



กรมการขนส่งทางราง  
กระทรวงคมนาคม

# ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้า และระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย)

## รายงานฉบับสรุปสำหรับผู้บริหาร



มหาวิทยาลัยมหิดล

กรกฎาคม 2564





## สารบัญ

|  | หน้า      |
|--|-----------|
| สารบัญ   | i         |
| สารบัญรูป  | v         |
| สารบัญตาราง  | Vi        |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 หลักการและเหตุผล   | 1         |
| 1.2 วัตถุประสงค์   | 1         |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา   | 1         |
| <b>บทที่ 2 ระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน</b>                            | <b>3</b>  |
| 2.1 หลักการและวิวัฒนาการของระบบไฟฟ้า   | 3         |
| 2.1.1 ระบบการจ่ายไฟฟ้า (Electrification system)  | 3         |
| 2.1.2 การป้องกันและฉนวน (Protection and insulation)                                      | 5         |
| 2.1.3 การต่อลงดิน (Earthing)   | 6         |
| 2.1.4 รูปแบบการต่อหม้อแปลง (Transformer arrangement)                                     | 7         |
| 2.1.5 ระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล (Supervisory control and data acquisition; SCADA) | 8         |
| 2.1.6 คุณภาพไฟฟ้า (Power quality)  | 8         |
| 2.2 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีด้านระบบไฟฟ้า   | 9         |
| 2.3 มาตรฐาน กฎหมาย และ ระเบียบด้านระบบไฟฟ้า  | 10        |
| 2.4 ร่างมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อเสนอแนะด้านระบบไฟฟ้า                   | 12        |
| <b>บทที่ 3 ระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน</b>                     | <b>14</b> |
| 3.1 หลักการ วิวัฒนาการของระบบอาณัติสัญญาณ  | 14        |
| 3.1.1 การบังคับสัมพันธ์ (Interlocking)   | 14        |
| 3.1.2 ประแจ (Point Machine)  | 15        |
| 3.1.3 ระบบเครื่องทางสะดวก (Token Signalling)   | 16        |
| 3.1.4 เครื่องกั้นถนนเสมอระดับ (level crossing barrier)                                   | 16        |
| 3.1.5 การตรวจสอบตำแหน่งขบวนรถไฟ (Train Tracking System)                                  | 17        |
| 3.1.6 ระบบควบคุมการเดินรถ (train control system)   | 17        |
| 3.1.7 การควบคุมระบบอาณัติสัญญาณจากส่วนกลาง (Centralized Traffic Control)                 | 17        |
| 3.1.8 คลื่นความถี่ (Frequency)   | 17        |
| 3.1.9 ระบบห้ามล้ออัตโนมัติ (Automatic Train Protection System)                           | 18        |



## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า      |
|---|-----------|
| <b>3.2 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีด้านระบบอาณัติสัญญาณ</b>                              | <b>18</b> |
| 3.2.1 การเปรียบเทียบเครื่องนับเพลลาและวงจรไฟตอน   | 18        |
| 3.2.2 การเปรียบเทียบสัญญาณไฟสีระหว่างประเทศไทยและประเทศออสเตรเลีย                       | 19        |
| 3.2.3 การเปรียบเทียบระบบ ETCS/CTCS/ITCS/ EJTС   | 21        |
| 3.2.4 การเปรียบเทียบระบบบังคับสัมพันธ์  | 21        |
| 3.2.5 การเปรียบเทียบประเภท (Point Machine) Electro – Mechanical และ Electro – Hydraulic | 24        |
| 3.2.6 คลื่นความถี่  | 25        |
| <b>3.3 มาตรฐาน กฎหมาย และ ระเบียบด้านระบบอาณัติสัญญาณ</b>                               | <b>25</b> |
| <b>3.4 ร่างมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อเสนอแนะด้านระบบอาณัติสัญญาณ</b>    | <b>27</b> |
| <b>บทที่ 4 งานจัดทำแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธาน</b>          | <b>29</b> |
| <b>4.1 นโยบายและยุทธศาสตร์ชาติที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบราง</b>                       | <b>29</b> |
| 4.1.1 ยุทธศาสตร์ชาติ 20ปี   | 29        |
| 4.1.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)                    | 29        |
| 4.1.3 ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)               | 29        |
| 4.1.4 แผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม (พ.ศ. 2560 – 2564)                                     | 30        |
| 4.1.5 แผนแม่บทการพัฒนาระบบราง   | 30        |
| 4.1.6 แผนวิสาหกิจการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ.2560 – 2564                                   | 30        |
| <b>4.2 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ</b>                  | <b>30</b> |
| 4.2.1 โครงการศึกษาความเหมาะสมการเดินทางรถไฟด้วยระบบรถไฟไฟฟ้าในเส้นทางคู่ 4 เส้นทาง      | 30        |
| 4.2.2 โครงการศึกษาและออกแบบรถไฟทางคู่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ช่วงหาดใหญ่-ปาดังเบซาร์ | 31        |
| 4.2.3 ความคืบหน้าของโครงการทางคู่อิเล็กตริกไฟสายประธาน                                  | 31        |
| <b>4.3 แผนพัฒนาระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย</b>                             | <b>32</b> |
| 4.3.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบไฟฟ้า  | 32        |
| 4.3.2 แผนงานการพัฒนาระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย                            | 33        |
| 4.3.3 แผนปฏิบัติการการพัฒนาระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย                     | 33        |
| <b>4.4 แผนพัฒนาระบบระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย</b>                  | <b>37</b> |
| 4.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบ   | 37        |
| 4.4.2 แผนงานการพัฒนาระบบอาณัติสัญญาณ  | 38        |
| 4.4.3 แผนปฏิบัติการการพัฒนาระบบอาณัติสัญญาณ   | 40        |





## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า      |
|--|-----------|
| <b>4.5 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้า</b>                                 | <b>42</b> |
| 4.5.1 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้า<br>เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ | 42        |
| 4.5.2 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดมลพิษทางอากาศ                  | 42        |
| <b>4.6 มาตรการกำกับดูแลมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ</b>  | <b>43</b> |
| <b>บทที่ 5 มาตรการกำกับดูแลงานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางราง</b>                               | <b>44</b> |
| <b>5.1 กฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง</b>   | <b>44</b> |
| 5.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวกับกิจการรถไฟ   | 44        |
| 5.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวกับการคมนาคมขนส่งอื่น ๆ   | 45        |
| 5.1.3 กฎหมายเกี่ยวกับการร่างกฎหมายและกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง  | 46        |
| <b>5.2 แนวทางการจัดทำมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ</b>   | <b>46</b> |
| 5.2.1 กระบวนการดำเนินงานในปัจจุบัน   | 46        |
| 5.2.2 ระดับของกฎหมายและข้อบังคับ   | 46        |
| 5.2.3 กระบวนการร่างกฎหมาย  | 47        |
| 5.2.4 ทางเลือกในการแนวทางการกำกับดูแล  | 48        |
| <b>5.3 ร่างกฎกระทรวงและประกาศมาตรฐานแนบท้ายกฎกระทรวง</b>   | <b>48</b> |
| <b>5.4 มาตรการในการกำกับดูแลงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ</b>  | <b>65</b> |
| 5.4.1 มาตรฐานที่ใช้ในการกำกับดูแลระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ  | 66        |
| 5.4.2 วงจรการกำกับดูแล   | 66        |
| 5.4.3 การบังคับใช้กฎหมาย   | 66        |
| 5.4.4 การกำกับดูแลโดยสัญญา   | 66        |
| <b>บทที่ 6 การดำเนินงานประกอบการจัดทำมาตรฐาน</b>   | <b>67</b> |
| <b>6.1 การจัดเตรียมเอกสารและประชุมชี้แจงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</b>  | <b>67</b> |
| <b>6.2 การจัดทำหลักสูตร ฝึกอบรมให้ความรู้ จัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี</b>                                      | <b>67</b> |
| 6.2.1 การจัดอบรมขั้นพื้นฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ  | 67        |
| 6.2.2 อบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ  | 67        |
| <b>6.3 การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงการ</b>  | <b>68</b> |



