



**รายงานสรุปการฝึกอบรมภายนอก ประจำปี 2559**

รพว. (ภายใน)  
เลขที่ 1824  
วันที่ 20 ต.ค. 2559  
เวลา 15:11  
E-Doc

เรียน รพบ. ผ่าน ผชก.(นายสุชินา) ผอ.ฝทบ. รพว. ผชก.(นายวิทยา) ผอ.ฝทบ.1 ผอ.กบก2

ข้าพเจ้า นายอภิสิทธิ์ ทุมรัตน์ ตำแหน่ง วิศวกร 6 แผนก บก.2-2 กอง กบก.2 ฝ่าย ฝทบ.1 ได้รับอนุมัติให้ไปเข้าร่วมการฝึกอบรมหลักสูตร “การพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมระบบขนส่งทางราง” รุ่นที่ 6 จัดโดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)

ระหว่างวันที่ 19 เมษายน – 21 กันยายน พ.ศ. 2559 สถานที่จัด โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว ฟอร์จูน

ค่าลงทะเบียนอบรม  เสียค่าใช้จ่าย 50,000 บาท/คน  ไม่เสียค่าใช้จ่าย

เลขที่ 1825  
วันที่ 21 ต.ค. 2559  
เวลา 8:45 น.

**2. ข้าพเจ้าขอรายงานสรุปการฝึกอบรม ดังนี้**

**2.1 สรุปรายละเอียดเนื้อหาของหลักสูตร**

หลักสูตรจะประกอบไปด้วยการฝึกอบรมภายในห้องอบรม และการดูงานนอกสถานที่ โดยมีเนื้อหาในการฝึกอบรมสรุปได้ดังนี้

**1.) องค์กรและกฎหมายกับการพัฒนาและบริหารงานรถไฟ**

**1.1) องค์กรและรูปแบบการบริหารงานรถไฟ**

- Monolithic Railway มีอำนาจการบริหารเบ็ดเสร็จ
- Lines-of-Business Organization มีการแบ่งแยกประเภทของธุรกิจ
- Competitive Access การเข้าถึงแบบแข่งขัน
- The wholesaler การขายเหมา
- The Toll Rail Enterprise การเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ราง

**1.2) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางรถไฟ**

- พระราชบัญญัติจัดวางการรถ และทางหลวง พ.ศ. 2464
- พระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494
- ประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 58
- พระราชบัญญัติการรถไฟฟ้ามหานครแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2543

**1.3) ปัญหาในการบริหารงานรถไฟ**

- ด้านการกำกับดูแล
- ด้านการบริหาร
- บทบาทเอกชน

**1.4) แนวทางแก้ไขในการบริหารงานรถไฟ**

- การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนในโครงการลงทุนของรัฐ
- การกำหนดราคาค่าขนส่งทางราง
- การปรับโครงสร้างสาขาการขนส่งทางรถไฟ

1 รพช. (ภายใน)  
เลขที่ 1683  
DCS  
วันที่ 27 ต.ค. 59  
เวลา 15:20

รวม  
2920  
27/10/59  
15:27



## 2) ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ (Railway signaling system)

เป็นระบบกลไก สัญญาณไฟ และ ระบบคอมพิวเตอร์ใช้ในการแจ้งให้พนักงานเดินรถไฟทราบสภาพเส้นทางข้างหน้า เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเดินขบวนรถไฟ หยุดรถไฟ ชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ให้การเดินรถดำเนินไป ได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันหน้าที่หลักของระบบอาณัติสัญญาณ คือ ป้องกันความผิดพลาดในการเดินรถเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับรถไฟ สินค้า และผู้โดยสาร เช่น การป้องกันการชนและตกราง เป็นต้น การจัดการเกี่ยวกับพื้นที่ที่รถไฟจะสามารถเคลื่อนที่เข้าไปได้อย่างปลอดภัย และรับประกันว่ารถไฟจะต้องหยุดก่อนออกนอกขอบเขตของพื้นที่ที่ปลอดภัยที่อนุญาตให้เคลื่อนที่ได้เท่านั้น การกำหนดและบังคับให้รถไฟวิ่งอยู่ภายใต้ความเร็วที่ปลอดภัยสำหรับการเดินรถ รวมถึงการควบคุมทางตัดที่อยู่ในแนวระดับกับทางรถไฟให้มีอยู่ในภาวะที่ปลอดภัยทั้งกับรถไฟและกับประชาชนที่สัญจรผ่านบริเวณดังกล่าวด้วย

2.1) องค์ประกอบของการควบคุมในการเดินรถ การควบคุมการเดินรถสามารถแบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ภาคสนาม (field element) เช่นเสาสัญญาณ ตัวสัญญาณ ระบบเคลียร์รางระบบการสับราง ระบบป้องกันรถไฟบนรางอัตโนมัติ
2. อุปกรณ์ควบคุม (element control level) เช่นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและตรวจจรรวมถึงส่งสัญญาณมายังจุดต่างๆ ทั้งนี้อุปกรณ์ในส่วนที่ใช้ภาคสนามจะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกันและส่งสัญญาณเป็นระบบด้วยอุปกรณ์ควบคุมนี้
3. ระบบสัญญาณและการควบคุมทำงาน (signaling and operation control level) ในระบบควบคุมส่วนนี้จะกล่าวถึงการเชื่อมต่อหรือความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างผู้ควบคุมและเครื่องจักร (man-machine interface) ผู้ส่งสัญญาณจะเป็นผู้ควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟโดยตรง เขาจะรู้ตารางเวลาการหยุดรถ การเข้าสถานี
4. ระบบ interlocking level ในส่วนนี้ระบบจะทำหน้าที่ติดต่อคำสั่งควบคุมจากสถานีควบคุมส่วนกลางเพื่อควบคุมขบวนรถไฟโดยผ่านระบบสัญลักษณ์หรือสัญญาณต่างๆโดยที่พนักงานขับรถจะรับทราบภายหลัง
5. ระบบ interlocking station ในส่วนนี้ระบบ interlocking station จะทำหน้าที่ควบคุมดูแลสัญญาณ interlocking โดยขึ้นอยู่กับระยะทางและระยะห่างของแต่ละสถานี
6. ผู้ควบคุมการเดินรถ (dispatcher) จะเป็นผู้ที่ดูแลและจัดการทุกอย่างของขบวนรถไฟตั้งแต่ตารางเวลาการเดินรถ การหยุด การจอดรถในแต่ละสถานีรวมถึงการส่งสัญญาณสื่อสารกับพนักงานขับรถ

2.2) ลักษณะของสัญญาณสามารถแบ่งเป็นแบบต่างๆเช่น

- ลักษณะสัญญาณที่มนุษย์สัมผัสได้
  - สัญญาณทางแสง (optical) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการบ่งบอกตำแหน่ง
  - สัญญาณเสียง (Acoustic) เป็นสัญญาณที่ส่งถึงเป็นรายบุคคล



- ลักษณะตำแหน่งของสัญญาณ
  - สัญญาณด้านข้าง (Trackside Signals) เป็นสัญญาณที่ใช้ส่งสัญญาณข้างๆรางรถไฟ
  - สัญญาณบนตัวรถ (Vehicle Signals) เป็นสัญญาณที่ส่งจากตัวรถไปยังบุคคลหรือรถที่อยู่ด้านนอก
  - สัญญาณจากพนักงานขับรถ (Cab Signals) เป็นสัญญาณที่พนักงานขับรถส่งถึงพนักงานขับรถด้วยกัน
- ลักษณะความเป็นสัญญาณ
  - สัญญาณมือ ใช้ส่งสัญญาณโดยมนุษย์
  - สัญญาณทางกล เป็นสัญญาณที่ระบุโดยใช้ตำแหน่งของเครื่องมือ
  - สัญญาณทางแสง เป็นสัญญาณที่ถูกกำหนดขึ้นในระบบการเดินรถไฟนั้นๆ

แนวคิดพื้นฐานการควบคุมการเดินรถคือ แบ่งช่วงการดูแลความปลอดภัยบนทางรถไฟ โดยช่วงดังกล่าวจะถูกแบ่งโดยใช้ระยะทางระหว่างสถานีถึงสถานี โดยสถานีทั้งสองนี้จะต้องทราบว่าในช่วงเวลานั้นๆ มีขบวนรถไฟอยู่ในช่วงที่รับผิดชอบหรือไม่ และมีหน้าที่ให้คำอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ขบวนรถไฟวิ่งผ่านเข้าไปในบริเวณที่รับผิดชอบด้วยการให้สัญญาณผ่านวิธีการต่างๆ รวมถึงการควบคุมอุปกรณ์สับหลักขบวนรถไฟอีกด้วย ช่วงระยะทางระหว่างสถานีนี้ถูกเรียกว่า ตอนสัญญาณ(Signal block) ส่วนอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อให้สัญญาณขบวนรถไฟ อุปกรณ์สับหลักขบวนรถ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกติดตั้งอยู่บริเวณทางรถไฟหรือข้างทางรถไฟ และถูกรวมเรียกว่า สัญญาณและอุปกรณ์ประจำข้างทาง (Wayside Signal & equipment) นอกจากนี้ยังมีระบบสื่อสารซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญเพื่อให้สามารถติดต่อระหว่างสถานีได้เพื่อทราบถึงสถานะของทางรถไฟในช่วงที่รับผิดชอบ เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่ง ทั้งหมดนี้รวมเรียกว่าระบบอาณัติสัญญาณ

