครื่องยึดเหนี่ยวราง (The rail fastening) 3) สภาพของจุดต่อรางแบบเป็นฉนวนไฟฟ้า (The Isulated Rail Joint) 4) สภาพของจุดเชื่อมต่อราง (The weld joint) 5) สภาพบริเวณใกล้เคียง (The vicinity of Buffer Stop) - ระยะทางการไถลของแป้นปะทะ (sliding distance) - สภาพของรางวิ่งบริเวณของแป้นปะทะ (The running rail)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7 (ต่อ)	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.2) การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแป้นปะทะหยุดรถไฟ 1) สภาพของโครงสร้างเหล็ก (The steel structure) และสีทากันสนิม (The anti-rust paint) 2) สภาพของสกรูทุกตัว (All screw coupling) 3) สภาพขององค์ประกอบต้านแรงปะทะ (The braking equipment) 4) กำจัดสนิม, ทาสารป้องกัน(Any rust, apply corrosion protection) 5) สภาพของ Clampimg bolt, ทาจาระบี, ความแน่นของน๊อต 150Nm 6) สภาพของ Guide claw และทาจาระบี, ความแน่นของน๊อต 250Nm 7) ระดับทิศทางตั้งฉากของแป้นปะทะกับพื้น (Perpendicular position)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.3.4 งาน Rail Build up Welding (CM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer 1 และ Technician 6-7 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) เครื่องปั่นไฟ (Generator) 2) ไฟแสงสว่าง (Light plant) 3) ตู้เชื่อม (Welding machine) 4) ถังแก๊ส (LPG) 5) ถังออกซิเจน (Oxygen) 6) ประแจ (Wrench) 7) เครื่องเจียร์รางขนาดเล็ก (MV03, MP06, hand grinding) 8) ไฟฉาย (Torch)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) ลวดเชื่อมแบบหุ้มฟลักซ์
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	การซ่อมแซมข้อบกพร่องของรางวิ่ง โดยวิธีการเชื่อมพอกเนื้อราง ด้วยกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 1) Pre-heating 2) เชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 3) Rough grinding 4) Final grinding 5) ตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยวิธีการ Ultrasonic testing

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามคู่มือการเชื่อมพอกราง
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.3.5 งาน Rail Replacement (CM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer 1 และ Technician 9-10 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) เครื่องปั่นไฟ (Generator) 2) ไฟแสงสว่าง (Light plant) 3) อุปกรณ์ Thermit welding 4) ถังแก๊ส (LPG) 5) ถังออกซิเจน (Oxygen) 6) ประแจ (wrench) 7) เครื่องเจียร์รางขนาดเล็ก (MV03, MP06, hand grinding) 8) ถัง + น้ำ (Tank of water) 9) ถัง + น้ำมัน (Tank of petrol) 10) แม่แรงยกราง (Lifting jacks) 11) เครื่องขันน๊อตขนาดใหญ่ (Coach screwing machine) 12) เครื่องวัดอุณภูมิ 13) ไฟฉาย (Torch) 14) ประแจทอล์ค (Torque wrench) 15) รางใหม่ UIC60 16) เครื่องมือวัดราง (Measurement device)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) ผงเชื่อม (Thermit portion) 2) Mould 3) ถังเชื่อม (Crucible) 4) Luting Sand

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	ทำการเชื่อมต่อรางด้วยวิธีการ Thermit Welding ที่ระยะ Gap 25 mm. 1) ตัดรางสำหรับเส้นทางหลัก (Mainline) ต้องมีระยะไม่ต่ำกว่า 5 เมตรและ 3 เมตร สำหรับในโรงซ่อมบำรุง (Depot) 2) ปรับระดับของรางตรงจุดเชื่อม (Alignment setting) 3) ติดตั้ง Mould และเตรียมผงเชื่อมใส่ถัง 4) เผาจุดเชื่อม Pre-heating ด้วยออกซิเจนและก๊าซ LPG 4 นาที 5) จุดประจุไฟในถังเชื่อมน้ำเหล็กไหลลงรอยต่อ 4.5 นาที 6) ถอด Mould และตัดเนื้อเชื่อมส่วนเกินทิ้ง 7) Rough grinding 8) Final grinding และ Post-heating 9) Ultrasonic testing
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามคู่มือการตัดเปลี่ยนราง และคู่มือการเชื่อม Thermit
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.4 การซ่อมบำรุงงานโยธา (Civil Maintenance)

วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบดูแล งานโยธา/โครงสร้าง/สถาปัตยกรรม/อุปกรณ์ประกอบอาคารต่างๆ ให้มีความปลอดภัยและพร้อมสำหรับการใช้งานเป็นไปตามหลักวิศวกรรมและมาตรฐานสากล

11.5 งาน Preventive Maintenance and Corrective Maintenance

11.5.1 งาน Preventive Maintenance 8 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. งานตรวจสอบ สะพานทางวิ่งรถไฟฟ้า ด้วยสายตาจากด้านบน(above viaduct inspection)	1.1 แผ่นกันเสียง (Noise Barrier)	M3
	1.2 คอนกรีตปิดรางสายไฟแรงสูง (Cable Trough)	M3
	1.3 การตันของระบบระบายน้ำ (Drainage)	M3
	1.4 แผ่นเหล็กปิดช่องหว่างระหว่างเสา(Steel Flashing)	M3
	1.5 ราว (Hand Rail)	M3
2. งานตรวจสอบ สถานี ด้วยสายตา (station inspection)	2.1 ประตูและอุปกรณ์ประกอบ (Door and Accessories)	M4
	2.2 โครงสร้างเหล็ก (steel structure)	M9
	2.3 ราวกันตก (balustrade)	M6

หมายเหตุ W2 คือ ทุก 2 สัปดาห์ / M1 คือ ทุก 1 เดือน / Y1 คือ 1 ปี

11.5.2 งาน Corrective Maintenance 3 หัวข้องาน

งาน	รายละเอียด
1. เปลียนแผ่นกันเสียง (noise barrier replace)	1.1 ถอดออกแล้วเปลียนแผ่นใหม่ทันที (remove and replace) 1.2 ถอดออกแล้วคุมผ้าไว้ (remove and replace temporary canvas cover) 1.3 ติดตั้งปลียนแผ่นใหม่แทนที่คุมผ้าไว้ (replace for temporary canvas)
2. ซ่อมประตู (door repair)	2.1 ทำการซ่อมหากสามารถดำเนินการได้ระหว่างทำการตรวจตามวาระ (repair of PM period) 2.2 ทำการซ่อมภายหลังจากทำการตรวจตามวาระเรียบร้อยแล้ว (repair after PM period)
3 ราวกันตก (balustrade)	3.1 ทำการซ่อมหากสามารถดำเนินการได้ระหว่างทำการตรวจตามวาระ (repair of PM period)