---

---

## สารบัญ (ต่อ)

---

---

|  | หน้า      |
|--|-----------|
| <b>6.4 การดำเนินการตามกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย</b> | <b>68</b> |
| 6.4.1 การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียครั้งที่ 1  | 68        |
| 6.4.2 การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียครั้งที่ 2  | 86        |



## สารบัญญรูป

|   | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 1 ขอบเขตและกระบวนการทำงานในโครงการ   | 2    |
| รูปที่ 2 รูปแบบการจ่ายไฟมาตรฐานของระบบรถไฟฟ้ากระแสสลับ                              | 4    |
| รูปที่ 3 การป้องกันหม้อแปลงอัตโนมัติสำหรับระบบรถไฟฟ้าทางไกล                         | 5    |
| รูปที่ 4 การต่อลงดินของระบบ TT ในระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ                       | 6    |
| รูปที่ 5 การต่อลงดินของระบบ TN ในระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ                       | 7    |
| รูปที่ 6 SCADA-BMS logical architecture   | 8    |
| รูปที่ 7 V-cycle ตามมาตรฐาน EN 50126 และหัวข้อหลักที่ศึกษา                          | 13   |
| รูปที่ 8 แผนภาพการเชื่อมโยงมาตรฐานระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน    | 13   |
| รูปที่ 9 โครงสร้างของระบบ CBI   | 15   |
| รูปที่ 10 ประแจกล (Point Machine)   | 15   |
| รูปที่ 11 เครื่องตราทางสะดวก  | 16   |
| รูปที่ 12 แผนภาพแสดงองค์ประกอบร่างมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ ทั้ง 9 มาตรฐาน            | 28   |
| รูปที่ 13 กรอบโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของไทยภายหลังประกาศพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง | 47   |





## สารบัญตาราง

|  | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1 การประยุกต์ใช้งานระบบรถไฟฟ้ามาระดับแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน EN 50163 และ IEC 60850                  | 3    |
| ตารางที่ 2 สรุปการเปรียบเทียบระบบจ่ายไฟฟ้า   | 9    |
| ตารางที่ 3 เปรียบเทียบหลักเกณฑ์ มาตรฐาน และ/หรือกฎหมาย ด้านระบบไฟฟ้า                                     | 10   |
| ตารางที่ 4 คุณสมบัติของเครื่องนับเฟลาและวงจรวัดไฟตอน   | 18   |
| ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สัญญาณไฟสี 2 ท่าและ 3 ท่า   | 20   |
| ตารางที่ 6 ระบบควบคุมรถไฟของประเทศต่าง ๆ   | 21   |
| ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระบบบังคับสัมพัทธ์  | 22   |
| ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบประเภท (Point Machine) ชนิด DC , AC และ hydraulic                               | 24   |
| ตารางที่ 9 คุณสมบัติสำคัญของระบบ ETCS/CTCS/ITCS/EJTCS  | 25   |
| ตารางที่ 10 ความคืบหน้าการก่อสร้างรถไฟทางคู่ (เมษายน 2563)   | 31   |
| ตารางที่ 11 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างและติดตั้งระบบไฟฟ้าโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย                  | 34   |
| ตารางที่ 12 แผนปฏิบัติการการพัฒนาระบบไฟฟ้า   | 36   |
| ตารางที่ 13 แผนงานการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย                            | 39   |
| ตารางที่ 14 แผนปฏิบัติการการพัฒนาระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย                         | 40   |
| ตารางที่ 15 ลักษณะงานภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง<br>ช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบ | 43   |







## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

ระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ดำเนินงานระบบรางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันผู้ผลิตระบบรถไฟมีการพัฒนาระบบจ่ายไฟและระบบอาณัติสัญญาณที่แตกต่างกัน การนำระบบรถไฟที่แตกต่างกันมาติดตั้งใช้งานบนโครงข่ายเดียวกันจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณในการขนส่งทางรางที่มีเอกภาพ สามารถเชื่อมต่อและทำงานด้วยกันได้ (interoperability) อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

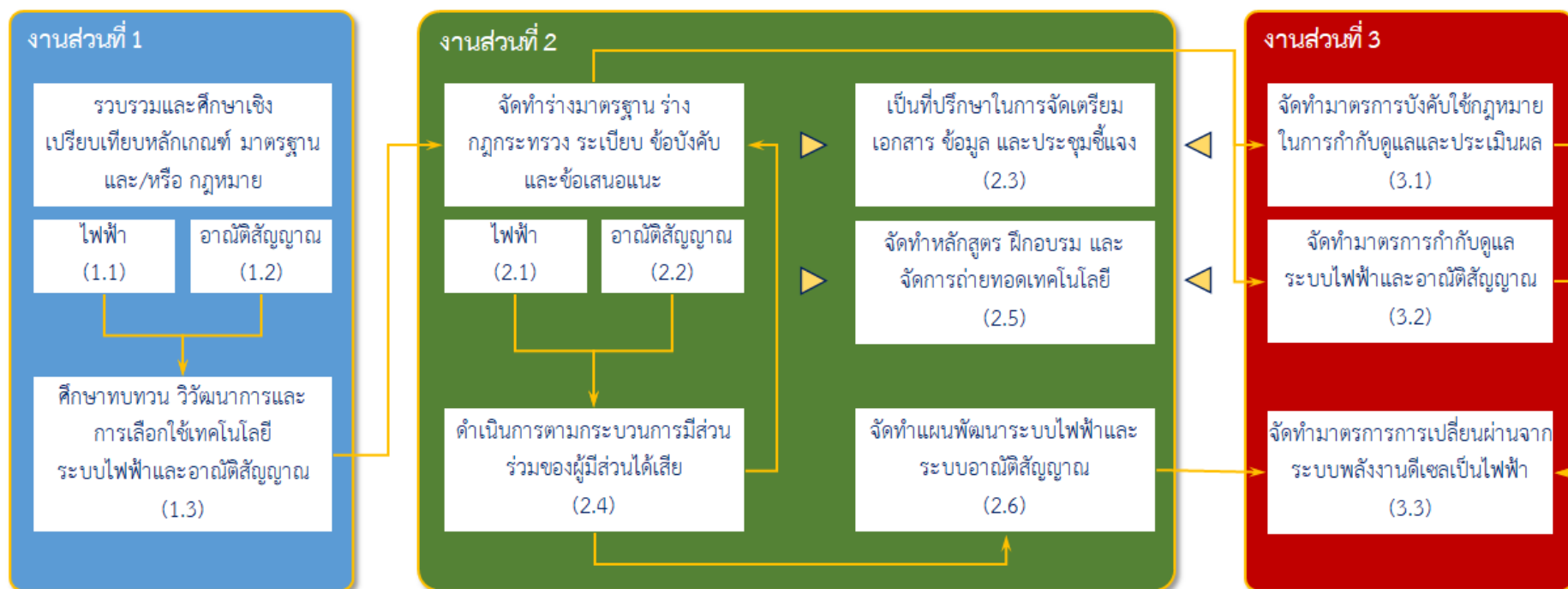
กรมขนส่งทางรางมีอำนาจและความรับผิดชอบในการเสนอแนะเพื่อกำหนดมาตรฐาน แนวทาง และมาตรการกำกับดูแล รวมทั้งการติดตามและประเมินผลการให้บริการขนส่งทางรางให้มีระดับคุณภาพการให้บริการที่ดีมีประสิทธิภาพ สะดวกและปลอดภัย ดังนั้นจึงได้ดำเนินโครงการพัฒนาจัดทำมาตรฐานระบบรถไฟไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณในการเดินรถขนส่งทางรางขึ้น โดยในระยะที่ 1 จะดำเนินการในโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย เพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้านในอนาคต