### 2.3) หลักการเกี่ยวกับระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ

- การรักษาระยะห่างโดยใช้ระยะห่างโดยใช้ความสัมพันธ์ของระยะเบรกของสองขบวน
- การรักษาระยะห่างโดยใช้ Fixed Block
- การรักษาระยะห่างโดยใช้ Absolute Braking Distance/ Moving Block

### 2.4) ประเภทของการตรวจจับตำแหน่งรถไฟ

• การตรวจจับเฉพาะจุด (Spot detection) เช่น การตรวจจับที่ล้อโดยใช้วงจรมแม่เหล็กหรือใช้การเหนี่ยวนำเป็นต้น

• การตรวจจับเชิงเส้น หรือการตรวจจับเป็นช่วง บางแบบเป็นการตรวจจับแบบจุดหลายๆ ตำแหน่ง (Linear detection or Quasi spot) เช่น วงจรไฟตอน (Track circuit)

• การตรวจเป็นพื้นที่ เช่นการใช้คลื่นแม่เหล็ก (Electromagnetic wave length) ซึ่งแบบนี้ไม่เพียงจับรถไฟได้ แต่รวมถึงวัตถุอื่นที่เข้ามาในพื้นที่ด้วย

• การตรวจจับแบบสามมิติ เช่นการติดตั้งกล้องที่ทางข้ามต่าง ๆ หรือเทคนิคใหม่ๆ อย่างกล้องตรวจจับวัตถุอัตโนมัติ (Automatic Image Procession) โดยกล้องจะสามารถหมุนไปจับภาพวัตถุที่นอกเหนือจากที่มีอยู่โดยปกติได้

### 2.5) ระบบป้องกันการทำงานผิดพลาดของการเดินรถอัตโนมัติ (Automatic Train protection system) หน้าที่การทำงานหลักของ ATP

- การตรวจติดตามความเร็วของรถไฟ
- การควบคุมระยะห่างระหว่างขบวนรถ
- การสั่งการทำงานจากระบบเบรกฉุกเฉิน
- การตรวจติดตามทิศทางการเดินรถ และการเคลื่อนถอยหลังของรถไฟ
- การตรวจติดตามการจอดของรถไฟ
- การปลดล๊อคประตู
- การจำกัดเพดานความเร็วรถไฟในแต่ละส่วนของเส้นทาง



2.6) ระบบขับเคลื่อนรถไฟอัตโนมัติ (Automatic Train operation system) หน้าที่การทำงานหลักของ ATO

- การขับรถไฟโดยอัตโนมัติ
- การควบคุมความเร็วของรถไฟ
- การจอดรถไฟ ณ จุดจอดที่กำหนดในตารางเดินรถ
- การปิด และเปิดประตูรถไฟ
- การปิด และเปิดประตู PSD
- การปรับความเร็วเพื่อการประหยัดพลังงานในการเดินรถที่สอดคล้องกับตารางเวลาเดินรถ (Coasting & Cruising)

2.7) Automatic Train Control & Supervision หน้าที่การทำงานหลักของ ATS

- การสนับสนุนการเดินรถอย่างมีประสิทธิภาพ
- การวางแผนและจัดการหมายกำหนดการในการเดินรถ
- การจอดรถไฟ ณ จุดจอดที่กำหนดในตารางเดินรถ
- การตรวจติดตามรถไฟ
- การตรวจติดตามตำแหน่ง และการเคลื่อนที่ของรถไฟ
- การตรวจติดตามสถานะและการควบคุมระบบการเดินรถ

2.8) ระบบอาณัติสัญญาณสมัยใหม่จะประกอบไปด้วยระบบหลักๆดังต่อไปนี้

1. ระบบป้องกันขบวนรถไฟอัตโนมัติ (Automatic Train Protection, ATP) ในภาพรวมแล้วระบบป้องกันขบวนรถไฟอัตโนมัติจะทำหน้าที่รักษาระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ 2 ขบวน ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ขบวนรถไฟไปอยู่ในเส้นทางที่ไม่ได้กำหนด และยังทำหน้าที่บังคับไม่ให้รถไฟวิ่งเร็วเกินกว่าค่าที่กำหนด
2. ระบบการเดินรถไฟอัตโนมัติ (Automatic Train Operation, ATO) ระบบการเดินรถไฟอัตโนมัติจะมีหน้าที่ทำให้การเดินรถเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการควบคุมให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางของผู้โดยสาร (journey time) และระยะห่างระหว่างขบวนรถไฟ (headway) เป็นไปตามแผนการเดินรถ
3. การบังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking, CBI) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้รถไฟเข้าไปในพื้นที่ที่อาจเป็นอันตรายในการเดินรถ และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ของระบบอาณัติสัญญาณที่ติดตั้งอยู่บนทางวิ่ง เช่น ประแจกล (Point Machine)
4. ระบบควบคุมการเดินรถจากส่วนกลาง (Central Traffic Control System, CTC) ระบบควบคุมการเดินรถจากส่วนกลางจะทำหน้าที่ควบคุมคำสั่งการเดินรถและติดตามการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟที่ได้รับอนุญาตให้เข้าไปวิ่งบนทางวิ่ง ระบบดังกล่าวจะสามารถเข้าถึงได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะถูกติดตั้งไว้ในห้องควบคุมส่วนกลาง (Central Control Room, CCR) ที่เป็นส่วนหนึ่งของศูนย์ควบคุมการเดินรถ (Operation Control Center)
5. ระบบการกำหนดขบวนรถไฟ (Train Descriptor Identification system, TDI)
6. ระบบการตั้งเส้นทางเดินรถอัตโนมัติ (Automatic Route Setting, ARS)
7. อุปกรณ์ควบคุมประแจ (Turnout Point Machines) และจุดล็อก (Points Locking)
8. อุปกรณ์สัญญาณบนทางวิ่ง (Wayside Signals)
9. ระบบตรวจจับตำแหน่งของรถไฟ (Train Detection System) ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งของขบวนรถไฟ แล้วส่งผลไปยังระบบควบคุมการเดินรถจากส่วนกลางเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับระบบบังคับสัมพันธ์ (Interlocking System) ในการควบคุมการใช้เส้นทางเดินรถ (routing) และสั่งการอุปกรณ์บนทางวิ่ง (track side equipment) นอกจากนี้ยังส่งข้อมูลไปยังระบบป้องกันขบวนรถไฟอัตโนมัติและระบบการเดินรถไฟอัตโนมัติ (ATP/ATO) เพื่อป้องกันการชนกันของรถไฟและควบคุมการทำงานของขบวนรถไฟทั้งหมดอีกด้วย



### 3.) การขับเคลื่อนขบวนรถไฟ

3.1) ต้นกำลังขับเคลื่อนขบวนรถไฟ เราสามารถแบ่งชนิดของรถไฟตามลักษณะของรูปแบบการขับเคลื่อนได้ เป็น 3 ชนิด คือ

- รถจักรลากจูงรถพ่วง (Locomotives)
- รถดีเซลราง (Diesel Multiple Unit : DMU)
- รถไฟฟ้าราง (Electric Multiple Unit : EMU)

#### 3.2) ประเภทตู้รถไฟ

- ตู้รถไฟสำหรับการขนส่งผู้โดยสาร
- ตู้รถไฟสำหรับการขนส่งสินค้า

#### 3.3) ส่วนประกอบตู้รถไฟ

• โบกี้ (bogies) มีหน้าที่รองรับน้ำหนักของตัวรถ วิ่งด้วยความเสถียรทั้งทางตรงและทางโค้งสร้างความสบายในการขับรถหรือนั่งโดยสาร ตัวโบกี้ที่พร้อมใช้งาน อาจมีจำนวนสองเพลาหรือมากกว่า ถูกติดตั้งอยู่บนโครงโบกี้เดียวกัน ซึ่งตัวของเพลาและล้อประกอบยึดติดเข้าด้วยกันและหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมเดียวกัน โครงของโบกี้จะเชื่อมต่อกับตัวโบกี้และเชื่อมต่อกับเพลาที่มีไว้สำหรับติดตั้งตัวกันสะเทือน ส่งถ่ายแรงผ่านสปริงและโช้คกันกระแทก โบกี้หนึ่งตัวจะติดตั้งตัวกันสะเทือนตัวหลักและตัวกันสะเทือนตัวรอง