11.6 งาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

11.6.1 งาน Visual Inspection Above Viaduct Every 3 Months (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมดอย่างน้อย2 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ประแจ(wrench), 3) กล้องถ่ายภาพ(Camera) 4) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPE)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	N / A
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	การตรวจสอบด้วยสายตา (Check visually) 1) สภาพของแผ่นกันเสียง (The concrete plinth) และจุดยึด (Fixing) 2) สภาพคอนกรีตปิดรางสายไฟแรงสูง (Cable Trough) 3) สภาพแผ่นเหล็กปิดช่องหว่างระหว่างเสา (Steel Flashing) และจุดยึด (Fixing) 4) สภาพระบบระบายน้ำจากด้านบนทางวิ่ง (Drainage) 5) สภาพราว (Hand Rail) และจุดยึด (Fixing)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน หากพบจุดบกพร่องต้องทำรายงานแนบด้วย
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.6.2 งาน Remove & Replace Nosie Barrier (CM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	หัวหน้าทีม 1 ช่างเทคนิค 8 คนขับ SKL 1 คนควบคุมเครน 1
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) สายพานสลิง 2) ไฟแสงสว่าง (Light plant) 3) ชุดประแจ 4) แชลงหรือเหล็กข้ออ้อย 5) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล(PPE) 6) กล้องถ่ายภาพ 7) ไฟฉาย (Torch) 8)เหล็กตัวซี
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	5.1) รถSKL 5.2) รถสำหรับปิดกั้นจราจร 5.3) อุปกรณ์ปิดกั้น และจัดการจราจร
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) จัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นรถ SKL และรถกระบะ 7.2) ขนย้ายแผ่นที่ใช้เปลี่ยนขึ้นรถ SKL 7.3) ปิดกั้นการจราจรบนถนนด้านล่างจุดที่เปลี่ยนแผ่น Noise Barrier 7.4) จัดเตรียมแสงสว่างให้เพียงพอต่อการทำงาน 7.5) ใช้สายพานสลิงผูกรัดกับรถ SKLกับแผ่น Noise Barrier ให้แน่นโดย ให้รองด้านล่างของแผ่น Noise Barrier ด้วยเหล็กตัวซีก่อนรัดสายพานสลิง 7.6) ถอดอุปกรณ์งานอื่นที่ยึดฝากกับแผ่น Noise Barrier ออก เช่น แผ่นพลาสติกครอบสายไฟ 7.7) ถอดน็อตยึดแผ่น Noise Barrier โดยถอด 2 ตัวล่างก่อน 7.8) ใช้เครนของรถ SKL ยกแผ่น Noise Barrier ออกวางบนพื้นที่กระบะของรถ SKL 7.9) ทำการติดตั้งแผ่น Noise Barrier กลับตำแหน่งเดิม 7.10) ขนย้ายแผ่น Noise Barrier ที่ชำรุดกลับไปทิ้งที่หน่วยงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน หากพบจุดบกพร่องต้องทำรายงานแนบด้วย
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

11.7 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ PreventiveMaintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

-กำหนดโดยปริมาณงาน CM Urgent ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 100% ของงาน CM ในแต่ละเดือน

อ้างอิง

หน่วยที่ 12
กรณีศึกษาที่ 7 การซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า

12.1 ภาพรวมการซ่อมบำรุงระบบรถไฟฟ้า (Rolling stock Maintenance)

วัตถุประสงค์เพื่อให้อุปกรณ์หลักของรถไฟฟ้ามีความปลอดภัยและมีความพร้อมสำหรับการใช้งาน เป็นไปตามหลักวิศวกรรมระบบรางและมาตรฐานสากล

12.2 งาน Preventive Maintenance ที่สำคัญ (แบ่งตาม time-based หรือ distance-based)

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. งานตรวจสอบทั่วไป	1.1 ตรวจสอบอุปกรณ์ช่วงล่างรถไฟฟ้าทั่วไป	W1
	1.2 download TCU and BCU log file	W1
	1.3 เปิดและปิด drain valve ของระบบลมอัด	W1
	1.4 ตรวจสอบมอเตอร์ขับเคลื่อนและข้อต่อเพลาทั่วไป	W1
	1.5 ทำความสะอาดกรองอากาศแอร์	W2
	1.6 ตรวจสอบตัวรับกระแสไฟฟ้าทั่วไป	W2
	1.7 ตรวจสอบระบบเกียร์	M1
	1.8 ตรวจสอบระบบเบรค จานเบรค ผ้าเบรค	M1
	1.9 ตรวจสอบหัวต่อพ่วง ด้านหน้าและระหว่างตู้รถไฟฟ้า	M1
2. งานตรวจสอบฟังก์ชันของระบบ	2.1 ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงานระบบประตูผู้โดยสารอัตโนมัติ	M3
	2.2 ตรวจสภาพล้อรถไฟฟ้าโดยละเอียด	M3
	2.3 ตรวจสอบแบตเตอรี่รถไฟฟ้าและเติมน้ำกลั่น	M3
	2.4 ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงานตัวรับกระแสไฟฟ้า	M6
	2.5 ตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงานระบบเบรค	M6
	2.6 กลึงล้อรถไฟฟ้า	R8
	2.7 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	Y1
	2.8 อัดจารบีมอเตอร์ขับเคลื่อน	Y1
	2.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ช่วงล่างรถไฟฟ้าโดยละเอียด	Y1

หมายเหตุ W1 คือ ทุก 1 สัปดาห์ / M1 คือ ทุก 1 เดือน / Y1 คือ 1 ปี

12.3 ตัวอย่างงาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

12.3.1 งาน เปิดและปิด drain valve ของระบบลมอัด (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการวางแผน เรียกรถไฟฟ้าเข้าซ่อมบำรุงรักษา ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Shift leader ประสานงานกับ CCR ในการนำรถไฟฟ้าเข้าซ่อม และส่งคืนเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จ
3	การจัดกำลังคน	Technician 1 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	not required
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	not required
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	- นำรถไฟฟ้าเข้าซ่อมบำรุงระบบช่วงล่างในช่องซ่อมด้านล่าง - ตรวจสอบให้แน่ใจรถไฟไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ระหว่างงานซ่อมบำรุง - ตัดระบบจ่ายไฟทั้งหมด ป้องกันการต่อกลับคืนและรออย่างน้อย 1 นาทีในการคลายประจุไฟฟ้า - ใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน - ใช้อุปกรณ์ป้องกัน (เช่น รองเท้านิรภัย, แว่นตา, ฯลฯ) - ก่อนเริ่มงานใดๆใต้ bogie, ควรตรวจให้แน่ใจ traction motor ใกล้ gearbox ต้องตัดระบบจ่ายไฟ - ปฏิบัติตามขั้นตอน การซ่อมบำรุงและความปลอดภัยของ BTS
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	- เปิด drain valve ดังนี้ - air reservoir’s A09/ L04 - air filter L02 - centrifugal filter B01 ปล่อยฝุ่นและน้ำ หากพบความผิดปกติ ให้แจ้ง Shift leader
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

12.4 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ Preventive Maintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