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อรวบรวมและศึกษาเชิงเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ มาตรฐาน กฎหมาย ด้านระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณของระบบการขนส่งทางรางบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (Mainline)
2. เพื่อจัดทำมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับและข้อเสนอนแนะที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณของการเดินรถขนส่งทางรางบนโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย
3. เพื่อจัดทำมาตรการกำกับดูแลงานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณของการเดินรถขนส่งทางรางบนโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย

#### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

ระบบอาณัติสัญญาณและระบบจ่ายไฟของระบบโครงข่ายการคมนาคมทางรางในแต่ละลักษณะมีความแตกต่างกันทั้งในระดับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนในเมือง (Urban Mass Transit) ระบบขนส่งมวลชนชานเมือง (Commuters) และระบบขนส่งมวลชนระหว่างเมือง (Intercity) การศึกษาการจัดทำระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณระยะที่ 1 นี้มุ่งเน้นการศึกษา วิเคราะห์จัดทำมาตรฐาน รวมทั้งการจัดทำมาตรการกำกับดูแลและตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณของระบบรถไฟระหว่างเมืองบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (Mainline) เป็นหลัก ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยที่ตัวเลขหลังงานแสดงถึงความสอดคล้องกับงานย่อยในข้อกำหนดของเขตของงาน (Terms of Reference)



รูปที่ 1 ขอบเขตและกระบวนการทำงานในโครงการ



## บทที่ 2

### ระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน

#### 2.1 หลักการและวิวัฒนาการของระบบไฟฟ้า

หลักการและวิวัฒนาการของระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน สามารถแบ่งได้องค์ประกอบหลัก 6 ด้าน ดังนี้

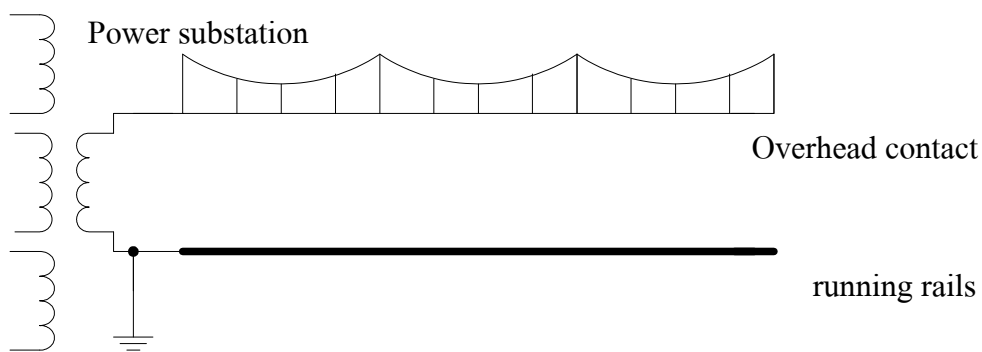
##### 2.1.1 ระบบการจ่ายไฟฟ้า (Electrification system)

ระบบรางไฟฟ้าสำหรับรถไฟแบ่งออกเป็นระบบรางไฟฟ้ากระแสสลับ (AC electric railway) สำหรับทางรถไฟสายประธานและรถไฟความเร็วสูง และระบบรางไฟฟ้ากระแสตรง (DC electric railway) สำหรับรถไฟฟ้ามวลชน การจ่ายไฟให้ระบบรางรถไฟสายประธานจะใช้สายจ่ายตัวนำพาดอากาศ (overhead feeding conductor) กระแสไฟฟ้าไหลจากสถานีไฟฟ้ามาสู่ขบวนรถผ่านระบบสายตัวนำเพื่อจ่ายให้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าบนขบวนรถ กระแสไฟฟ้าจะไหลย้อนกลับไปยังสถานีไฟฟ้าผ่านรางตามมาตรฐาน EN 50163 และ IEC 60850 ได้แบ่งระดับแรงดันไฟฟ้าทำงานของระบบรถไฟไว้ 6 ระดับ ดังตารางที่ 1

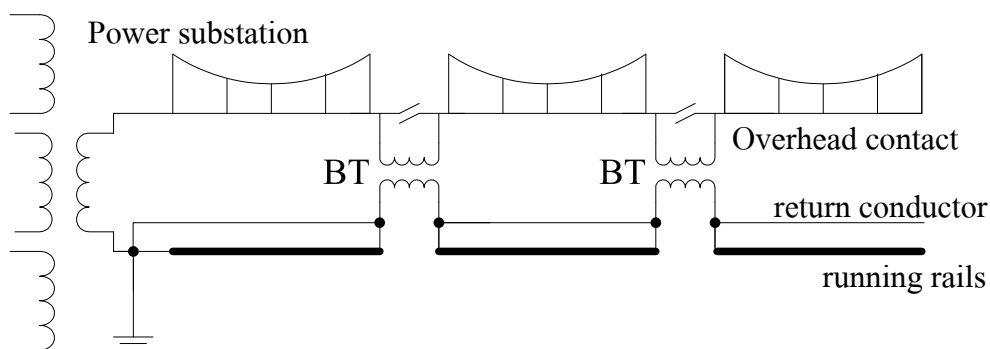
ตารางที่ 1 การประยุกต์ใช้งานระบบรถไฟตามระดับแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน EN 50163 และ IEC 60850

| ระดับแรงดันไฟฟ้าขับเคลื่อน | การประยุกต์ใช้งาน   |
|----------------------------|---|
| 600 VDC                    | Tram, Trolley bus (ระบบเกา)                               |
| 750 VDC                    | Tram, Trolley bus, Light rail transit, Mass rapid transit |
| 1500 VDC                   | Mass rapid transit, รถไฟชานเมือง                          |
| 3000 VDC                   | รถไฟสายประธาน, รถไฟความเร็วสูง (ระบบเกา)                  |
| 15 KV, 16.7 Hz             | รถไฟสายประธาน, รถไฟความเร็วสูง (ระบบเกา)                  |
| 25 KV, 50/60 Hz            | รถไฟสายประธาน, รถไฟความเร็วสูง                            |

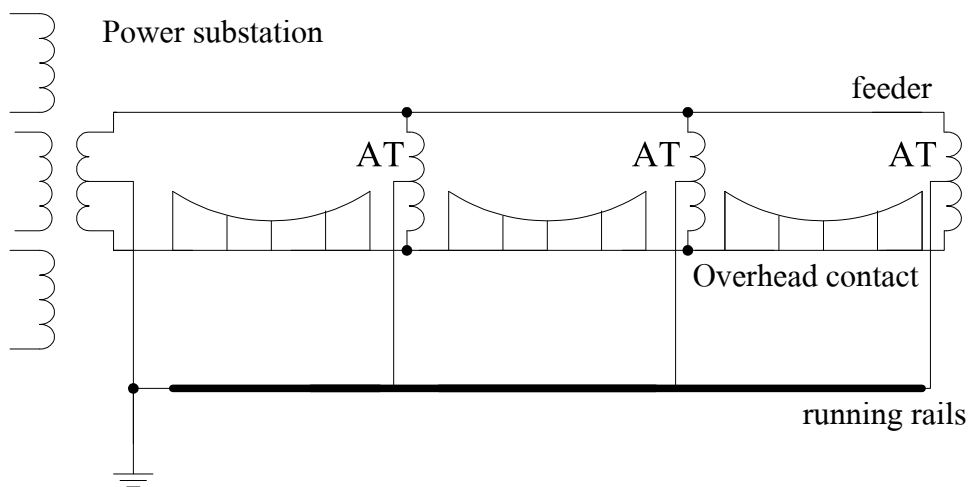
ปัจจุบันระบบจ่ายไฟสำหรับทางรถไฟสายประธานนิยมใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ระดับแรงดัน 25 kV โดยใช้ความถี่กำลังของประเทศไทย 50 Hz สำหรับประเทศไทย ระบบรางรถไฟสายประธานรวมถึงรถไฟความเร็วสูงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบเฟสคู่ (bi-phase) 25 kV 50 Hz จ่ายด้วยระบบการป้อนผ่านหม้อแปลงออโต (autotransformer feeding system: AT system) ดังแสดงในรูปที่ 2 ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าแบบอื่น แต่ข้อดีในด้านการแทรกสอดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต่ำและการคุ้มครองแรงดันที่ตีทำให้ถูกนำมาใช้งานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ระบบรางไฟฟ้าแบบเกาในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้ถูกปรับปรุงให้เป็นระบบการจ่ายไฟด้วยหม้อแปลงออโตเกือบทั้งหมด