• ล้อรถไฟ (Wheels) ขนาดของล้อตามมาตรฐาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.84 - 0.92 เมตร ซึ่งความโตของล้อควรเพิ่มขึ้นตามภาระหรือน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อล้อ อย่างไรก็ตาม มันเป็นไปได้ที่ล้อจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกินกว่าที่มีในปัจจุบัน เพราะการที่ล้อใหญ่ขึ้นจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายด้านการผลิตและการดำเนินงานเพิ่มขึ้น และยังคงส่งผลให้พื้นรถสูงขึ้นจากระดับเดิม ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อความเสถียรตัวรถและทำให้พื้นที่ในตู้รถไฟเปลี่ยนแปลงอีกด้วย ดังนั้นขนาดของขบวนรถไฟจึงกำหนดให้มีขนาดตายตัวและไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อายุการใช้งานของล้อรถไฟ

อายุการใช้งานของล้อรถไฟจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและน้ำหนักที่กระทำกับเพลา เมื่อขนส่งผู้โดยสารหรือขนส่งสินค้า อย่างเช่น ในกรณีของรถรางอายุการใช้งานล้อจะสั้นประมาณ 250,000 km และรถไฟความเร็วสูงอายุการใช้งานนานประมาณ 2,000,000 km

- เพลา (Axles)
- สปริง (Springs) สปริงใช้ประกอบเข้าระหว่างชิ้นส่วนของรถไฟ การใช้งานขึ้นอยู่กับวัสดุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น การอัดตัวหรือการยึดตัว

#### 3.4) กรอบการกำหนดสมรรถนะในการขับเคลื่อนขบวนรถไฟ

- แรงยึดเหนี่ยวระหว่างล้อกับราง (Adhesion Limit)
  - น้ำหนักกดเพลา (Axle Load)
  - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Friction Coefficient)
  - ปัจจัยอื่นๆ (Other Factor)
- แรงลากจูง (Tractive Effort : TD)
  - แรงขับเคลื่อน (Power)
  - แรงเสียดทานต่างๆ (Resistances)
  - การถ่ายเทน้ำหนัก (Weight Transfer)



#### 4.) งานทางรถไฟ (Track Work)

##### 4.1) โครงสร้างทางรถไฟ

การออกแบบโครงสร้างทางรถไฟ เพื่อรองรับน้ำหนักที่มาจากล้อนั้น ได้มีการออกแบบและพัฒนา มาหลากหลายรูปแบบ โดยรูปแบบที่เป็นที่ยอมรับแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

- โครงสร้างทางแบบมีหินโรยทาง (Ballast Track)
- โครงสร้างทางแบบ Slab – Track (Ballast less Track)

##### 4.2) รางรถไฟ

รางรถไฟเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้างทางรถไฟเพราะมีหน้าที่รองรับตัวรถไฟและ ควบคุมทิศทางของรถไฟ โดยทั่วไปรูปแบบของรางรถไฟมีหลายแบบแต่รูปแบบแรกที่ยังใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน เรียกว่าแบบ Grooved rail และรูปแบบต่อไปที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในช่วงปีคริสต์ศักราชที่ 19 คือแบบ Double headed ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบที่ได้รับการนิยมและการยอมรับก็คือแบบ Flat bottom ซึ่งรูปแบบนี้ เป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการต่อรางให้ยาวขึ้น เป็นหน้าตัดที่ให้ความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานเป็นระยะ เวลานาน โดยประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ หัวราง (Head) เอวราง (Web) และฐานราง (Foot) โดยได้ทำการ แสดงถึงด้านที่รับแรงอัด (Compression Side) และด้านที่รับแรงดึง (Tension Side) แต่อย่างไรก็ตามใน อนาคตคงยังมีการพัฒนาให้รูปแบบของรางรถไฟดีมากยิ่งขึ้นต่อไป

- กำลังทางกล (Mechanical strength) และส่วนผสมทางเคมี (Chemical composition) ของราง

การเพิ่มขึ้นของการรับน้ำหนักเพลาลูกเบี้ยวและความเร็วของรถไฟในปัจจุบันต้องทำการเพิ่มคุณสมบัติทางกล ของเหล็กที่ใช้ทำรางรถไฟ โดยทั่วไปกำลังรับแรงดึงจะอยู่ที่ประมาณ 50 kg/mm<sup>2</sup> แต่ในปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็นถึง 70 – 120 kg/mm<sup>2</sup> ซึ่งค่ากำลังรับแรงดึงจะขึ้นอยู่กับส่วนผสมทางเคมีโดยวัสดุรางจะแบ่งเกรด เป็น 2 เกรด คือแบบ A และแบบ B ซึ่งเกรด A รางชนิดที่มีส่วนผสมทางเคมีของคาร์บอน (Carbon, C) เป็นหลัก จะทำให้มี คุณสมบัติในการเชื่อมต่อกันง่ายขึ้นจึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการทำรางเชื่อมยาว ในส่วนของเกรด B คือ รางชนิดที่มีส่วนผสมทางเคมีของแมงกานีส (Manganese, Mn) เป็นหลัก จะทำให้ไม่เหมาะสำหรับการนำไป เชื่อมต่อกันแต่จะมีความเหนียว (Toughness) จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการทำรางสั้น

- กรรมวิธีในการผลิตรางรถไฟ

วิธีในการผลิตรางรถไฟในปัจจุบันวิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมเรียกว่า OH (Open hearth) กรรมวิธีโดยทั่วไป จะเริ่มจากการรีดราง (Rolling of Rails) ซึ่งเกิดจากกระบวนการนำเอาเหล็กที่หลอมละลายจะถูกเทจากเตา หลอมลงใน Ingot หลังจากนั้นปล่อยให้เย็นลงประมาณ ½ ชั่วโมง แล้วจึงนำแท่งเหล็กที่ได้เข้าสู่กระบวนการรีด เหล็ก (Rail Rolling) เพื่อให้ได้หน้าตัดตามที่ต้องการในแบบ

กระบวนการหลอมเหล็กเพื่อเป็นแท่งเหล็กสำหรับนำไปเข้าสู่กระบวนการรีดเหล็กเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่ต้องการมาตรฐานมากำหนดซึ่งมาตรฐานที่ใช้อยู่เป็นมาตรฐานการเตรียมวัตถุดิบหรือเตรียมแท่งเหล็กคือ มาตรฐาน Continuous Casting Process โดยวิธีนี้จะทำให้ได้แท่งเหล็กที่มีส่วนผสมทางเคมีที่สม่ำเสมอและ เป็นเนื้อเดียวกัน

##### 4.3) อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวราง

อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวรางเป็นส่วนที่สำคัญของการก่อสร้างรางรถไฟใช้สำหรับการยึดรางกับหมอนรอง รางสำหรับกำหนดระยะห่างให้ได้ขนาดทาง (Gauge) ตามแบบ



#### 4.4) หมอนรองรางรถไฟ

หมอนรองราง (Railroad Sleeper) เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ยึดจับรางรถไฟให้อยู่กับที่ ช่วยให้ขอบรางทั้งสองเส้นมีระยะที่เท่ากัน และช่วยถ่ายเทน้ำหนักลงสู่หินหรือวัสดุรองราง

- หมอนไม้
- หมอนคอนกรีตอัดแรง
- หมอนเหล็กกล้า

#### 4.5) ชุดประแจ

ประแจเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของทางรถไฟเพราะจะทำให้รถไฟวิ่งเลี้ยวจากทางรถไฟหนึ่งไปยังทางที่ต้องการ ส่วนประกอบที่สำคัญของประแจ ได้แก่ ลิ้นประแจ คันบังคับลิ้นประแจรางเสริม รางปีก รางกัน และตะเข้

#### 4.6) การยกโค้ง

เส้นทางรถไฟโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนของแนวทางตรง และส่วนแนวทางโค้งที่มีรัศมีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและความเหมาะสมของการออกแบบตามมาตรฐานที่กำหนด

ในทางตรงโดยปกติระดับสันรางทั้งสองข้างจะอยู่ในระดับเดียวกัน แต่สำหรับทางโค้งมีความจำเป็นจะต้องยกรางด้านนอกโค้งให้สูงกว่ารางด้านในโค้ง เนื่องจากขณะที่รถวิ่งมาในทางโค้งจะเกิดกระทำต่อตัวรถคือแรงเหวี่ยงด้านข้าง (Centrifugal Force) ผลักตัวรถออกมาทางด้านนอกโค้งการยกรางด้านนอกโค้งให้สูงกว่าด้านในโค้ง (Super elevation หรือ Cant) เพื่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

- เพื่อให้การกระจายน้ำหนักของล้อรถกระทำต่อรางทั้งสองด้าน ให้น้ำหนักได้เท่ากัน หรือใกล้เคียง
- เพื่อช่วยในการลดการสึกของหัวรางและบังใบล้อ เนื่องจากการเบียดของบังใบล้อ
- เพื่อลดแรงเหวี่ยงอันก่อให้เกิดความไม่สบายต่อผู้โดยสาร และสิ่งของภายในตัวรถ และทางรถไฟ