ตัวอย่างวาระการประชุม Sub Committee ในส่วนของการสรุปงาน

อ้างอิง

หน่วยที่ 13
กรณีศึกษาที่ 8 การซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณ

13.1 ภาพรวมการซ่อมบำรุงระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling Maintenance)

วัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบอาณัติสัญญาณมีความปลอดภัยและมีความพร้อมสำหรับการให้บริการ

13.2 งาน Preventive Maintenance and Corrective Maintenance

13.2.1 งาน Preventive Maintenance 7 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. งานตรวจสอบประแจสับราง	1.1 ตรวจสอบความพร้อมของประแจสับรางประจำ 2 เดือน	M2
	1.2 ตรวจสอบความพร้อมของประแจสับรางประจำ ปี	Y1
2. งานตรวจสอบระบบหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน	2.1 ตรวจสอบความพร้อมของระบบหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉินประจำ 2 เดือน	M2
	2.2 ตรวจสอบความพร้อมของระบบหยุดรุถไฟฟ้าฉุกเฉินประจำ ปี	Y1
3. งานตรวจสอบระบบบังคับสัมพันธ์	3.1 ตรวจสอบความพร้อมของระบบบังคับสัมพันธ์ประจำวัน	D
	3.2 ตรวจสอบความพร้อมของระบบบังคับสัมพันธ์ประจำเดือน	M1
	3.3 ตรวจสอบความพร้อมของระบบบังคับสัมพันธ์ประจำ 6 เดือน	M6

หมายเหตุ D คือ ประจำทุกวัน / M1 คือ ทุก 1 เดือน / M2 คือ ทุก 2 เดือน / M6 คือ ทุก 6 เดือน / Y1 คือ 1 ปี

13.2.2 งาน Corrective Maintenance 2 หัวข้องาน

งาน	รายละเอียด
1. งานปรับแต่งประแจสับราง	1.1 ปรับแต่ง ประแจสับราง เนื่องจากทดสอบ 4 มิลลิเมตรไม่ผ่าน
	1.2 ปรับแต่ง จุดอ้างอิง เนื่องจากเคลื่อนออกจากตำแหน่ง
	1.3 ตรวจสอบความพร้อมของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับประแจสับราง
2. งานตรวจสอบความพร้อมของปุ่มกดหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน	2.1 ตรวจสอบสายไฟต่างๆ ของปุ่มกดหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน
	2.2 ตรวจสอบ การใช้งานของปุ่มกดหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน

13.3 ตัวอย่างงาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

13.3.1 งานตรวจสอบความพร้อมประแจสับรางประจำ 2 เดือน

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด2-3 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์(spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ไขควง 3) ประแจทอล์ค(Torque wrench) 4) จาระบี 5) น้ำมัน
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์สับราง 7.2) สั่งประแจสับรางไปด้าน บวก และ ลบ 7.3) ทดสอบประแจสับราง 2 และ 4 มิลลิเมตร 7.4) ตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับประแจสับราง 7.5) เปิดกล่องประแจสับราง 7.6) ตรวจสอบสายไฟและจุดเชื่อมต่อ 7.7) ตรวจสอบมอเตอร์ 7.8) ตรวจสอบการให้ตัวในขณะเคลื่อนที่ของประแจสับราง 7.9) ตรวจสอบ ยาง และ อุปกรณ์ฉนวนกันน้ำ 7.10) ลองหมุนโดยใช้มือเปล่า ไปด้าน บวก และ ลบ

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	8.1) ทดสอบประแจสับราง 2 และ 4 มิลลิเมตร
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ ผู้จัดการแผนกระบบอาณัติสัญญาณ

13.3.2 งานตรวจสอบความพร้อมของปุ่มหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possession ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้ง Line Controller ก่อนเข้าและออกจากพื้นที่ทำงาน
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด2-3 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์(spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ไขควง
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบกระแสไฟฟ้า (The voltage tester) 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสไฟฟ้า (Short circuit device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	<u>กล่องหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉินที่ห้องนายสถานี</u> 7.1) ตรวจสอบกล่องหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน 7.2) ตรวจสอบความเสียหายของกล่องหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน 7.3) ตรวจสอบไฟแสดงผล 7.4) ตรวจสอบอุปกรณ์จ่ายไฟในกล่องหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน 7.5) ทำความสะอาด

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		ปุ่มกดหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน 7.6) ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ 7.7) ตรวจสอบป้ายชื่อของปุ่มกดและสายไฟต่างๆ 7.8) ทำความสะอาด 7.9) ปิดกล่องพร้อมแจ้งทางผู้ควบคุมระบบรถไฟฟ้า
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	8.1) ทดสอบโดยการกดปุ่มหยุดรถไฟฟ้าฉุกเฉิน
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ ผู้จัดการแผนกระบบอาณัติสัญญาณ

13.4 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ PreventiveMaintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

13.5 ภาพรวมการซ่อมบำรุงระบบสื่อสารรถไฟฟ้า (Train Communication Maintenance)

ตถุประสงค์เพื่อให้ การสื่อสารระหว่าง รถไฟฟ้า (Train) สถานี (Station) และห้องควบคุมกลาง (Central Control room ; CCR) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง

13.6 งาน Preventive Maintenance and Corrective Maintenance

13.6.1 งาน Preventive Maintenance 10 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. ตรวจสอบ และทำความสะอาด (Visual Check and Cleaning)	1.1 Visual check of the physical condition of the train bone radio	M1
	1.2 Visual check of the physical condition of the train PA system	M1
	1.3 Visual check of the physical condition of the mobile radio (Handportable)	M1
	1.4 Check at the station perform communication to station with CCR	M3
	1.5 Visual check of the physical condition OPT console in CCR	M1
2. ตรวจวัดและทดสอบฟังก์ชั่นของระบบ	2.1 Transmitter power and antenna VSWR measurement of the train radio	M6

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
	2.2 Check function diagnostics, calibrate touchscreen and call to CCR test of the train radio	M6
	2.3 Function test display on the DRM,TDU and TSU of the train PA system	M1
	2.4 Measurment sound level announcement of the train Public Announcement system (PA)	M6
	2.5 Check leaky feeders signal distribution this include providing trackside,concouse and office area coverage	Y1

หมายเหตุ M1 คือทุก 1 เดือน / M3 คือทุก 3 เดือน / M6 คือทุก 6 เดือน / Y1 คือทุก 1 ปี

13.6.2 งาน Corrective Maintenance 3 หัวข้องาน

งาน	รายละเอียด
.1. เครือข่ายระบบวิทยุ (Radio Network)	1.1ครวจสอบเครือข่ายระบบวิทยุ (Radio Network) โดยใช้ Network Analyzer
.2. วิทยุรถไฟฟ้า (Train radio)	2.1ตรวจสอบสัญญาณ Radio ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างรถไฟ เจ้าหน้าที่ควบคุมที่ห้องควบคุมกลาง และสถานี โดยใช้ Site Analyzer.
.3. ระบบประกาศบนรถไฟฟ้า (Train PA)	3.1ตรวจสอบความถูกต้องของข้อความแสดงเส้นทางวิ่งของรถไฟฟ้าทั้งด้านหน้ารถ (Train End Display :TED) ด้านข้างรถ (Train Side Display:TSD) และภายในตัวรถ (Dynamic Rout Map:DRM) ด้วยสายตาและใช้ Software ในการตรวจสอบ
	3.2 ตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของข้อความประกาศบนขบวนรถไฟฟ้า โดยใช้ Software