a) Direct feeding configuration



b) BT feeding configuration



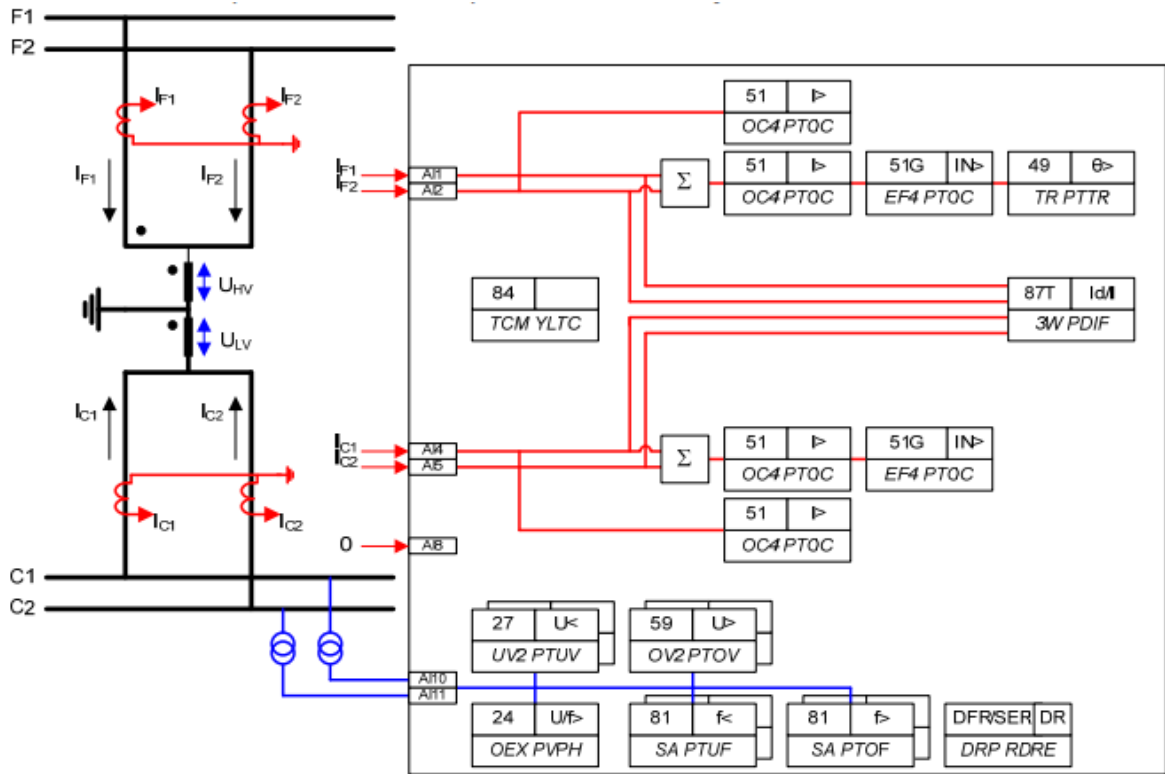
c) AT feeding configuration

รูปที่ 2 รูปแบบการจ่ายไฟมาตรฐานของระบบรถไฟฟ้ากระแสสลับ



### 2.1.2 การป้องกันและฉนวน (Protection and insulation)

การป้องกันหม้อแปลงแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน เช่น รีเลย์ป้องกันกระแสเกินชนิดหน่วงเวลา (51 51G, I> IN>) รีเลย์กระแสผลต่างป้องกันขดลวดหม้อแปลง (87T, Id/I) รีเลย์ป้องกันแรงดันสูงเกิน (59, U>) รีเลย์ป้องกันแรงดันต่ำเกิน (29, U<) รีเลย์ป้องกันความถี่สูงเกิน (81, f>) รีเลย์ป้องกันความถี่ต่ำเกิน (81, f<) และรีเลย์แรงดันต่อความถี่ (24, U/f>) ซึ่งเป็นระบบการป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับแบบดั้งเดิมที่นิยมใช้ในทวีปยุโรป การป้องกันสายจ่ายจะใช้รีเลย์กระแสเกินและรีเลย์กระแสผลต่างเป็นหลัก ในขณะที่การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับสำหรับรถไฟฟ้าทางไกลสมัยใหม่จะนำการป้องกันระยะทางเข้ามาใช้งาน ดังนั้นจะมีการเพิ่มเติมฟังก์ชันของรีเลย์ป้องกันระยะทางในระบบรีเลย์ป้องกันด้วย สำหรับรูปแบบที่ใช้หม้อแปลงอัตโนมัติขดลวดทางด้านทุติยภูมิจะมีแท่งกลางเพื่อนำมาสร้างเป็นวงจร 2 เฟส จ่ายให้กับสายจ่าย OCL และสายป้อนขั้วลบ (negative feeder) ดังรูปที่ 3



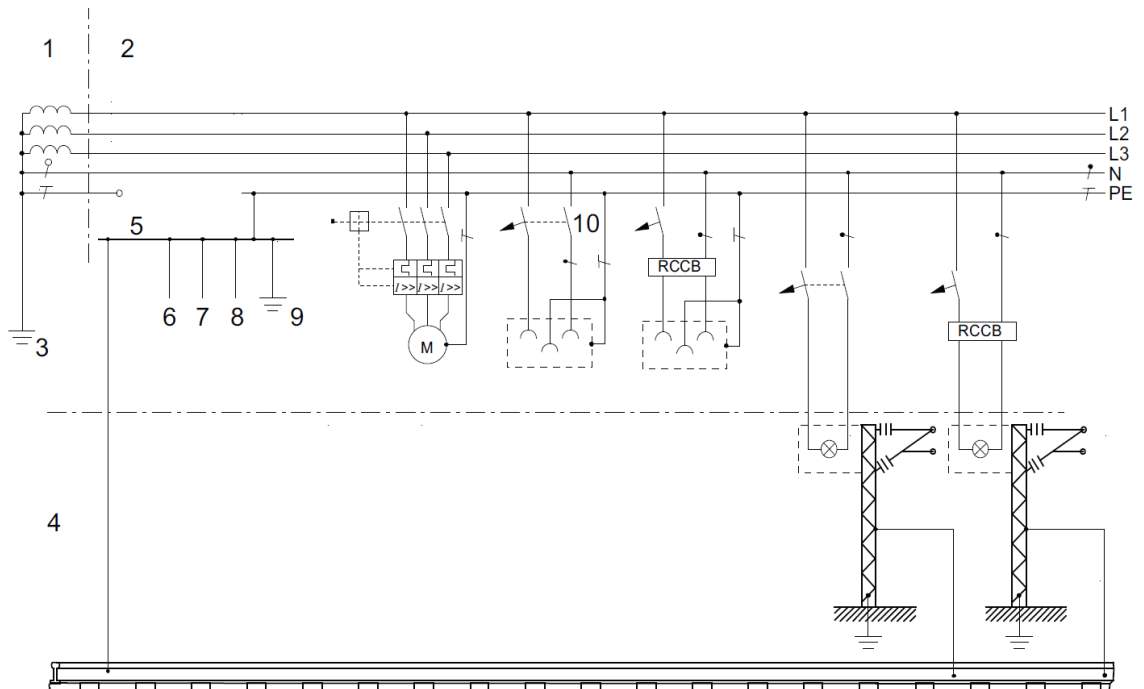
รูปที่ 3 การป้องกันหม้อแปลงอัตโนมัติสำหรับระบบรถไฟฟ้าทางไกล