#### 4.7) วิธีปฏิบัติการยกโค้งในภาคสนาม โดยทั่วไปจะมี 3 วิธี คือ

- ยกรางนอกโค้งสูงกว่ารางในโค้ง โดยระดับสันรางในโค้งเท่ากับระดับสันรางทางตรง
- ลดระดับรางในโค้งให้ต่ำกว่ารางนอกโค้ง โดยระดับสันรางนอกโค้งเท่ากับระดับสันรางทางตรง
- ปรับระดับทั้งรางในโค้งและนอกโค้งเพื่อให้ได้ค่าตามที่ต้องการ

ทั้งนี้โดยทั่วไปจะนิยมใช้วิธีการยกโค้งแบบยกรางนอกโค้งสูงกว่ารางในโค้ง

### 5.) ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Railway Electrification System)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ระบบขับเคลื่อนบนรถไฟ หลักการคือโรงไฟฟ้าจะผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดพลังงานต่างๆ แล้วส่งกระแสไฟฟ้าไปตามสายส่งที่ติดตั้งไปตามรางรถไฟในรูปแบบต่าง ๆ ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น พลังงานน้ำจากเขื่อน พลังงานความร้อนจากถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาติ รวมถึงพลังงานทดแทนต่าง ๆ จากแสงอาทิตย์ ลม เป็นต้น ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปตามสายส่งจะมีการแปลงระดับแรงดันให้เหมาะสมกับระบบขับเคลื่อนบนรถไฟและระยะทางที่รถไฟวิ่งไป ซึ่งในระหว่างทางนั้น จะมีสถานีไฟฟ้าย่อยตั้งอยู่เป็นระยะ ๆ สำหรับแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ หรือควบคุม หรือจัดการการรับส่งแรงดันไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าอื่นในแต่ละพื้นที่ที่รถไฟเคลื่อนที่ผ่านไป ให้เหมาะสมกับระบบขับเคลื่อนบนรถไฟ

#### 5.1) ระบบจ่ายไฟฟ้า สรุบบระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้รถไฟที่นิยมกันในปัจจุบันนี้ แบ่งได้ดังนี้

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 600 V, 750 V, 1.5 kV และ 3 kV
2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 16.7 Hz 15 kV
3. ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 50 Hz 25 kV



5.2) การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ส่วนต่าง ๆ ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
2. สายส่ง
3. หม้อแปลง
4. สถานีย่อย
5. ระบบจำหน่ายสำหรับรถไฟฟ้า (Traction Power Distribution)
6. คาปาซิเตอร์แบบขนาน และ การป้องกันการลัดวงจรลงดิน

5.3) รูปแบบการจ่ายไฟฟ้า

1. ระบบจ่ายไฟเหนือศีรษะ
2. ระบบจ่ายไฟรางที่ 3

5.4) ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม (SCADA) ระบบควบคุมผู้เชี่ยวชาญ (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) หลักการ คือ การรวบรวมข้อมูล การควบคุม และการตรวจสอบผ่านทางหน้าจอแสดงผล โดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยควบคุมอยู่ที่หน้าจอแสดงผลนี้ เป็นระบบที่นิยมใช้ในการควบคุมในด้านต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบจ่ายน้ำ ปิโตรเลียม เคมี และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่งข้อมูล (Data Acquisition) การควบคุมด้วยผู้เชี่ยวชาญ (Supervisory Control) การควบคุมในกระบวนการ (Process Control) ปกติในการใช้งานระบบ SCADA ในการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้านั้น นอกจากจะใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าแล้ว ยังมีระบบจัดการพลังงานด้วย (Energy Management System) เพื่อให้การจ่ายกำลังไฟฟ้าในแต่ละสถานีย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และตัดสินใจได้ทันทีเมื่อมีเหตุบกพร่องในระบบว่า ต้องตัดการทำงานของระบบไฟส่วนใดบ้าง จึงทำให้ระบบไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ปลอดภัย (Safety) และมีประสิทธิภาพอย่างเหมาะสม (Economic Efficiency) สำหรับการควบคุมแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้รถไฟฟ้า โดยใช้ระบบ SCADA นั้นนอกจากจะใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้าแล้ว ยังควบคุมการเดินรถควบคู่ไปด้วย โดยจะใช้ระบบสื่อสารระยะไกลที่มีประสิทธิภาพรวดเร็ว เพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามีความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือ และสามารถทำงานได้สอดคล้องกับแผนการจัดการการเดินรถ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของระบบขนส่งทางรางด้วยรถไฟฟ้า นอกจากนี้ยังอาจจะมีกล้อง CCTV ร่วมด้วย เพื่อดูแลความปลอดภัยของผู้โดยสาร เช่น ป้องกันการป่วนหากกรณีเกิดมีคนตกลงบนราง หรือเวลารถกำลังเคลื่อนที่เข้าหรือออกชานชาลา เป็นต้น ซึ่งศูนย์กลางของระบบ SCADA นั้น จะจัดอยู่ในศูนย์ควบคุมการเดินรถกลาง (Centralized Traffic Control, CTC) ซึ่งจะสามารถมองเห็นการเดินรถทุกสถานี





## 6.) การบริหารการซ่อมบำรุง

### 6.1) วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุง

ในทางทฤษฎี วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆในระบบขนส่งทางรางก็เพื่อให้ได้จุดเหมาะสมในการใช้ทรัพยากรกับผลผลิตที่ได้จากระบบ แต่ในความเป็นจริงหน่วยงานซ่อมบำรุงจะต้องเกี่ยวข้องกับหลายฝ่าย เช่น

หน่วยงานที่ต้องใช้เครื่องจักร

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย

หน่วยงานด้านบริหารจัดการ

ดังนั้นการหารือร่วมกันกับทุกหน่วยงานในการตั้งวัตถุประสงค์ของหน่วยงานซ่อมบำรุงจึงต้องมีความจำเป็น เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

โดยสรุปแล้ว วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงก็เพื่อให้ระบบรถไฟมีความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา ด้วยค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม มีความปลอดภัย และได้สมรรถนะตามเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ถ้าจะกำหนดให้ชัดเจนขึ้นไปอีก วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงจะประกอบด้วย

1. การปรับปรุงขั้นตอนการซ่อมบำรุง การลดจำนวนงานความถี่ และความซับซ้อนของการซ่อมบำรุง
2. การประยุกต์ใช้เทคนิคหรือทักษะที่ไม่ยากในการซ่อมบำรุง การลดจำนวนของวัสดุและอะไหล่ที่ใช้
3. การสร้างโปรแกรมการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กร
4. การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการซ่อมบำรุง

### 6.2) คำนิยามและคำศัพท์

1. การซ่อมบำรุง (maintenance) คือ กิจกรรมทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งนี้ยังรวมถึงการซ่อมแซมด้วยเพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานได้

2. วิศวกรรมการซ่อมบำรุง (maintenance engineering) คือ กิจกรรมที่เกี่ยวกับงานซ่อมบำรุงที่เกิดมาจากการวางแผนไว้ล่วงหน้า โดยอาศัยหลักการ กฎเกณฑ์และความต้องการด้านเทคนิคมาสร้างกิจกรรมดังกล่าว ทั้งนี้ทำให้การซ่อมบำรุงดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือ PM คือ การซ่อมบำรุงที่ดำเนินการเพื่อป้องกันเหตุขัดข้องหรือการหยุดของเครื่องจักรโดยฉุกเฉิน

4. การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) หรือ CM คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องหรือทำให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

5. การซ่อมบำรุงทวีผล (Productive Maintenance) คือ กรรรมวิธีการซ่อมบำรุงที่นำเอาการซ่อมบำรุงที่กล่าวข้างต้นมาประกอบเข้าด้วยกัน

6. การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Prevention) คือ การดำเนินการใดๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการซ่อมบำรุง หรือมีแต่น้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยออกแบบอุปกรณ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน ติดตั้งให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ



7. การซ่อมบำรุงทวีผลรวม (Total Productive Maintenance) หรือ TPM คือ การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตามสายการผลิตต่างๆ และผู้ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงโดยตรง

### 6.3) โครงสร้าง หน้าที่ และการจัดการองค์กร

1. หลักการวางโครงสร้างองค์กร หลักการสำคัญที่ช่วยในการวางแผนโครงสร้างขององค์กรประกอบด้วย

- กำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบให้ชัดเจนออกเป็นฝ่าย โดยพยายามให้มีการเหลื่อมล้ำน้อยที่สุด
- กำหนดจำนวนพนักงานที่หัวหน้างานต้องดูแลให้เหมาะสม
- ปรับแต่งองค์กรให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวบุคคล
- ทำให้สายงานหรือการสั่งการสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

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

ข้อดีของการบริหารแบบรวมศูนย์

- แบบรวมศูนย์อำนาจมีประสิทธิภาพกว่าแบบกระจายอำนาจ
- จำนวนบุคลากรที่ใช้ต่ำกว่าแบบกระจายอำนาจ
- การดูแลและการสั่งการมีประสิทธิภาพกว่า
- การใช้เครื่องมือพิเศษและผู้เชี่ยวชาญพิเศษจากภายนอกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- การฝึกพนักงานใหม่ที่พนักงานทำได้ง่ายกว่าและสะดวกกว่า