13.7 งาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

13.7.1 งานตรวจสอบวิทยุสื่อสารบนรถไฟฟ้า Visual check train bone radio (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Reserve track for the train
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้ง DEPOT Section ก่อนเข้าและออกจากรถไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ Technician รวม 2 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และ อุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) เครื่องมือพื้นฐาน (Basic tools) 2) Computer Lab top
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) สายสำหรับ Up-Down Load ข้อมูล 2) Software พิเศษสำหรับ Train radio
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยทางไฟฟ้า 5 ข้อ
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Train radio 7.2) ตรวจสอบสภาพ Connector ต่างๆ 7.3) วัดค่าTransmitter power and VSWR 7.4) ตรวจสอบสภาพ Antenna 7.5) ทดสอบฟังชั่นก์ต่างๆ
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ทอสอบโดยการใช้วิทยุเรียกไปยัง CCR หากพบจุดบกพร่องต้องทำรายงานแนบกับใบงาน
9	การปิดงาน	บันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

13.7.2 งาน Visual check of the physical condition of the train PA system (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Reserve track for the train
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้ง DEPOT Section ก่อนเข้าและออกจากรถไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ Technician รวม 2 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) เครื่องมือพื้นฐาน (Basic tools) 2) Computer Lab top
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) สายสำหรับ Up-Down Load ข้อมูล 2) Software พิเศษสำหรับ Train PA
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยทางไฟฟ้า 5 ข้อ
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Train PA 7.2) ตรวจสอบสภาพ Connector ต่างๆ 7.3) วัดค่าระดับเสียงประกาศ (Sound Level) 7.4) ตรวจสอบความถูกต้องของเสียงประกาศบนรถไฟฟ้า 7.5) ตรวจสอบข้อความของป้ายประกาศบนตัวรถไฟฟ้า 7.6) ทดสอบฟังชั่นก์ต่างๆ
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	หากพบจุกบกพร่องต้องทำรายงานแนบกับใบงาน
9	การปิดงาน	บันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

13.7.3 งาน Visual Check Leaky Feeder (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	มีการประชุม Track possesion ล่วงหน้า 1 สัปดาห์
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Apostle แจ้งเข้างานกับLine controller at CCR
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ Technician รวม 3 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	เครื่องมือพื้นฐาน (Basic tools)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1)อนุมัติการตัดกระแสไฟฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง CCR 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของ Voltage Tester 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้ง Earthing Device 6.5) ป้องการการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟฟ้า ขั้วป้องกัน หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1)ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Leaky Feede และอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว 7.2) ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Leaky Feede Cover และอุปกรณ์ยึดเหนี่ยว 7.3) ตรวจวัดระดับสัญญาณ
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานหากพบจุดบกพร่องให้ทำการแก้ไขและทำรายงานแนบใบงาน
9	การปิดงาน	บันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

13.7.4 งาน Train radio problem (CM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Reserve track for the train
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้ง DEPOT Section ก่อนเข้าและออกจากรถไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ Technician รวม 2 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) เครื่องมือพื้นฐาน (Basic tools) 2) Computer Lab top
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) สายสำหรับ Up-Down Load ข้อมูล 2) Software พิเศษสำหรับ Train Radio
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1)อนุมัติการตัดกระแสไฟฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง CCR 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของ Voltage Tester 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้ง Earthing Device 6.5) ป้องการการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟฟ้า ขั้วป้องกัน หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Train radio 7.2) ตรวจสอบสภาพ Connector ต่างๆ 7.3) วัดค่าTransmitter power and VSWR 7.4) ตรวจสอบสภาพ Antenna 7.5) ทดสอบฟังชั่นก์ต่างๆ 7.6) ทดสอบ Call to CCR
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ทดสอบ Call to CCR
9	การปิดงาน	บันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

13.7.5 งาน Train PA problem (CM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Reserve track for the train
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้ง DEPOT Section ก่อนเข้าและออกจากรถไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ Technician รวม 2 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) เครื่องมือพื้นฐาน (Basic tools) 2) Computer Lab top
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) สายสำหรับ Up-Down Load ข้อมูล 2) Software พิเศษสำหรับ Train PA
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1)อนุมัติการตัดกระแสไฟฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง CCR 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของ Voltage Tester 6.3) ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่รางจ่ายไฟ (Third rail) 6.4) ติดตั้ง Earthing Device 6.5) ป้องการการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้าด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟฟ้า ขั้วป้องกัน หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) ตรวจสอบสภาพทั่วไปของ Train PA 7.2) ตรวจสอบสภาพ Connector ต่างๆ 7.3) วัดค่าระดับเสียงประกาศ (Sound Level) 7.4) ตรวจสอบความถูกต้องของเสียงประกาศบนรถไฟฟ้า 7.5) ตรวจสอบข้อความของป้ายประกาศบนตัวรถไฟฟ้า 7.6) ทดสอบฟังชั่นก์ต่างๆ
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตรวจสอบและทดสอบ
9	การปิดงาน	บันทึกรายละเอียดการปฏิบัติงานลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

13.8 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ Preventive Maintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

ตัวอย่างวาระการประชุม Sub Committee ในส่วนของการสรุปงาน

อ้างอิง

หน่วยที่ 14
กรณีศึกษาที่ 9 การซ่อมบำรุงระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้า

14.1 ภาพรวมการซ่อมบำรุงระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบรถไฟฟ้า (Power Supply Maintenance)

วัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเป็นไปตามหลักวิศวกรรมระบบรางและมาตรฐานสากล

14.2 งาน Preventive Maintenance

14.2.1 งาน Preventive Maintenance 15 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1. งานตรวจสอบระบบไฟฟ้าด้วยสายตาและงานทำความสะอาด	1.1 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kVAC switch gears)	M3
	1.2 หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier - Transformer)	M3
	1.3 อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)	M3
	1.4 ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle)	M3
	1.5 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears)	M3
2. งานทดสอบฟังก์ชันของระบบไฟฟ้า	2.1 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kVAC switch gears)	M6
	2.2 หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier - Transformer)	M6
	2.3 อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)	M6
	2.4 ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle)	M6
	2.5 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears)	M6
3. งานตรวจสอบวัดค่าทางไฟฟ้า	3.1 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kVAC switch gears)	Y1
	3.2 หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier - Transformer)	Y1
	3.3 อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)	Y1
	3.4 ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle)	Y1
	3.5 ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears)	Y1