การป้องกันหม้อแปลงอัตโนมัติมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากหม้อแปลงไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ เนื่องจากขดลวดของหม้อแปลงต่อเชื่อมกับตัวนำสัมผัสและตัวนำสายจ่ายไฟฟ้าขั้วลบ ดังนั้น การป้องกันด้วยรีเลย์กระแสเกินจะถูกจัดวางไว้ทั้ง 2 ด้านของการเชื่อมต่อตัวนำ นอกจากนี้มีการป้องกันด้วยรีเลย์กระแสผลต่างเพื่อป้องกันขดลวดของหม้อแปลงอัตโนมัติ ส่วนการป้องกันรูปแบบอื่น เช่น แรงดันสูงเกิน แรงดันต่ำเกิน หรือการป้องกันความถี่จะถูกออกแบบไว้ตามปกติ



### 2.1.3 การต่อลงดิน (Earthing)

กระแสไฟฟ้าในวงจรขับเคลื่อนจะถูกส่งผ่านทางวิ่ง อุปกรณ์ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหรือมีแรงดันไฟฟ้าจึงต้องได้รับการห่อหุ้มหรือคั่นด้วยวัสดุฉนวน โดยมีการต่อลงดินตามหลักการที่เหมาะสม สำหรับระบบรถไฟฟ้ามอเตอร์ตามมาตรฐาน EN 50122-1: 2011 โดยได้จัดแบ่งรูปแบบการต่อลงดินของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าที่มีความเกี่ยวข้องกับวงจรกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อนย้อนกลับไว้ โดยพิจารณาจากระบบจ่ายไฟฟ้าเสริมเพื่อใช้งานในบริเวณสถานีไฟฟ้าหรือสถานีผู้โดยสาร อาจจะได้รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าแรงสูงหรือระบบไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้าท้องถิ่นหรืออาจจะได้รับไฟฟ้าจากระบบจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อน หากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พิจารณาได้รับการออกแบบให้มีความคงทนต่อแรงดันเกินชั่วคราวระดับชั้นที่ 2 (protection class II) ตามมาตรฐาน EN 61140 อุปกรณ์นั้นไม่ต้องต่อเชื่อมกับตัวนำลงดิน อย่างไรก็ตามรูปแบบการต่อเชื่อมมีหลายลักษณะ แบ่งออกได้เป็นระบบ TT (Terre-Terre หรือ earth-earth) และระบบการต่อลงดินแบบ TN (Terre-Neutral) แสดงดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



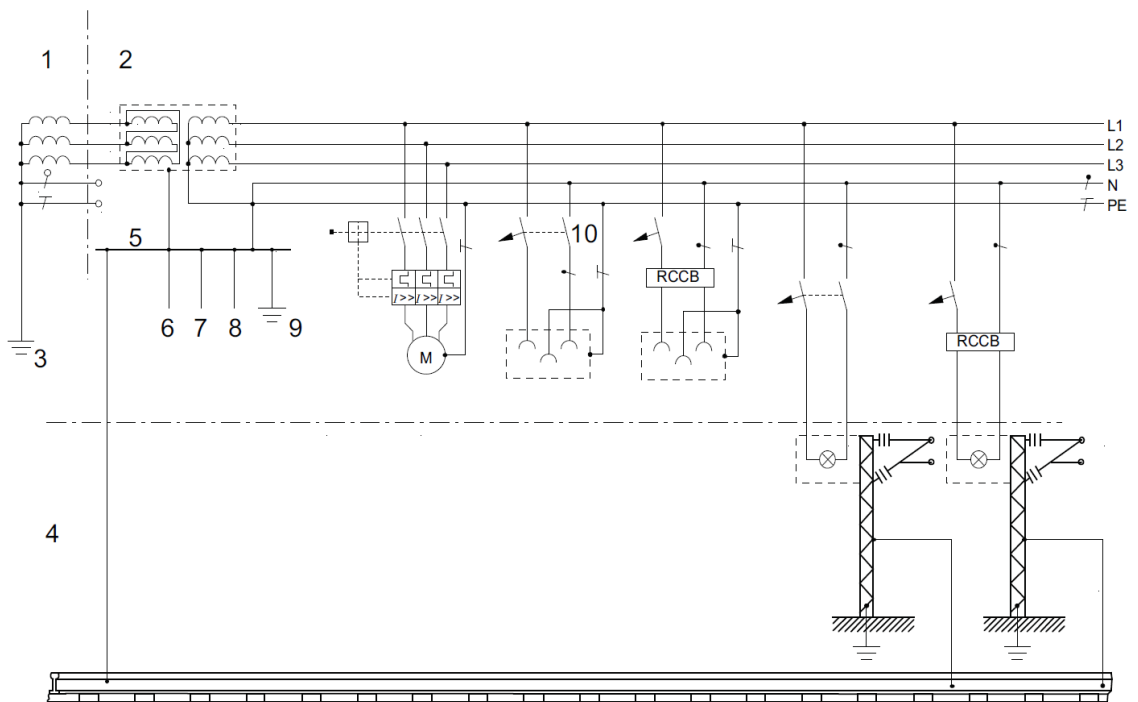
#### Key

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | electricity supply network                       | 6  | water and gas pipes                     |
| 2 | railway network                                  | 7  | heating                                 |
| 3 | public earth                                     | 8  | lightning protection                    |
| 4 | overhead contact line and current collector zone | 9  | railway structure earth                 |
| 5 | MEB  | 10 | only required for rail potential > 50 V |

รูปที่ 4 การต่อลงดินของระบบ TT ในระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ

ที่มา: EN 50122-1: 2011





**Key**

- |   |  |    |   |
|---|--|----|---|
| 1 | electricity supply network                       | 6  | water and gas pipes                     |
| 2 | railway network                                  | 7  | heating                                 |
| 3 | public earth                                     | 8  | lightning protection                    |
| 4 | overhead contact line and current collector zone | 9  | railway structure earth                 |
| 5 | MEB  | 10 | only required for rail potential > 50 V |

**รูปที่ 5 การต่อลงดินของระบบ TN ในระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนกระแสสลับ**

ที่มา: EN 50122-1: 2011

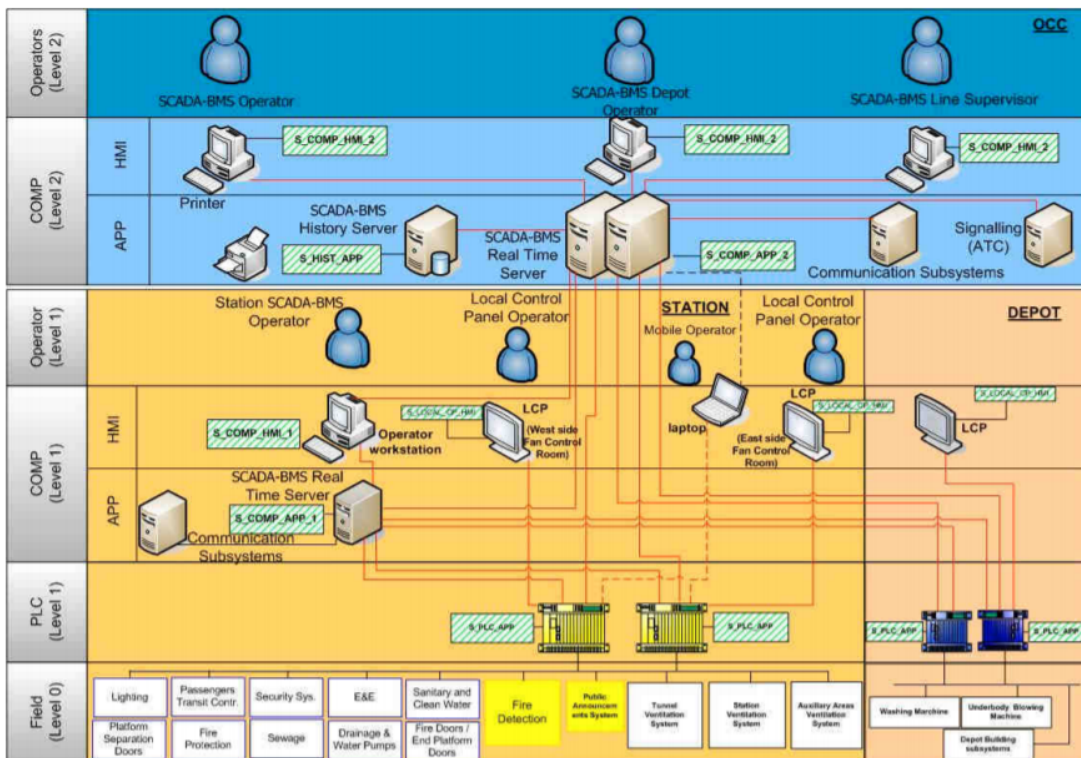
**2.1.4 รูปแบบการต่อหม้อแปลง (Transformer arrangement)**