ข้อเสียของการบริหารแบบรวมศูนย์

- พนักงานขาดโอกาสที่จะเรียนรู้การใช้เครื่องมือพิเศษและทักษะพิเศษ
- ผู้เชี่ยวชาญการควบคุมดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่อยู่ไกลจากศูนย์ปฏิบัติการทำได้ยาก
- ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปยังพื้นที่ปฏิบัติงานอยู่ห่างไกลมีจำนวนสูง
- เวลาที่ใช้ในการเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่ห่างไกลใช้เวลานาน

### 2. หน้าที่ของหน่วยงานซ่อมบำรุง

1. วางแผนและซ่อมแซมอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด
2. ทำการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดยพัฒนาโปรแกรมการทำงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาสำคัญตามมา
3. จัดทำงบประมาณที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับค่าตอบแทนของบุคลากรค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายต่างๆ
4. จัดการให้มีอะไหล่พร้อมใช้เมื่อต้องการซ่อมบำรุง
5. จัดเก็บประวัติของอุปกรณ์ และงานซ่อมบำรุงที่ได้จัดทำไปแล้ว
6. พัฒนาวิชาการติดตามผลงานของพนักงาน งานซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ



7. พัฒนาวิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพกับบุคลากรฝ่ายต่างๆตั้งแต่ พนักงาน หัวหน้างาน และผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง
8. จัดฝึกอบรมพนักงานซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มทักษะและประสิทธิภาพในการทำงาน
9. ตรวจสอบแผนการเพิ่มอุปกรณ์หรือเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น
10. ปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้รวมถึงการนำไปทำเป็นโปรแกรมสำหรับฝึกอบรมพนักงานซ่อมบำรุงด้วย
11. พัฒนาข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับผู้รับเหมาและตรวจสอบงานที่จัดจ้างโดยผู้รับเหมาให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา

### 3. การจัดโครงสร้างขององค์กร

การออกแบบหน่วยงานการซ่อมบำรุงต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น การวางตำแหน่งกำลังคน ความยืดหยุ่นในการทำงานกับหน่วยงานอื่น ผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับงานอะไหล่ การแบ่งความรับผิดชอบระหว่างฝ่ายปฏิบัติการและฝ่ายซ่อมบำรุง

โครงสร้างทรัพยากรจะเกี่ยวข้องกับการจัดวางตำแหน่งของกำลังคน อะไหล่ เครื่องมือและฐานข้อมูลและการกำหนดหน้าที่การทำงาน องค์กรประกอบและขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้รวมถึงโลจิสติกส์อีกด้วย ตัวอย่างเช่น การวางกำลังคนในแต่ละสายที่ปฏิบัติการซ่อมบำรุงประจำและงานซ่อมบำรุงฉุกเฉินที่มีระดับความสำคัญต่ำเพื่อให้การปฏิบัติงานดำเนินไปได้อย่างราบรื่นในแต่ละงาน

#### 6.4) การซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ

##### 1. นโยบายการซ่อมบำรุง (maintenance policy)

การซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องการกำหนดนโยบายการซ่อมบำรุง ทั้งนี้เพื่อความต่อเนื่องของการดำเนินงานรวมถึงความชัดเจนในเรื่องของแผนการจัดการการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากไม่ว่าองค์กรจะมีขนาดเท่าใด โดยปกติหน่วยงานซ่อมบำรุงจะมีคู่มือที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับนโยบาย แผนงานวัตถุประสงค์ ความรับผิดชอบ (responsibility) และโครงสร้างการสั่งการของระดับ คู่มือนี้ยังรวมถึงสิ่งที่ต้องรายงาน (reporting requirement) วิธีการและเทคนิคที่เป็นประโยชน์ และดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กร (performance measurement indices)

##### 2. การควบคุมอะไหล่

โดยปกติแล้วค่าใช้จ่ายของอะไหล่ (material cost) ในการซ่อมบำรุงจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 30-40% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการซ่อมบำรุง

##### 3. ระบบใบสั่งงาน (work order system)

ใบสั่งงาน คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดให้บุคคลหรือกลุ่มไปทำงานให้บรรลุตามเป้าหมาย ระบบใบสั่งงานที่ดีจะต้องประกอบงานที่มอบหมายและงานที่ทำเสร็จ ไม่ว่าจะงานนั้นจะเป็นงานที่ต้องทำประจำหรือเป็นงานเฉพาะกิจ (repetitive or one-time jobs) ระบบใบสั่งงานสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมค่าใช้จ่ายและการประเมินสมรรถนะของงานได้



#### 4. การทำประวัติเครื่องจักร

การทำประวัติเครื่องจักรถือเป็นสิ่งที่สำคัญต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะของหน่วยงานซ่อมบำรุง ประวัติเครื่องจักรสามารถแยกได้เป็น 4 ส่วน คือ

- 1 ประวัติงานซ่อมบำรุงที่ผ่านมา
- 2 ประวัติค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง
- 3 ประวัติรายการสิ่งของ
- 4 ประวัติด้านเทคนิคของเครื่องจักร

#### 5. การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

จุดประสงค์หลักของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (preventive maintenance) ก็เพื่อรักษาให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างดี หรือแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเล็กน้อยที่อาจนำไปสู่ปัญหาใหญ่ได้ โดยทั่วไป ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขอบเขตและสิ่งที่ต้องทำในงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะมี 3 อย่างคือ

1. ความน่าเชื่อถือของกระบวนการ (process reliability)
2. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (economics)
3. คุณภาพของงานตามมาตรฐาน (standards compliance)

### 7.) รถไฟความเร็วสูง (High Speed Train)

ในการขนส่งทางบกที่สามารถบรรทุกสิ่งของ หรือการขนย้ายผู้คนที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในปริมาณที่มาก ๆ และรวดเร็ว นั้น มีหลากหลายวิธี ทั้งทางน้ำ โดยเรือโดยสารขนาดใหญ่ ทางอากาศ โดยเครื่องบินพาณิชย์ และทางบก โดยรถโดยสาร หรือรถไฟ ซึ่งการขนส่งทางบกที่สามารถขนย้ายผู้คนที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้รวดเร็วนั้น รถไฟความเร็วสูงเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด การพัฒนาและเริ่มใช้รถไฟความเร็วสูงนั้นประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแรกที่ได้มีการพัฒนาระบบการขนส่งทางบกด้วยรถไฟความเร็วสูงมาใช้เชิงพาณิชย์โดยในช่วงแรกอยู่ภายใต้การดูแลโดยรัฐบาลญี่ปุ่น แต่เกิดปัญหาขาดทุนในการเดินรถจึงมีการเปลี่ยนแปลงการบริหารมาเป็นการบริหารโดยภาคเอกชนแทนซึ่งทำให้กิจการรถไฟในประเทศญี่ปุ่นเฟื่องฟูมาก และในแถบเอเชียเองก็ได้มีประเทศที่นำเอาเทคโนโลยีการเดินรถไฟความเร็วสูงมาใช้ เช่น ประเทศเกาหลีใต้ ไต้หวัน และจีน เป็นต้น

การพัฒนารถไฟความเร็วสูงในแถบยุโรป ประเทศเยอรมันได้พัฒนาระบบขนส่งรถไฟความเร็วสูงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน รวมทั้ง ประเทศอิตาลี ฝรั่งเศส สเปน ก็ได้มีการพัฒนาเช่นกันทั้งด้านความเร็วและความสามารถในการขนย้ายผู้โดยสารจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเป็นจำนวนมาก ๆ รถไฟความเร็วสูง เป็นระบบขนส่งที่เหมาะสมกับเมืองที่มีประชากรมากที่มีการจราจรที่ติดขัด และต้องอาศัยการเดินทางในช่วงเวลาเดียวกันของผู้คนเป็นจำนวนมาก ถ้าเราเปรียบเทียบการเดินทางกับระบบขนส่งโดยสารประจำทาง จะทำให้เราสามารถมองเห็นถึงความแตกต่างที่ชัดเจนว่า รถโดยสารประจำทางต้องจอดเพื่อรับผู้โดยสารในช่วงระยะทางสั้นๆและบ่อยๆ ต้องจอดรอสัญญาณจราจรตามสี่แยก ทำให้การเดินทางจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งต้องใช้เวลาบางส่วนระบบรถไฟความเร็วสูงนั้นเส้นทางการเดินรถจะถูกแยกออกจากระบบการเดินรถไฟปกติเป็นเอกเทศ



ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยในการเดินทาง เนื่องจากการเดินทางไฟที่ความเร็วสูงมาก ๆ ถ้าจำเป็นในกรณีฉุกเฉิน จะต้องหยุดการเดินทางทันที