หมายเหตุ M3 คือ ทุก 3เดือน / M6 คือ ทุก 6 เดือน / Y1 คือ 1 ปี

14.3 งาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

14.3.1 งาน....Visual Inspection Power Supply for TSS Equipments Every 3 Month (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	แจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้รับทราบก่อนวันดำเนินงานอย่างน้อย 15 วัน
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้งผู้ควบคุมด้านวิศวกรรมเพื่อขอทำการตัดกระแสไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด2-3 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ผ้าสำหรับทำความสะอาด(Cleaning Cloth) 3) ชุดประแจ(Wrench Set) 4) ประแจแรงบิด(Torque wrench) 5) เครื่องทดสอบแรงดัน 24kV (24 Kv Voltage Tester) 6) มัลติมิเตอร์ดิจิตอล(Digital Multi Meter)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่า(Variable Voltage Source) 2) ครื่องดูดฝุ่น (Vacumm cleaner)
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.3) ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.4) ติดตั้งระบบสายดินเพื่อป้องกันการย้อนกลับของกระแสไฟฟ้า (Earthing device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้า ด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตาและงานทำความสะอาด (Check visually and Clean) 1) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kV AC switch gears) 2) หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier - Transformer) 3) อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		4) ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle) 5) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears) 7.2) การตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าย่อยประเภทต่างๆ 1) การคลายตัวของน๊อต (Loose) 2) ความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ (Any crack) 3) ความเสียหายเนื่องมาจากการลัดวงจรของอุปกรณ์ต่างๆ (Any burn)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน หากพบจุดบกพร่องต้องทำรายงานแนบด้วย
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

14.3.2 งาน.... Test function the Power Supply for TSS Equipments Every 6 Month (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	แจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้รับทราบก่อนวันดำเนินงานอย่างน้อย 15 วัน
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้งผู้ควบคุมด้านวิศวกรรมเพื่อขอทำการตัดกระแสไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด3-4 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ชุดประแจ(Wrench Set) 3) ประแจแรงบิด(Torque wrench) 4) เครื่องทดสอบแรงดัน 24kV (24kV Voltage Tester) 5) มัลติมิเตอร์ดิจิตอล(Digital Multi Meter)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่า(Variable Voltage Source) 2) ค่าความต้านแบบปรับค่า (Variable resistance 1 Kohm) 3) เครื่องดูดฝุ่น (Vacumm cleaner)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.3) ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.4) ติดตั้งระบบสายดินเพื่อป้องกันการย้อนกลับของกระแสไฟฟ้า (Earthing device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้า ด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตาและงานทำความสะอาด (Check visually and Clean) 1) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kV AC switch gears) 2) หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier - Transformer) 3) อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier) 4) ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle) 5) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears) 7.2) การทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าย่อยประเภทต่างๆ (Check all Function Test) 1) ทดสอบการทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Test trip) 2) ทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานแบบอัตโนมัติของทุกอุปกรณ์ (Automatic Function Test) 3) ทดสอบฟังก์ชั่นความปลอดภัยของทุกอุปกรณ์ (Safety interlocking test)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ได้จากการวัดว่าอยู่ในพิกัดปลอดภัยหรือไม่
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

14.3.3 งาน....Parameter Measurement the Power Supply for TSS Equipments Every 1 Year(PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	แจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้รับทราบก่อนวันดำเนินงานอย่างน้อย 15 วัน
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้งผู้ควบคุมด้านวิศวกรรมเพื่อขอทำการตัดกระแสไฟฟ้า
3	การจัดกำลังคน	Engineer และ/หรือ Technician รวมทั้งหมด5-7 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1) ไฟฉาย(Torch) 2) ชุดประแจ(Wrench Set) 3) ประแจแรงบิด(Torque wrench) 4) เครื่องทดสอบแรงดัน 24kV (24 Kv Voltage Tester) 5) มัลติมิเตอร์ดิจิตอล(Digital Multi Meter)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าปรับค่า(Variable Voltage Source) 2) รีเลย์ทดสอบ 3 เฟส(Relay test Unit Three Phase) 3) ค่าความต้านแบบปรับค่า (Variable resistance 1 Kohm) 4) เครื่องเมกโอห์ม (Megger ohm)
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) อนุมัติการตัดกระแสไฟฟ้าจากห้องควบคุมกลาง (C.C.R.) 6.2) ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.3) ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยเครื่องตรวจสอบแรงดันและกระแสไฟฟ้าประเภทต่างๆ (The Multi Meter and Voltage Tester) 6.4) ติดตั้งระบบสายดินเพื่อป้องกันการย้อนกลับของกระแสไฟฟ้า (Earthing device) 6.5) ป้องกันการทำงานที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่อาจมีกระแสไฟฟ้า ด้วยฝาครอบรางจ่ายไฟ, ขั้วป้องกัน, หรือป้ายเตือน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบด้วยสายตาและงานทำความสะอาด (Check visually and Clean) 1) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ24kV (TSS 24kV AC switch gears) 2) หม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (Rectifier – Transformer)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7 (ต่อ)	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	3) อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier) 4) ตู้ไฟลบ (-)750 VDC (Negative Return Cubicle) 5) ตู้จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (750VDC switchgears) 7.2) การวัดค่าทางไฟฟ้าของของอุปกรณ์ไฟฟ้าย่อยประเภทต่างๆ (Parameter Measurement) 1) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของหม้อแปลงจ่ายกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อน (The Insulation of transformer winding) 2) ตรวจสอบค่าการป้องกันที่กำหนดไว้เกี่ยวกับความปลอดภัยของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว (The protection setting of device)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	ตามรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบงานแล้วส่งให้ Maintenance Center

14.4 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ PreventiveMaintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

ตัวอย่างวาระการประชุม Sub Committee ในส่วนของการสรุปงาน

อ้างอิง

หน่วยที่ 15
กรณีศึกษาที่ 10 การซ่อมบำรุงระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ

15.1 ภาพรวมจุดประสงค์ของระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection Maintenance Overview, AFC)

การดูแลให้มีการเก็บค่าโดยสารที่ เหมาะสมจากผู้ใช้บริการของระบบขนส่งมวลชน ระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (AFC) เป็นระบบปิด ที่จัดการให้ผู้โดยสารถือตั๋วที่ใช้ได้ผ่านเข้าสู่พื้นที่ที่ชำระเงินแล้วของสถานีต้นทาง และผ่านออกจากพื้นที่ ชำระเงินแล้วของสถานีปลายทาง