การต่อขดลวดของหม้อแปลงกำลังที่สถานีไฟฟ้าขับเคลื่อนมีความสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับรถไฟ การใช้งานความถี่กำลังเดียวกันกับความถี่กริดสาธารณะทำให้เกิดความไม่สมดุลของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ด้านแรงดันสูงในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า การพิจารณาถึงปัญหาเหล่านี้จะทำให้การทำงานของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับรถไฟร่วมกับระบบกริดสาธารณะมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การต่อขดลวดของหม้อแปลงกำลังมีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น การต่อขดลวดแบบหนึ่งเฟส (single-phase connection) การต่อขดลวดแบบวี (V connection) การต่อขดลวดแบบสกอตต์ (Scott connection) การต่อขดลวดแบบเลอบลองก์ (Le Blanc connection) และการต่อขดลวดหม้อแปลงแบบไขว้ (cross-connected transformer)



### 2.1.5 ระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล (Supervisory control and data acquisition; SCADA)

SCADA เป็นประเภทหนึ่งของระบบการควบคุมอุตสาหกรรม (Industrial Control System or ICS) ที่มีการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่เฝ้าดูและควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในโลกทางกายภาพ ส่วนประกอบหลักของระบบ SCADA สำหรับระบบราง คือ หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit: RTU) เป็นส่วนที่ตั้งอยู่ที่สถานีต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือรับคำสั่งต่าง ๆ รวมทั้งรับคำสั่งเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้จากศูนย์ควบคุมส่วนกลาง (Operation Control Center: OCC) ระบบสื่อสาร (Communication System) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลต่าง ๆ และสถานีหลัก (Master Station) โดยทั่วไปจะอยู่ที่ OCC สามารถสั่งงานและดูค่าต่าง ๆ ของ RTU ทุกตัวที่ส่งค่ามายังที่นี้ได้ อีกทั้งสามารถควบคุมได้เรียกว่า interlocking station ตามความเหมาะสมหากเกิดกรณีฉุกเฉินที่ทำให้ไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นี้ได้ ตัวอย่างระบบ SCADA ที่ใช้ในระบบรถไฟฟ้แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 SCADA-BMS logical architecture

ที่มา: [http://www.ascgroup.it/wp-content/uploads/2015/10/ASCGroup\\_SCADA-BMS\\_TD\\_EN\\_V6.pdf](http://www.ascgroup.it/wp-content/uploads/2015/10/ASCGroup_SCADA-BMS_TD_EN_V6.pdf)

### 2.1.6 คุณภาพไฟฟ้า (Power quality)

ระบบจ่ายไฟสำหรับรถไฟสายประธานเป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียวที่มีแรงดันพิกัดมาตรฐาน 25 kV 50 Hz ทำให้สถานีจ่ายไฟนี้มีความไม่สมดุลของกำลังไฟฟ้าสูง รวมถึงปัญหาด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า เพื่อให้ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้ามีความสมดุลในการจ่ายไฟ สถานีไฟฟ้าที่จ่ายให้รางไฟฟ้าจะรับไฟจากโครงข่ายระบบไฟฟ้าท้องถิ่นแบบสลับคู่เฟส การต่อหม้อแปลงที่สถานีจ่ายไฟมีความสำคัญมากต่อความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าท้องถิ่นจะมีข้อกำหนดการเชื่อมต่อนับระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบราง ซึ่งจะกำหนดให้ผู้อยู่เชื่อมต่อต้องออกแบบระบบควบคุมการจ่ายไฟจากการเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อ ไม่ให้เกิดขีดจำกัดด้านคุณภาพไฟฟ้า



## 2.2 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีด้านระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนขบวนรถไฟมีอยู่สองระบบคือ ระบบกระแสตรง (Direct Current, DC) และระบบกระแสสลับ (Alternating Current, AC) ส่วนระบบการป้อนกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้ามีสองระบบคือ ระบบจ่ายไฟฟ้ารางที่สาม ซึ่งเรียกว่า Third Rail System และระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือหัว ซึ่งเรียกว่า Overhead Catenary System

ระบบจ่ายไฟฟ้ารางที่สามมีข้อดีในเรื่องของผลกระทบต่อด้านมลพิษทางสายตาเพราะไม่มีโครงสร้างของระบบป้อนกระแสไฟฟ้า รกรังอยู่เหนือรางรถไฟ แต่มีข้อจำกัดในการใช้งานและด้านความปลอดภัย ระบบนี้จึงมักใช้กับรถไฟใต้ดินหรือระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ในเมืองซึ่งไม่มีคนและสัตว์เลี้ยงเดินบนทางรถไฟ เพราะอาจได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้ -ขณะที่ระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือหัวจะมีโครงสร้างของระบบสายส่งอยู่เหนือรางที่ไม่น่าดู มักใช้กับการเดินรถไฟทางไกล ขบวนรถวิ่งเร็วซึ่งต้องการติดตั้งระบบเดินรถไฟฟ้ายกระดับสูง ไม่สามารถใช้ระบบรางที่สามได้

ระบบจ่ายไฟฟ้ารางที่สามจะนิยมใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันไม่เกิน 750 V ส่วนระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือหัว จะใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันสูงกว่าและไฟฟ้ากระแสสลับ การจ่ายไฟฟ้าสองระบบที่เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพทางเทคนิค มีความสอดคล้องเชิงพาณิชย์ และใช้อยู่ในประเทศไทย คือ

- (1) ระบบจ่ายไฟฟ้ารางที่สาม ไฟฟ้ากระแสตรง DC ขนาด 750 V
- (2) ระบบจ่ายไฟฟ้าเหนือหัว ไฟฟ้ากระแสสลับ AC ขนาด 25 kV ที่ 50 Hz

### ตารางที่ 2 สรุปการเปรียบเทียบระบบจ่ายไฟฟ้า

| ปัจจัย  | โครงสร้างระบบจ่ายไฟฟ้า                      |   |
|---|---|---|
|   | รางที่สาม<br>ไฟฟ้ากระแสตรง DC<br>ขนาด 750 V | เหนือหัว<br>ไฟฟ้ากระแสสลับ AC<br>ขนาด 25 kV ที่ 50 Hz |
| ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability)  | สูง   | สูง   |
| การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance)   | ต่ำกว่า                                     | สูงกว่า   |
| ประสิทธิภาพ (Efficiency)  | ขึ้นกับรูปแบบการใช้งาน                      | ขึ้นกับรูปแบบการใช้งาน                                |
| - ไฟฟ้า<br>- ความจุผู้โดยสาร  |   |   |
| ความปลอดภัย (Safety)  | ต่ำกว่า                                     | สูงกว่า   |
| - การรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า<br>- แรงดันสัมผัส<br>- กระแสจรจัด<br>- การป้องกันฟ้าผ่า |   |   |
| ต้นทุนตลอดอายุ (Life Cycle Cost)  | ต่ำกว่า                                     | สูงกว่า   |
| - การติดตั้ง<br>- การบำรุงรักษา   |   |   |