### 7.1) ลักษณะของรถไฟความเร็วสูง หรือ ไฮสปีดเรล (High Speed Rail - HSR)

รถไฟความเร็วสูง จะมีลักษณะของรถไฟที่ใช้โดยสารหรือบรรทุกผู้โดยสารในจำนวนมาก ๆ ซึ่งการเดินทางไฟที่ความเร็วสูงกว่าความเร็วรถไฟทั่วไปที่ให้บริการ โดยปกติจะมีความเร็วของรถไฟในการให้บริการเดินทางที่มีความเร็วสูงกว่า 200 km/hr และในการให้บริการเดินทางหรือเส้นทางในการให้บริการเดินทางนั้นรถไฟความเร็วสูง โดยทั่วไปจะวิ่งให้บริการบนรางรถไฟที่ถูกออกแบบให้มีขนาดพิเศษและมีความกว้างของรางรถไฟอยู่ที่ 1.435 เมตร (มักเรียกว่า สแตนดาร์ดเกจ Standard Gauge) ซึ่งเป็นขนาดความกว้างมาตรฐานสากลของรางรถไฟสำหรับรถไฟความเร็วสูง

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน มีการบันทึกและวัดสถิติความเร็วในการวิ่งให้บริการของรถไฟความเร็วสูงไว้จากหลากหลายประเทศ รถไฟความเร็วสูงที่จัดได้ว่าเป็นรถไฟความเร็วสูงที่ให้บริการที่สามารถวิ่งและทำความเร็วในการทดสอบได้สูงถึง 574.8 km/hr นั้นเป็นสถิติของรถไฟทีจีวี (TGV) ซึ่งได้ถูกพัฒนาเทคโนโลยีจากประเทศฝรั่งเศส ในการบันทึกและวัดสถิติความเร็วในการวิ่งของรถไฟความเร็วสูงนั้น จะดำเนินการวัดสถิติขณะที่รถไฟวิ่งที่ความเร็วสูงสุดซึ่งส่วนมากจะอยู่ในช่วงการทดสอบวิ่งก่อนที่จะมีการให้บริการของรถไฟความเร็วสูง แต่ยังมีรถไฟความเร็วสูงที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ที่สามารถทำความเร็วในการวิ่งทดสอบได้สูงที่สุดถึง 581 km/hr ซึ่งเป็นรถไฟที่ใช้เทคโนโลยีของระบบแม็กเลฟ (MLX01) ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นโดยหลายประเทศ แต่ที่ทำได้คือรถไฟความเร็วสูงของประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศแรกที่เริ่มแนวคิดนี้ รถไฟความเร็วสูงส่วนใหญ่ที่ได้ถูกออกแบบสำหรับเป็นรถโดยสารที่ขนถ่ายผู้โดยสารเป็นจำนวนมากๆ ในระยะเวลาที่สั้น ซึ่งเหมาะกับการจราจรจากเมืองหนึ่งไปอีกเมืองหนึ่ง โดยบางครั้งรถไฟความเร็วสูงก็ได้มีการออกแบบไว้พิเศษสำหรับการให้บริการขนส่งสินค้าระหว่างเมืองใหญ่ๆ ด้วยเช่นกัน เช่น รถไฟความเร็วสูงชื่อ ลา โปสแต้ (La Poste) ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยประเทศฝรั่งเศส

### 7.2) การพัฒนาเมืองกับรถไฟความเร็วสูง

การวางผังเมืองที่มีขนาดใหญ่ นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการรองรับในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนตามแนวทางการเติบโตอย่างชาญฉลาดในการพัฒนาเมืองใหญ่ๆ จำเป็นจะต้องมีการนำเอาระบบการขนส่งระบบรางที่มีประสิทธิภาพสูง รวดเร็วและทันสมัยมาใช้ ซึ่งหนึ่งในตัวเลือกที่ชาญฉลาดในการเลือกระบบขนส่งระบบราง คือการใช้การขนส่งด้วยรถไฟความเร็วสูง ซึ่งจะสามารถรองรับการให้บริการผู้โดยสารประชาชนในการเดินทางจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งในปริมาณของผู้โดยสารคราวละมากๆ มีความปลอดภัยสูงและรวดเร็วในการเดินทางสู่จุดหมายปลายทาง ประโยชน์ของรถไฟความเร็วสูงนอกจากใช้ในการขนย้ายผู้คนจำนวนมากๆ จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง รถไฟความเร็วสูงยังสามารถช่วยผู้โดยสารในการเดินทางย่นระยะเวลาลงทำให้การเดินทางมีความรวดเร็ว และรถไฟความเร็วสูงยังช่วยให้สถานะทางเศรษฐกิจของเมืองดีขึ้นอย่างมาก โดยทำให้เกิดการสร้างงาน สามารถเพิ่มรายได้และยังสร้างโอกาสให้ประชาชนทั่วไปสามารถเดินทางและประกอบกิจการในบริเวณรอบๆ สถานีรถไฟความเร็วสูงอีกด้วย



### 7.3) การใช้ประโยชน์พื้นที่รอบสถานีรถไฟ

ปัจจุบันนี้ถ้าวัดถึงอนาคตในการพัฒนาสถานีรถไฟความเร็วสูงนั้น จะต้องพิจารณาผลกระทบโดยตรงกับการพัฒนาเมืองและการเติบโตทางเศรษฐกิจ เพราะสถานีรถไฟจะเป็นแหล่งที่ผู้ใช้บริการเดินทางประชาชนทั่วไป ทั้งนักธุรกิจ พ่อค้า นักศึกษา ฯลฯ จะต้องใช้เป็นจุดเริ่มต้นเดินทาง จุดเชื่อมต่อการเดินทางหรือเปลี่ยนทิศทางในการเดินทาง ดังนั้น ในการวางผังเมืองเพื่อให้สอดคล้องกับการเติบโตของเมืองในอนาคตจะต้องพิจารณาให้ละเอียดรอบคอบ ถึงสิ่งที่ประชาชนต้องการ ต้องพัฒนาสถานีการให้บริการรถไฟความเร็วสูง เหมือนแหล่งช้อปปิ้ง ช็อปปิ้ง สามารถเป็นแหล่งพักผ่อนเพื่อจะเดินทางต่อไปหรือสามารถเป็นจุดนัดพบเพื่อให้ผู้มาใช้บริการรู้สึกผ่อนคลายในระหว่างการเดินทาง

สถานีรถไฟความเร็วสูงของเมืองใหญ่ๆ เช่นต่างประเทศในสมัยก่อนจะเป็นเพียงแค่จุดเชื่อมต่อในการเดินทางระหว่างเมืองหนึ่งกับอีกเมืองหนึ่งเท่านั้น หรือเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างแหล่งเศรษฐกิจสำคัญกับแหล่งที่พักอาศัยเท่านั้น แต่ในปัจจุบัน แนวคิดในการสร้างและพัฒนาสถานีรถไฟได้เปลี่ยนแปลงไป มีการพิจารณาและคำนึงถึงการเติบโตของเมืองจำนวนประชากรที่ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นและการเติบโตทางเศรษฐกิจ

ในการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของพื้นที่โดยรอบให้เป็นศูนย์กลางของแหล่งค้าขาย แหล่งเศรษฐกิจใหม่ของเมือง อย่างเช่น รอบ ๆ สถานีรถไฟความเร็วสูงของเมืองมิลาน ประเทศอิตาลี ได้มีการพัฒนาเพื่อรองรับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น รอบๆ สถานีมีการพัฒนาให้เป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญของเมือง

ในบางประเทศ มีการพัฒนาให้สถานีรถไฟความเร็วสูง มีสถานที่จอดรถยนต์สำหรับผู้มาใช้บริการ ในการเดินทาง เช่น กรุงเบอร์ลิน ในประเทศเยอรมัน เป็นสถานีรถไฟที่ทันสมัยสามารถรองรับรถยนต์ที่มาจอดได้ถึง 860 คัน และสามารถรองรับประชาชนที่มาใช้บริการจำนวน 350,000 คนต่อวัน จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเปลี่ยนแปลงพื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟความเร็วสูงสามารถทำให้เมืองเป็นแหล่งเศรษฐกิจใหม่ ก่อให้เกิดประโยชน์และเปิดโอกาสให้ประชาชน ให้มีรายได้ที่เพิ่มขึ้น มีการเดินทางที่สะดวกรวดเร็ว

### 7.4) ปัจจัยในการวางแผนก่อสร้างรถไฟความเร็วสูง

ในวางแผนการก่อสร้างรถไฟความเร็วสูงนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านเทคนิค เช่น เทคโนโลยีหลัก (core system) เส้นทางเดินทาง ค่าแห่งของสถานี ยังต้องคำนึงถึงรูปแบบการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ และความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งปัจจัยหลักในการวางแผนก่อสร้างรถไฟความเร็วสูงจะประกอบด้วย