15.2 งาน Preventive Maintenance and Corrective Maintenance

15.2.1 งาน Preventive Maintenance 8 หัวข้องาน

ประเภทงาน หรือ กลุ่มงาน	หัวข้องาน	รอบการทำงาน
1.งานตรวจสอบประตูอัตโนมัติ (Automatic Gate : AG)	1.1 Ticket Transport and Diverter Belt Inspection	W1
	1.2 Ticket Transport Magnetic Head Inspection	W2
2.งานตรวจสอบเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ (TICKET ISSUING MACHINE : TIM)	2.1 Ticket Transport / Feeder Drive Belt inspection	W1
	2.2 Ticket transport timing belt inspection	W2
3.งานตรวจสอบเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ (Integrated Ticket Machine : ITM)	3.1 ITM Ticket Transport Assembly Drive Belt Alignment And ITM Ticket Feeder Gap Alignment	M1
	3.2 Clean and Vacuum interior and exterior	M3
4.งานตรวจสอบเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ(Ticket Vending Machine : TVM)	4.1 Ticket Transport /Feeder Drive Belt Inspection/Coin Handling Module	W1
5. งานตรวจสอบเครื่องวิเคราะห์และออกตั๋ว (Analyzer/Dispenser :A/D)	5.1 Cleaning Ticket Handling Unit (THU) magnetic heads And Optical Sensor	W1
6. งานตรวจสอบเครื่องขายตั๋วระบบไร้สัมผัส (Point of Sale : POS)	6.1 Inspecting and cleaning the POS Exterior	M1

หมายเหตุ W1 คือทุกสัปดาห์ / W2 คือ ทุก 2 สัปดาห์ / M1 คือ ทุก 1 เดือน / M3 คือ ทุก 3 เดือน

15.2 2 งาน Corrective Maintenance 7 หัวข้องาน

งาน	รายละเอียด
1. Automatic Gate (AG)	. Code 05 Continuous Read Error
	. Code 22 Stacker Number 1 Stuck
2. TICKET ISSUING MACHINE (TIM)	. Code 06 Coin jam
	. Code 12 Ticket jam in Ticket Transport
3. Integrated Ticket Machine (ITM)	. Code 11 Ticket Jam In Feeder
	. Code 110 Note Jam
4. The Ticket Vending Machine (TVM)	. Code 45 Coin System Error
	. Code 60 Coins To Vault Error
5. Point of Sale Terminal (POS)	. Code 202 CSC-RW 1 (Exit)Error
6. Analyzer/Dispenser (AD)	. Code 12 Ticket Jam In Transport

15.3 งาน Preventive Maintenance หรือ Corrective Maintenance

15.3.1 งาน Ticket Transport Belt and Diverter Belt Inspection Every Week (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	แจ้งให้นายสถานีรับทราบทุกครั้งเพื่อขอเข้าพื้นที่ในการปฏิบัติงาน
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะต้องปฏิบัติให้นายสถานีรับทราบ
3	การจัดกำลังคน	Engineer หรือ Technician จำนวน 1 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) แปรงขนนุ่ม(Soft Brush) 2) แอลกอฮอล์ 95% 3) สำลีแผ่น (Cotton Swap)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	4) กุญแจ ประตูอัตโนมัติ (AG)
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) สารทำความสะอาดอาจมีส่วนผสมของสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพ 6.2) แอลกอฮอล์ 95% ที่ใช้ในขั้นตอนการปฏิบัติต่างๆ เป็นสารพิษ จึงไม่ควรใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ ในกรณีซึ่งถูกไหม้ มีรอยบาดหรือรอยข่วน

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) การตรวจสอบ Ticket Transport Belt 1) เปิดประตูอัตโนมัติ (AG) และกด key ใดๆก็ได้บน Keypad เพื่อเข้าสู่ Maintenance Mode 2) ตรวจสอบ Timing Belt ของ Ticket Transport ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหลัง Backbone ของ Ticket Transport โดยการหมุน Transport Drive Belt ด้านบนด้วยมือ 3) ตรวจดูการหลุดลุ่ย, การฉีกขาด , ซี่ของสายพานที่หายไป และรอยร้าว 4) ตรวจสอบทางเดินของ Timing Belt โดยต้องอยู่กึ่งกลางของลูกกลิ้งและเพลาต่างๆ 5) ตรวจสอบ Transport Drive Belt ด้านบนเพื่อหาการหลุดลุ่ย ,การฉีกขาด และทำความสะอาด 6) ตรวจสอบ Lower Urethane Belt เพื่อหารอยฉีกขาดและทำความสะอาด 7) ตรวจสอบ Tensioner Roller เพื่อดูความสะอาดและรอยแตกร้าว 8) ตรวจสอบความหนาแน่นของ Tensioner Roller และแรงดึงของสปริง 9) วาง Tensioner Roller ลงบน Transport Drive Belt 7.2) การตรวจสอบ Diverter Belt 1) ตรวจสอบ Upper Belt และ Lower Belt เพื่อดูรอยฉีกขาด หรือการหย่อนของ Belt 2) ตรวจสอบทางเดินของ Diverter Belt โดยต้องอยู่กึ่งกลางของเพลา 3) ทำความสะอาดสายพานด้วยสำลีแผ่นชุบแอลกอฮอล์ 95% 4) ทดสอบ Transport motor speed และปรับ speed ที่ PIM Board โดยปกติ speed จะอยู่ที่ 57-58 rpm 5) กด key (*) ที่ Keypad เพื่อออกจาก Maintenance Mode ไปยัง Revenue Mode และปิดประตูอัตโนมัติ
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	8) ทดสอบโดยใช้ตั๋วทดสอบ (Test Ticket) สอดที่ประตูอัตโนมัติเพื่อทดสอบการทำงานของ Transport โดยหน้าจอ PIDM ต้อง show code 2 ซึ่งเป็นปกติ
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบ Unscheduled Work order และส่งให้นายสถานีเพื่อยืนยันการปฏิบัติงานลงในใบ Unscheduled Work order

15.3.2 งาน Ticket Transport Magnetic Head Inspection Every 2 Weeks (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	แจ้งให้นายสถานีรับทราบทุกครั้งเพื่อขอเข้าพื้นที่ในการปฏิบัติงาน
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	แจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับงานที่จะต้องปฏิบัติให้นายสถานีรับทราบ
3	การจัดกำลังคน	Engineer หรือ Technician จำนวน 1 คน
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์(spare part and material list ตาม WI)	1) แปรงขนนุ่ม(Soft Brush) 2) แอลกอฮอล์ 95% 3) สำลีแผ่น (Cotton Swap)
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	4) กุญแจ ประตูอัตโนมัติ (AG)
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) สารทำความสะอาดอาจมีส่วนผสมของสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพ 6.2) แอลกอฮอล์ 95% ที่ใช้ในขั้นตอนการปฏิบัติต่างๆ เป็นสารพิษ จึงไม่ควรใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ ในกรณีซึ่งถูกไหม้ มีรอยบาดหรือรอยข่วน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) เปิดประตูอัตโนมัติ (AG) และกด key ใดๆก็ได้บน Keypad เพื่อเข้าสู่ Maintenance Mode 7.2) ยก Roller Head Pressure ขึ้นโดยใช้ปลายนิ้ว 7.3) ตรวจสอบผิวของหัวแม่เหล็กเพื่อหาร่องรอยชำรุด ,ความแน่นหนาและสิ่งสกปรกต่างๆ 7.4) ทำความสะอาดหัวแม่เหล็กด้วยสำลีแผ่นชุบแอลกอฮอล์ 95 % 7.5) เช็ดหัวแม่เหล็กในทิศทางตามทิศทางที่ตั๋วเคลื่อนผ่าน 7.6) กด key (*) ที่ Keypad เพื่อออกจาก Maintenance Mode ไปยัง Revenue Mode และปิดประตูอัตโนมัติ (AG)
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	8) ทดสอบโดยใช้ตั๋วทดสอบ (Test Ticket) สอดที่ประตูอัตโนมัติเพื่อทดสอบการทำงานของ Transport โดยหน้าจอ PIDM ต้อง show code 2 ซึ่งเป็นการทำงานที่ปกติ
9	การปิดงาน	กรอกรายละเอียดลงในใบ Unscheduled Work order และส่งให้นายสถานีเพื่อยืนยันการปฏิบัติงานลงในใบ Unscheduled Work order

15.3.3 งาน Ticket Transport / Feeder Drive Belt inspection Every Week (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) Tool Kit 2) Soft brush 3) Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	**Ticket Transport** 7.1) Ticket Transport Drive Belt Inspection 1) Visually inspect the upper, lower belts for wear, cracks cleanliness, burns 2) Inspect the belt tensioner for roller wear, spring tension, loose or missing hardware 3) Inspect the belt tensioner for cleanliness, proper belt tracking over the roller 4) Clean the Ticket Transport Drive Belt **Ticket Feeder** 7.2) Ticket Feeder Drive Belt Inspection 1) Visually inspect the drive belt for wear, tears, cracks, cleanliness, burns 2) Inspect the belt and the rollers for roller wear, loose or missing hardware 3) Inspect the belt, the rollers for cleanliness, proper belt tracking over roller 4) Clean the Ticket Feeder Drive Belt 7.3) Ticket Feeder Counter-Rotating Roller

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		Inspection 1) Hand turn the Counter- Rotating Roller Drive Belt, check the Counter-Rotating Roller 2) Inspect the Counter-Rotating Roller for damage, dirt, foreign objects, wear
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.4 งาน Ticket Transport timing belt inspection Every 2 weeks (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) Tool Kit 2) Soft brush 3) Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) Visually inspect the timing belt for wear, tears, cracks, missing teeth and burns 7.2) Inspect the timing belt for cleanliness and proper belt tracking over the roller 7.3) Clean the Ticket Transport Timing Belt with a cloth and alcohol

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.5 งาน ITM Ticket Transport Assembly Drive Belt Alignment and ITM Ticket Feeder Gap Alignment Every month (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) Tool Kit 2) Soft brush 3) Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) <u>ITM Ticket Transport Assembly Drive Belt Alignment</u> 1) Push in on transport backbone, lift and release backbone slide assembly lock. 2) Pull backbone assembly all way out until slide lock drops in place and backbone assembly is locked in fully extended position. 3) Slightly loosen idler arm mounting bolt located on back of transport.

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		4) Slide idler arm down until all slack in belt is gone. 5) Pull out on transport backbone enough to lift and release backbone slide assembly lock. 6) Push backbone all way in until slide assembly lock engages to hold backbone in place. 7) Run Transport Operations Test diagnostic to ensure transport is operating correctly 7.2) ITM Ticket Feeder Gap Alignment 1) Push in on transport backbone, lift and release backbone slide assembly lock. 2) Pull backbone assembly all way out until slide lock drops in place and backbone assembly is locked in fully extended position. 3) Loosen screw #1, ¾ turn CCW. (Rotate clockwise) 4) Using a screwdriver to prevent screw #2 from turning, rotate eccentric bushing in place. 5) Loosen screw #2, 1 turn CCW 6) When desired gap is set, tighten screws #1 and #2 while holding eccentric bushing in place, Check gap with feeler gauge.
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.6 งาน Clean and Vacuum interior and exterior Every 3 month (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) Tool Kit 2) Soft brush 3) Vacuum Cleaner 4) Isopropyl alcohol (95% solution) 5) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) Visually check ITM exterior cabinet for surface damage and cleanliness. Clean with cleaning material as required. 7.2) Visually check touch screen for surface damage and cleanliness. Clean with cleaning material and vacuum. 7.3) Check Ticket Transport, Entry bezel, Feeder, Note Handling Unit, Note bezel, CAU, Coin slot, Printer for grease, grime, dirt, strange object, wear and tear. Remove any strange objects, clean and vacuum. 7.4) Check Printer by using functional test and print out the slip to check the printing.
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.7 งาน Ticket Transport /Feeder Drive Belt Inspection/Coin Handling Module Every week (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	**Ticket Transport** 7.1) Ticket Transport Drive Belt Inspection 1) Visually inspect upper and lower belts for wear, cracks, cleanliness and burns. 2) Inspect belt tensioner for roller wear, spring tension, loose or missing hardware. 3) Inspect belt tensioner for cleanliness and proper belt tracking over roller. **Ticket Feeder** 7.2) Ticket Feeder Drive Belt Inspection 1) Visually inspect the Ticket Feeder Drive Belt for wear, tears, cracks, cleanliness and burns. 2) Inspect belt and rollers for roller wear, loose or missing hardware. 3) Inspect belt and rollers for cleanliness and proper belt tracking over roller. 7.3) Ticket Feeder Counter-Rotating Roller Inspection

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7 (ต่อ)	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	1) Inspect Ticket Feeder Counter-Rotating Roller for wear, loose or missing hardware, cleanliness and proper belt tracking over roller 2) Hand turn the Counter- Rotating Roller Drive Belt, check the Counter-Rotating Roller turning. 3) Inspect the Counter-Rotating Roller for damage, dirt, foreign objects and wear, clean as required. **Coin Handing Module** 7.4) <u>Escrow Inspection</u> 1) Visually inspect the Escrow for cracks, damage or dust accumulation on the Solenoid Mechanisms. 2) Visually inspect the Escrow Photo Sensors for cracks, damage or dust accumulation. 3) Use a cotton swab dipped in isopropyl alcohol to clean photo sensors. 4) Visually inspect the cables and connector terminal for damage, break and loose alignment. 5) Inspect activation of the Escrow by Press command on MPM. 7.5) <u>Coin Validator Inspection</u> 1) Remove the Coin Validator by removing the two wing nut securing the Inverted-T Plate 2) Visually inspect the Coin Validator for cracks, damage or dust accumulation 3) Use Soft brush to remove dust particles within the Coin Validator. 4) Reinstall the Coin Validator. 7.6) <u>Dejammer Inspection</u> 1) Visually inspect the Dejammer Sensors for cracks, damage or dust Accumulation. 2) Clean Dejammer Sensors; use cotton swab and isopropyl alcohol.