#### 1. การเลือกเส้นทางและตำแหน่งของสถานี

การเลือกเส้นทางเดินทางรถไฟความเร็วสูงนั้นมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากรถไฟความเร็วสูงจะวิ่งด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 250 km/hr ดังนั้นเส้นทางวิ่งต้องไม่มีสิ่งกีดขวางหรือสิ่งที่เป็นอันตรายต่อการเดินทางเช่น สัตว์เลี้ยงหรือยานพาหนะใด ๆ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้โดยสารและตัวรถไฟ นอกจากนี้การเลือกที่ตั้งของสถานีรถไฟความเร็วสูงนั้น ต้องพึงระลึกเสมอว่า สถานีรถไฟนั้นต้องมีความสะดวกของผู้โดยสารในการเข้าถึง อยู่ใกล้หรือในใจกลางเมืองที่มีปริมาณของผู้โดยสารต่อวันสูง โดยปกติคนทั่วไปจะใช้บริการรถไฟ



ความเร็วสูงในการเดินทางท่องเที่ยวหรือไม่ก็ใช้ในการเดินทางไปทำงานแบบเช้าเย็นกลับ ดังนั้นการเลือกสถานีรถไฟและเส้นทางรถต้องมีความสัมพันธ์กัน

## 2. การวางแผนด้านวิศวกรรม

ในปัจจุบันเทคโนโลยีในการพัฒนาระบบการควบคุม แม้กระทั่งการออกแบบตัวรถไฟหรือโบกี้รถไฟความเร็วสูงนั้น ได้นำเทคโนโลยีทางด้านอากาศยานเข้ามาช่วย เนื่องจากรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็วสูงนั้น จะทำให้เกิดความดันแตกต่างระหว่างห้องโดยสารและอากาศภายนอกมาก ซึ่งก็คล้ายกับเครื่องบินที่บินอยู่ในอากาศด้วยความเร็วสูง ห้องนักบินและห้องผู้โดยสารจึงต้องถูกออกแบบมาให้สามารถทนต่อแรงกดดันของอากาศจากภายนอกได้

## 3. การประมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด

การลงทุนก่อสร้างและการเดินรถไฟความเร็วสูงมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงมาก ดังนั้นก่อนการก่อสร้างจะต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายในการลงทุนและเลือกรูปแบบการลงทุน ไม่ว่าจะเป็น การลงทุนรูปแบบที่ภาครัฐลงทุนทั้งหมด หรือรัฐจ่ายส่วนหนึ่งและเอกชนอีกส่วนหนึ่ง หรือให้ทางเอกชนดำเนินการลงทุนทั้งหมด ซึ่งในการดำเนินการลงทุนในแต่ละวิธีก็มีความเสี่ยงเกิดขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนในการลงทุนที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถก่อสร้างและเปิดเดินรถไฟความเร็วสูงได้ ซึ่งรูปแบบการลงทุนได้มีวิวัฒนาการมาเป็นระยะดังต่อไปนี้

3.1 ระยะที่ 1 ให้รัฐบาลเป็นผู้ออกแบบ สร้าง ให้เงินทุนสนับสนุนและควบคุมการดำเนินงานทั้งหมด

3.2 ระยะที่ 2 รัฐบาลให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานส่วนต่อขยาย และให้ดำเนินงานควบคุม

3.3 ระยะที่ 3 ให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด แต่รัฐบาลเป็นผู้ควบคุมดูแลการเดินรถไฟ

3.4 ระยะที่ 4 ให้เอกชนลงทุนทั้งหมดและควบคุมการดำเนินงานเองทั้งหมด

ทั้งนี้ งบประมาณในการลงทุนของรัฐบาลนั้น อาจจะมาได้จากหลายแหล่งเงินทุน เช่น จากเงินงบประมาณกลางของรัฐบาล หรือจากการกู้ยืมเงินของรัฐบาล หรือได้จากการเก็บภาษีรายได้ เมื่อมีการดำเนินงานไปได้ระยะหนึ่ง รายได้ส่วนหนึ่งของการขายตั๋วก็จะเป็นต้นทุนในการลงทุนต่อไป

## 4. รูปแบบการเดินทางของผู้โดยสาร

ประชาชนส่วนใหญ่ยังมีการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวมาก รองลงมาก็เป็นรถโดยสารประจำทาง รถไฟและเครื่องบินตามลำดับ ในอนาคตการเดินทางทั้ง 4 ส่วนนี้จะมีแนวโน้มที่จะหันมาใช้บริการการเดินทางด้วยรถไฟความเร็วสูง ทั้งนี้เพราะว่าความรวดเร็วในการเดินทาง ประหยัดเวลาสะดวกและปลอดภัย เนื่องจากการใช้บริการรถไฟความเร็วสูง ไม่จำเป็นต้องมารอเช็คอินก่อนใช้บริการ ไม่เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มในกรณีที่มีสัมภาระเกิน ไม่เสียเวลาจอดรับผู้โดยสารทุกป้ายเหมือนรถประจำทาง ไม่เสียเวลาจอดเติมน้ำมันอีกด้วย

นอกจากนี้ การที่ประชาชนจะเลือกใช้บริการของรถไฟความเร็วสูงนั้น จะต้องมึเหตุผลประกอบซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเรื่องราคาระหว่างเครื่องบินกับรถไฟความเร็วสูงในการเดินทางระหว่างเมือง ระยะเวลาที่ต้องรอในการออกตัว แน่แน่นอนว่าเครื่องบินต้องมีการรอก่อนเวลาในการขึ้นบิน แต่รถไฟความเร็วสูง



ไม่ต้องรอเมื่อถึงเวลาที่จะออกวิ่งได้ การเปลี่ยนแปลงเส้นทางที่สถานีปลายทางง่ายกว่าเครื่องบิน หรือความตรงต่อเวลาของการให้บริการ ความรวดเร็วของการเดินทางเมื่อเปรียบเทียบกับรถโดยสารประจำทาง แต่ถึงกระนั้น สิ่งที่คุณให้บริการต้องตระหนักอยู่เสมอจะประกอบด้วย

1. ประโยชน์ของผู้โดยสารที่จะได้รับ

2. ประโยชน์ของผู้ใช้บริการทางธุรกิจ

5. รูปแบบการเดินทางของผู้โดยสาร

ในการประมาณการจำนวนผู้โดยสาร (Ridership) จะต้องพิจารณาถึงจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการซึ่งจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้บริการสามารถที่จำแนกออกได้ดังนี้

1. ผู้โดยสารทางตรง เช่น การเดินทางจากบ้านไปที่ทำงาน หรือการเดินทางที่ต้องเปลี่ยนเส้นทางระหว่างเมือง

2. ผู้โดยสารทางอ้อม เช่น การเดินทางจากระบบขนส่งหนึ่ง แต่ต้องอาศัยระบบขนส่งทั้งรถไฟและรถยนต์หรือการท่องเที่ยว

3. หน้าที่การงานของผู้โดยสารก็เป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง เพราะการใช้บริการรถไฟความเร็วสูงนั้นส่วนหนึ่งจะถูกใช้บริการเพื่อทางธุรกิจ การท่องเที่ยว รวมไปถึงการใช้บริการของนักศึกษาทั่วไป

4. อายุ ก็เป็นปัจจัยหนึ่ง ในการใช้บริการ เพราะช่วงอายุในวัยทำงานต้องการที่จะไปให้ถึงที่ทำงานให้ทันเวลาเข้าทำงานหรือเวลานัดหมาย

5. การท่องเที่ยว ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้โดยสารจะใช้บริการรถไฟความเร็วสูงในการท่องเที่ยว ดังนั้น จำนวนผู้โดยสารจะเป็นตัวกำหนดขนาดและเที่ยวให้บริการของรถไฟความเร็วสูง ซึ่งความต้องการในการเดินทางของคนก็เป็นสิ่งจำเป็น เพราะโดยปกติ คนที่ใช้บริการการขนส่งสาธารณะนั้นต้องการความรวดเร็ว หั่นเวลาและปลอดภัย

6. การวางแผนการเดินทางและการบำรุงรักษา

ในระบบการเดินทางรถไฟความเร็วสูงนั้น ต้องมีการวางแผนการเดินทางอย่างเป็นระบบ เพื่อความปลอดภัยและตรงเวลา เนื่องจากผู้โดยสารที่มาใช้บริการของระบบรถไฟความเร็วสูงต้องการความรวดเร็วในการเดินทางและตรงเวลา ถึงจุดหมายปลายทางอย่างปลอดภัย ในการให้บริการรถไฟความเร็วสูงจึงจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นในการให้บริการ รวมทั้งช่วงฤดูกาลตามธรรมชาติก็มีผลกระทบต่อการใช้บริการ

7. ค่าใช้จ่ายในการเดินทางและบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางและบำรุงรักษานั้น จะมาจากงบลงทุนของรัฐบาล หรือมาจากการให้เอกชนดำเนินการและจัดการในการเดินทางและบำรุงรักษาเอง หรือมาจากรายได้ที่ได้จากค่าจำหน่ายตั๋วโดยสาร ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการจัดการการเดินทางว่าเป็นการเดินทางโดยภาครัฐ หรือภาคเอกชน

8. การศึกษาผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์

การเติบโตทางเศรษฐกิจจะมีผลต่อการเติบโตของเมือง การใช้เงิน การเดินทางของประชาชนอย่างสูง ดังนั้นผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งมีทั้งด้านการส่งออกสินค้า ภาวการณ์มีงานทำของประเทศ การซื้อขายหุ้นในตลาดหุ้น ผู้ให้บริการทางธุรกิจ และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา จะเป็นตัวแปรในการกำหนดทิศทางการเดินทางของประชาชน การใช้บริการรถไฟความเร็วสูง





2.2 ข้อเสนอแนะในการนำความรู้ตามหลักสูตรจากการฝึกอบรมครั้งนี้ มาประยุกต์ใช้กับ องค์กร  
ปัจจุบัน รฟม. กำลังดำเนินการโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าอยู่หลายโครงการซึ่งในแต่ละโครงการนั้นจะ  
ประกอบไปด้วยหลายส่วนงานไม่ว่าจะเป็นงานโครงสร้างงานโยธา งานระบบรางทางวิ่ง งานระบบรถไฟฟ้า  
ซึ่งประกอบไปด้วยระบบขบวนรถ ระบบอาณัติสัญญาณ ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า แม้กระทั่งงานบริหารการ  
เดินรถไฟฟ้า และงานบำรุงรักษา ซึ่งทุกระบบล้วนแต่มีความเชื่อมโยงกันและจะต้องออกแบบ ก่อสร้าง  
ติดตั้ง และเดินรถให้เหมาะสมสอดคล้องกันอย่างบูรณาการ โดยหลักสูตรในการฝึกอบรมครั้งนี้เป็น  
หลักสูตรที่ให้ความรู้เบื้องต้นทั้งระบบของโครงการตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับ  
โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าต่าง ๆ ของ รฟม. ทั้งในปัจจุบันและอนาคตได้

### 2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกอบรม

(1) หลักสูตรที่ฝึกอบรมครั้งนี้ช่วยเพิ่มพูนความรู้ของท่าน

มาก  ปานกลาง  น้อย

(2) ท่านคิดว่าการฝึกอบรมครั้งนี้มีประโยชน์กับตัวท่านและองค์กรเพียงใด

มาก  ปานกลาง  น้อย

ระบุเหตุผล (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- เนื้อหาเกี่ยวข้องกับตรงและสามารถนำไปใช้กับการปฏิบัติงานได้อย่างดี  
 เนื้อหาไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน  
 เป็นความรู้เสริม และมีประโยชน์ในการปฏิบัติงาน  
 ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับบุคคลนอกองค์กร  
 วิทยากรมีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ในการบรรยายเป็นอย่างดี  
 เนื้อหาการอบรมไม่ตรงกับหัวข้อการบรรยาย  
 อื่น ๆ .....

### 3. วิทยากรที่ให้ความรู้ในหลักสูตรนี้ ได้แก่

| ชื่อ-สกุล                   | จากสถาบัน/หน่วยงาน   | ระดับความสามารถของวิทยากร                 |                             |                                |
|-----------------------------|--|---|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. ดร. ณรงค์ บ่อมหักทอง     | สำนักงานความร่วมมือพัฒนาเศรษฐกิจกับประเทศเพื่อน                      | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 2. คุณนคร จันทศร            | สวทช   | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 3. คุณสุชัย รอยวิรัตน์      | บริษัท ทีเอ็ม คอนซัลติ้ง<br>เอเจนซีเนียร์ริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 4. Mr.Itaru Abe             | Japan Transportation<br>Technology (Thailand) Co., Ltd.              | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 5. ดร.ปริทรรศน์ พันธบรรยงก์ |  | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 6. Mr. Kobayashi Tetsuhira  | บริษัท ทีเอ็ม คอนซัลติ้ง<br>เอเจนซีเนียร์ริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 7. คุณเจน บุญเชื้อ          | บริษัท ทีเอ็ม คอนซัลติ้ง<br>เอเจนซีเนียร์ริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |



- |   |   |                             |                                |
|---|---|-----------------------------|--------------------------------|
| 8. คุณทองศักดิ์ พงษ์ประเสริฐ รพท.   | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 9. Mr.Hideharu IGARASHO Japan.Transport Engineer.Company.(J-TREC).                    | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 10. คุณกวิภู ญัฐวุฒิสิทธิ VAST.Consultants Company.Limited                            | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 11. ดร.พิชิต.รักชลธี BEM  | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 12. Mr.Sam.Chow East.Asia.Transport.Consulting Global.Transport.Planning.Skill.Leader | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 13. คุณสุเทพ พันธุ์เพ็ง ARL   | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |
| 14. คุณมานะชัย วัฒนหัตถกรรม DB.international.GmbH.(DBI)                               | <input checked="" type="checkbox"/> ดีมาก | <input type="checkbox"/> ดี | <input type="checkbox"/> พอใช้ |

4. ข้อเสนอแนะในการส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรมตามหลักสูตรนี้สำหรับครั้งต่อไป  
 ..... เห็นควรให้พนักงานเข้าร่วมการฝึกอบรมหลักสูตรการพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมระบบขนส่งทางราง เนื่องจากเป็นหลักสูตรที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ด้านวิศวกรรมระบบขนส่งทางรางทั้งระบบ และสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับโครงการรถไฟฟ้าของ รพม. ทั้งในปัจจุบัน และอนาคต ซึ่งจะก่อให้เกิดผลดีต่อหน่วยงานและองค์กรต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ลงชื่อ ..... *อภิสิทธิ์ ทุมรัตน์*  
 (นายอภิสิทธิ์ ทุมรัตน์)  
 วันที่ ..... 19. ๓.๑. 59 .....

**หมายเหตุ**

1. การส่งรายงานสรุปผลการฝึกอบรม/สัมมนา ควรสรุปรายละเอียดเนื้อหาหลักสูตรผ่านผู้บังคับบัญชาในสังกัดของตนเอง และนำเสนอเรียนถึง รพม. (พร้อมแนบเอกสารประกอบการอบรมด้วย)
2. กรณีมีเอกสารการฝึกอบรมหรือใบประกาศนียบัตร ใบรับรอง กรุณาถ่ายสำเนาเอกสารดังกล่าว เพื่อ ผทบ. จะได้บันทึกประวัติการฝึกอบรม
3. เมื่อ รพม. พิจารณาเรื่องรายงานการฝึกอบรมภายนอกเรียบร้อยแล้ว กรุณาส่งเรื่องดังกล่าวไปที่ พ.บ.พร.ผทบ. เพื่อ ผทบ. จะได้ดำเนินการลงประวัติฝึกอบรมต่อไป
4. สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้ที่ หัวข้อข่าวทรัพยากรบุคคล หน้าแกระบบงานสารสนเทศ รพม. (INTRANET)
5. สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ แผนกพัฒนาทรัพยากรบุคคล กองพัฒนาบุคลากรและระบบงาน ฝ่ายทรัพยากรบุคคล

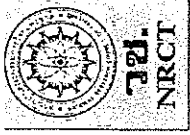
คุณรัชกร โทร 1224 คุณอัจฉรา โทร 1213 คุณมณฑิชา โทร 1275 และคุณจิตติภา โทร 1214

*15/๓ ๒๐.๑๕.๕๙*  
*รพม. โทร. ๑๒๖๕๐๕*  
*๑๖๐ โทร. ๑๕๖ R.M.A.๖๖*  
*๓๑-๑๐-๕๙*

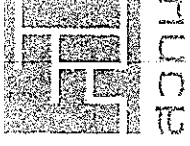
*เป็น พ.บ. ผทบ.*  
*โปรดดำเนินการต่อไป*  
*31/10/๕๙*  
*1๕.๑๕.๕๙*

*1๖๐๕๐๖-๐๒*  
*๕๕๐๒๖๑๕๒๖๓*  
*๑๕.๑๕.๕๙*

*แบบฟอร์มรายงานการฝึกอบรมภายนอก ประจำปี 2559*  
*ร.๖๓*  
*๑๖.๑๐.๕๙*



สำนักงาน  
NRCT



ขอมอบประกาศนียบัตรนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายอภิสิทธิ์ กุมรัตน์

ได้ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตร  
"การพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมระบบขนส่งทางราง รุ่นที่ 6"

จัดโดย

โครงการจัดตั้งสถาบันพัฒนาเทคโนโลยีระบบขนส่งทางรางแห่งชาติ

ระหว่างวันที่ 19 เมษายน 2559 - 21 กันยายน 2559

ให้ไว้ ณ วันที่ 21 กันยายน 2559

นางสาว อธิษฐาน  
.....  
(ดร.ณรงค์ ศิริเสวีวรกุล)  
ผู้อำนวยการ  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีแห่งชาติ

.....  
(ดร.กิติพงษ์ พรหมวงศ์)  
เลขาธิการ  
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

.....  
(นางสาวสุกัญญา ธีระกูรณ์เลิศ)  
เลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

.....  
(นายนคร จันทกร)  
ที่ปรึกษาผู้อำนวยการ  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีแห่งชาติ