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7 (ต่อ)	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	3) Inspect all Dejammer Sensors wires and connectors for corrosion, chafing, damage, dust accumulation 4) Return the TVM to revenue mode, log out and secure the TVM.
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.8 งาน Cleaning Ticket Handling Unit (THU) magnetic heads And Optical Sensor Every week (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1) Tool Kit 2) Soft brush 3) Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) <u>Cleaning THU magnetic heads</u> 1) Carefully lift up the spring-loaded roller away from the magnetic head 2) Clean the magnetic head with the cotton swab

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		3) Wipe residue from magnetic head with clean cotton swab 4) Gently lower spring-loaded roller onto magnetic head 7.2) Cleaning optical sensors 1) Clean the lens of each optical sensor with a clean cotton swab
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.9 งาน Inspecting and cleaning the POS Exterior Every month (PM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor about detail in Schedule Work Order
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ ตาม WI	-
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) Inspecting and cleaning the POS Exterior 1) Inspect the Processor Unit, Monitor, Keyboard, PDU and CSC-RW exterior for scratches, stains, and defacement

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		2) Ensure interconnecting cables are tight with no sharp bends 3) Clean the Processor Unit, Monitor, Keyboard, PDU and CSC-RW exterior with cloth dampened in Touch cleaner surfaces 4) Dry the exterior and remove residual detergent 5) Remove stubborn stains with alcohol 7.2) Inspecting and Cleaning Receipt Printer Exterior and Interior 1) Clean the Receipt printer exterior cloth dampened in Touch cleaner surfaces 2) Dry the exterior and remove residual detergent 3) Vacuum the inside of the printer to move dust and paper residue 4) Ensure printer cable is tight with no sharp bends 7.3 Inspecting and Cleaning 8 Port R232 Connection Box (8 port RS 232PCI Adapter,8 Port R232 Connection Box) 1) Inspect the 8 Port R232 Connection Box for scratches, stains, and defacement 2) Clean the 8 Port R232 Connection Box exterior cloth dampened in Touch cleaner surfaces 3) Dry the exterior and remove residual detergent 4) Vacuum the inside to move dust 5) Ensure cable is tight with no sharp bends
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.10 งาน. Corrective Maintenance Automatic Gate (AG)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (spare part and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ (Safety Rule)	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) <u>Code 05 Continuous Read Error</u> 1) Check magnetic read head, roller head pressure and roller arm. 2) Inspect for mechanical wear magnetic head blocks. 3) Check for loose cable at the PIM Board. 4) Check condition of the belts. 5) Reset PIM Board and IFM Board. 6) Replace PIM Board or Transport Assembly Exit Gat 7.2) <u>Code 22 Stacker Number 1 Stuck</u> 1) Check for proper installation of ticket magazine. 2) Check cable connections. 3) Check Actuator Stacker Gate for proper operation. 4) Check ticket plat form for alignment. 5) Reset IFM board. 6) Replaced Actuator Stacker Gate.

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.11 งาน Corrective Maintenance TICKET ISSUING MACHINE (TIM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) <u>Code 06 Coin jam</u> 1) Inspect Coin Acceptor for foreign matter or dust. 2) Clean Coin Acceptor. 3) Check cable connection. 4) Reset. 5) Replace Coin Acceptor. 7.2) <u>Code 12 Ticket jam in Ticket Transport</u> 1) Check belt condition in transport.

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
		2) Check for dirty, sticky, or physically damaged tickets. 3) Check for mechanical wear in ticket transport mechanism. 4) Check for loose cable at the PIM Board. 5) Check the ticket transport sensors. 6) Check roller head pressure and roller arm. 7) Clean ticket transport belts. 8) Reset PIM Board. 9) Replace Ticket Transport Assembly
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.12 งาน Corrective Maintenance Integrated Ticket Machine (ITM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) Code 11 Ticket Jam In Feeder 1. Check for any physically damaged ticket jammed in feeder; remove the ticket. 2. Check for mechanical wear in feeder mechanism, belt and roller. 3. Check and test stepping motor. 4. Check photo sensors and Feeder gap. 5. Reset PIM Board 6. Replace Feeder Assembly Module 7.2) Code 110 Note Jam 1. Check note acceptor for jammed notes and remove notes jammed. 2. Clean BNA. 3. Reset BNA 4. Replace BNA
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.13 งาน Corrective Maintenance Ticket Vending Machine (TVM)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	7.1) Code 45 Coin System Error 1. Check connectivity between CHM board and Hopper. 2. Check Hopper cable. 3. Visually inspect Hopper and rotary disk of hopper. 4. Reset CHM. 5. Replace Hopper. 7.2) Code 60 Coins To Vault Error 1) Check CHM Diverter for coin jam, remove jammed coin. 2) Check Diverter Solenoid. 3) Check cable connection and alignment. 4) Reset CHM. 5) Replace Diverter Solenoid.
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.14 งาน Corrective Maintenance Point of Sale Terminal (POS)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	Code 202 CSC-RW 1 (Exit)Error 7.1) Check the CSC-RW cable; make sure the communication cable is secure. 7.2) Functional test command Card Read/Write. 7.3) Reboot POS. 7.4) Replace CSC-RW.
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.3.15 งาน Corrective Maintenance Analyzer/Dispenser (AD)

ลำดับ	รายการงาน	รายละเอียดการทำงาน
1	การขอเข้าพื้นที่	Inform Station Supervisor before perform work
2	การประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง	Inform Station Supervisor before Troubleshooting Failure
3	การจัดกำลังคน	Engineer or Technician 1 person
4	การจัดเตรียมอะไหล่ วัสดุ และอุปกรณ์ (stock and material list ตาม WI)	1. Tool Kit 2. Soft brush 3. Isopropyl alcohol (95% solution) 4) Cotton Swap
5	การจัดเตรียมเครื่องมือพิเศษ (special tool list ตาม WI)	1) Access Key
6	กฎความปลอดภัยที่ควรทราบ	6.1) Cleaning solutions may contain chemicals hazardous to health. 6.2) Isopropyl Alcohol, used in certain procedures, is toxic and must not be ingested or used as an antiseptic agent on burns, cuts or scratches.
7	รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ตาม work card หรือ WI)	Code 12 Ticket Jam In Transport 7.1) Check for any physically damaged ticket jammed in transport, remove the ticket. 7.2) Check for mechanical wear in transport mechanism, belt, Transaction Belt and roller. 7.3) check entry/exit sensor. 7.4) Clean Transaction Belt ,roller and sensor 7.5) Clear Error
8	การตรวจสอบ / การทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจพร้อมใช้งาน (Fit for Operation)	1) function test
9	การปิดงาน	Fill in Schedule Work Order and sent to Station Supervisor for confirm then sent Schedule Work Order to Engineering Control

15.4 การควบคุมคุณภาพและการประเมินผลงาน

ตัวอย่างการกำหนด KPI ของ Preventive Maintenance

-กำหนดโดยปริมาณงาน PM ที่ทำเสร็จ อย่างน้อย 80% ของงาน PM ในแต่ละเดือน

ตัวอย่างวาระการประชุม Sub Committee ในส่วนของการสรุปงาน