## 2.3 มาตรฐาน กฎหมาย และ ระเบียบด้านระบบไฟฟ้า

มาตรฐาน หรือ standards โดยทั่วไปหมายถึงข้อตกลงระหว่างหน่วยงาน หรือองค์กรต่าง ๆ ในประเด็นความสนใจร่วมกัน มาตรฐานที่ใช้ในสหภาพยุโรป European หรือ EU จะอ้างอิง EN standards ซึ่งถูกบัญญัติขึ้นโดยองค์กรด้านมาตรฐานของสหภาพ (European standards organizations) ขณะที่มาตรฐานนานาชาติต่าง ๆ ภายใต้ EN และ ISO ถูกแบ่งตามภาคส่วนของ ภาคอุตสาหกรรมและการใช้งาน

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลักทางด้านระบบไฟฟ้าทั้ง 6 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟฟ้า การป้องกัน และฉนวน การต่อลงดิน รูปแบบการต่อหม้อแปลง ระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล คุณภาพไฟฟ้า สามารถนำมาสรุป เปรียบเทียบมาตรฐานที่แต่ละประเทศใช้ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบหลักเกณฑ์ มาตรฐาน และ/หรือกฎหมาย ด้านระบบไฟฟ้า

| หัวข้อ            | มาตรฐาน                              |                          |   |           |  |                       |   | ประเทศเพื่อนบ้าน (มาเลเซีย)          |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|---|-----------|--|-----------------------|---|--------------------------------------|
|                   | สหภาพยุโรป                           | สหรัฐอเมริกา             | อังกฤษ  | ญี่ปุ่น   | จีน  | ออสเตรเลีย/นิวซีแลนด์ | ไทย   |                                      |
| ระบบการจ่ายไฟฟ้า  | EN 50163<br>EN 50388<br>EN 50367     | EN 50163<br>EN 50388     | BS EN 50163<br>BS EN 50388<br>BS EN 50367     | JIS E2201 | GB/T 1402<br>GB/T 28027  | AS7530                | ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบรางของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค | EN 50163<br>EN 50388<br>EN 50367     |
| การป้องกันและฉนวน | EN 50124-1<br>EN 50124-2<br>EN 50633 | EN 50122-1<br>EN 50124-1 | BS EN 50124-1<br>BS EN 50124-2<br>BS EN 50633 | NA        | GB/T 32350.1<br>GB/T 32350.2<br>GB/T 32580.301<br>GB/T 32580.302<br>GB/T 32580.303<br>GB/T 32586<br>GB/T 28026.1<br>GB/T 28026.3 | AS7530<br>AS7708      | EIT Standard 2001-56  | EN 50124-1<br>EN 50124-2<br>EN 50633 |



| หัวข้อ                            | มาตรฐาน                              |                               |   |           |                              |                           |  |                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|-----------|------------------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|
|                                   | สหภาพยุโรป                           | สหรัฐอเมริกา                  | อังกฤษ  | ญี่ปุ่น   | จีน                          | ออสเตรเลีย/<br>นิวซีแลนด์ | ไทย  | ประเทศเพื่อนบ้าน<br>(มาเลเซีย)       |
| การต่อลงดิน                       | EN 50522<br>EN 50122-1<br>EN 50122-3 | IEEE Std 80                   | BS EN 50522<br>BS EN 50122-1<br>BS EN 50122-3 | JIS E3601 | GB/T 28026.1<br>GB/T 28026.3 | AS7708                    | EIT Standard 2001-56   | EN 50522<br>EN 50122-1<br>EN 50122-3 |
| รูปแบบการต่อหม้อแปลง              | EN 50329<br>EN 60076                 | NA                            | BS EN 50329<br>BS EN 60076                    | NA        | GB 1094                      | NA                        | NA   | EN 50329<br>EN 60076                 |
| ระบบเฟิร์มแวร์และการควบคุมระยะไกล | EN 50155<br>EN 60870                 | NA                            | BS EN 50155<br>BS EN 60870                    | NA        | GB/T 21413.1<br>GB/T 18657   | NA                        | NA   | NA                                   |
| คุณภาพไฟฟ้า                       | EN 50121-2<br>EN 50121-5             | IEEE Std 519<br>IEEE Std 1159 | BS EN 50121-2<br>BS EN 50121-5                | NA        | GB/T 24338.2<br>GB/T 24338.6 | AS7722                    | PRC-PQG-01/2011 และข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบรางของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค | NA                                   |

ปัจจุบันโครงการรถไฟฟ้าสายประธานในประเทศไทยที่กำลังดำเนินการอยู่ก็พิจารณาตามมาตรฐานที่มีในประเทศเป็นหลักก่อนแล้วจึงค่อยพิจารณาตามมาตรฐานสากล (EN/IEC Standard) เป็นลำดับถัดไป ซึ่งครอบคลุมทุกมาตรฐานที่กล่าวในตารางที่ 3 เนื่องจากมาตรฐานสากลนี้เป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก อีกทั้งมาตรฐานที่มีในประเทศส่วนใหญ่สอดคล้องตามมาตรฐาน EN/IEC มาตรฐานที่ออกโดยการไฟฟ้าฯ ก็พัฒนาหรืออ้างอิงมาจากมาตรฐาน EN/IEC ดังนั้นการจัดทำมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้าสำหรับโครงข่ายรถไฟฟ้าสายประธานของประเทศไทยควรนำมาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่มีใช้ในประเทศมาพิจารณาก่อนแล้วเพิ่มเติมมาตรฐานสากล EN/IEC เข้าไปเพื่อให้ครอบคลุมทุกประเด็นและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย



## 2.4 ร่างมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อเสนอแนะด้านระบบไฟฟ้า

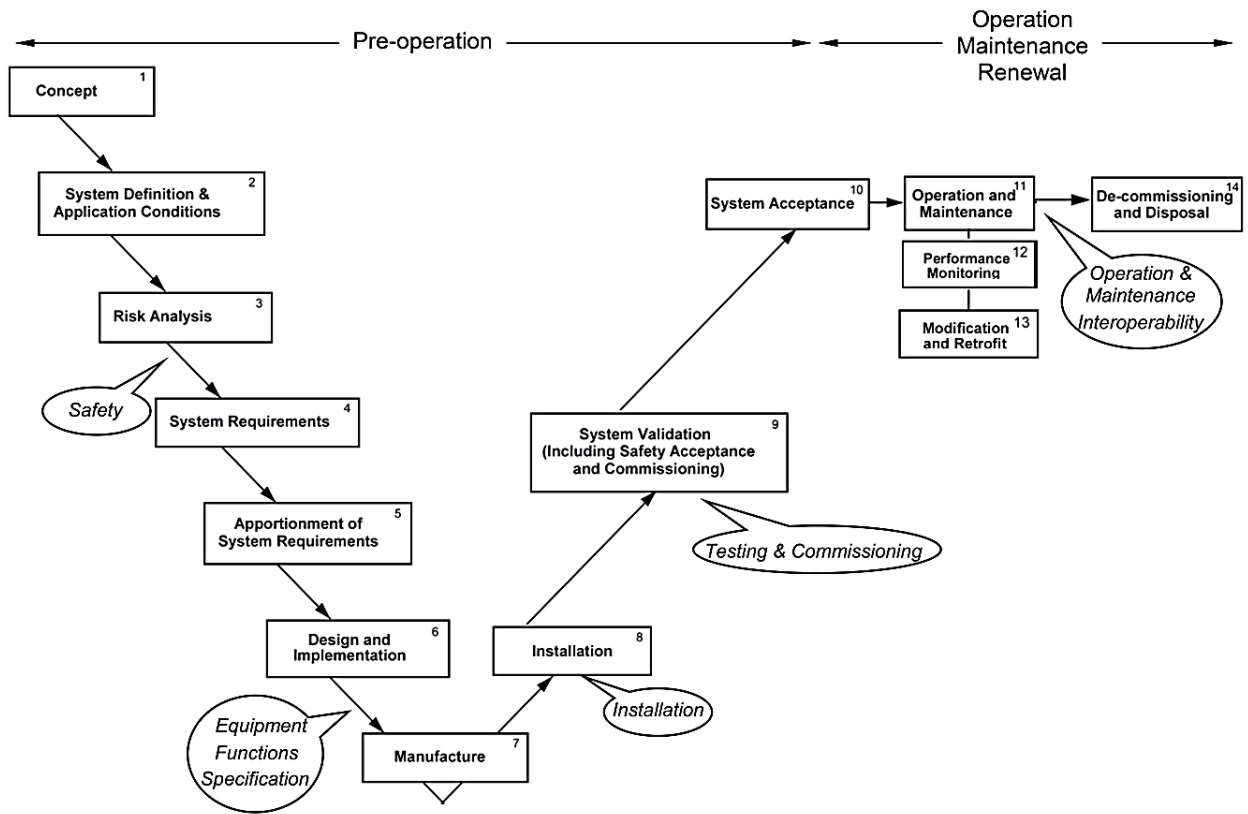
การกำหนดมาตรฐานกลางจะช่วยแก้ปัญหาด้านการพัฒนาระบบการขนส่งทางรางของประเทศดังกล่าวให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และสนับสนุนให้หน่วยงานที่กำกับดูแลและควบคุมการขนส่งทางรางสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย รวมถึงการต่อยอดให้เกิดการพัฒนาการขนส่งทางรางในรูปแบบการทำงานร่วมกันได้ในโครงข่าย หรือ Interoperability อันจะส่งผลดีต่อการจัดการเดินรถไฟที่มีคุณภาพที่สามารถสะท้อนถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของภาครัฐ โดยกิจกรรมหลักที่มีผลกระทบต่อพัฒนาดังกล่าวประกอบด้วย

- (ก) ออกแบบการติดตั้ง (Installation)
- (ข) การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม (Equipment)
- (ค) ความสามารถในการทำงานของระบบหรืออุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน (Functions)
- (ง) การพิจารณาคุณสมบัติ (General Specification)
- (จ) การประเมินด้านความปลอดภัย (Safety)
- (ฉ) การเดินรถและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance)
- (ช) การทดสอบเพื่อส่งมอบงาน (Testing and Commissioning)
- (ซ) แนวทางการวางแผนการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) ระหว่างโครงข่ายรถไฟฟ้าในภูมิภาค

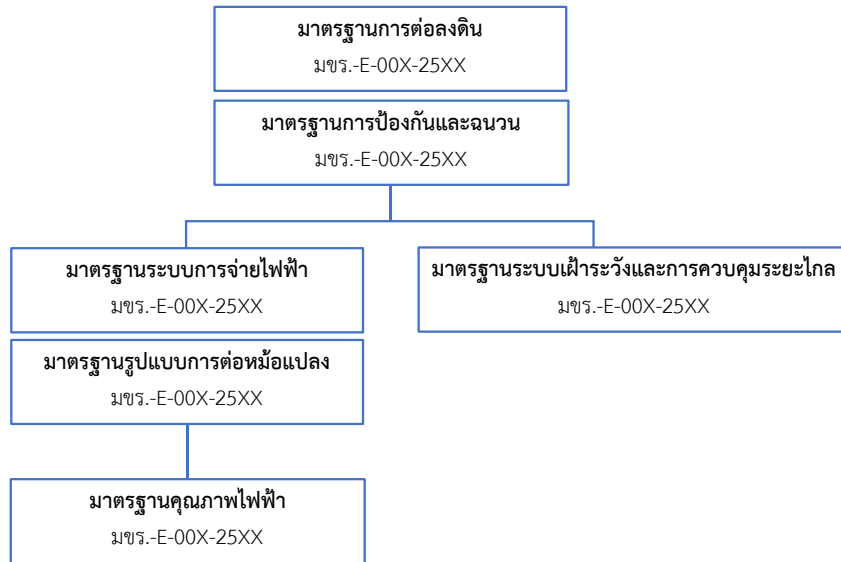
เมื่อสะท้อนความสำคัญของหัวข้อหลักข้างต้นกับขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งระบบรถไฟฟ้า (Pre-operation phase) และหลังการเปิดให้บริการเดินรถ (Revenue service phase) ตามวงจรตัววี หรือ V-cycle ตามมาตรฐาน EN 50126 ดังรูปที่ 7 จะเห็นว่าประเด็นสำคัญได้ถูกพิจารณาสอดคล้องกับมาตรฐานดังกล่าว

ขอบเขตการร่างมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของระบบไฟฟ้ากำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับองค์ประกอบสำคัญและกิจกรรมหลักแบ่งออกเป็น 6 เล่ม ได้แก่ มาตรฐานระบบการจ่ายไฟฟ้า มาตรฐานการป้องกันและฉนวน มาตรฐานการต่อลงดิน มาตรฐานรูปแบบการต่อหม้อแปลง มาตรฐานระบบเฟ้าระวางและการควบคุมระยะไกล และมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า โดยทุกมาตรฐานจะพิจารณาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง อุปกรณ์ การทำงาน คุณสมบัติความปลอดภัย การปฏิบัติและการบำรุงรักษา การทดสอบเพื่อส่งมอบงาน และการทำงานร่วมกันได้ รูปที่ 8 แสดงแผนภาพการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมาตรฐานระบบไฟฟ้าแต่ละเล่ม





รูปที่ 7 V-cycle ตามมาตรฐาน EN 50126 และหัวข้อหลักที่ศึกษา



รูปที่ 8 แผนภาพการเชื่อมโยงมาตรฐานระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน





## บทที่ 3

# ระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน

### 3.1 หลักการ วิศวกรรมการของระบบอาณัติสัญญาณ

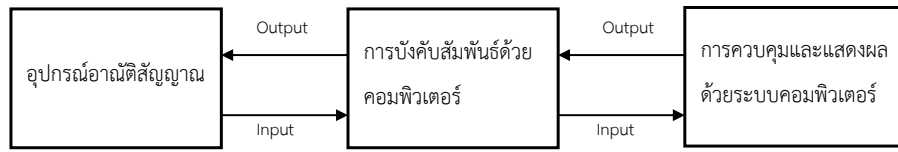
ระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ เป็นระบบกลไก สัญญาณไฟ และระบบคอมพิวเตอร์ที่จะทำหน้าที่ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟบนเส้นทาง ระบบจะมีรูปแบบการแจ้งให้พนักงานขับรถไฟทราบสถานะเส้นทางข้างหน้า สำหรับการตัดสินใจที่จะหยุดรถชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ด้วยรูปแบบของสัญญาณไฟแบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดรูปแบบการให้สัญญาณ เพื่อให้สามารถเดินรถไปได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ระบบอาณัติสัญญาณจะทำหน้าที่ในการควบคุมให้การเดินขบวนเป็นไปตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้ในตารางการเดินรถ โดยจะมีการควบคุมและกำหนดทิศทางเคลื่อนที่ ระยะเวลาในการเคลื่อนขบวนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง รวมไปถึงการสับหลักขบวนรถแต่ละขบวนที่บริเวณสถานีรถไฟหรือย่านสับหลัก ซึ่งจะออกแบบให้มีทำงานสัมพันธ์กันในทุก ๆ ส่วนที่ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่คอยสนับสนุนการเดินรถไฟอย่างปลอดภัย

#### 3.1.1 การบังคับสัมพันธ์ (Interlocking)

การควบคุมระบบอาณัติสัญญาณโดยการใช้ระบบบังคับสัมพันธ์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่ ระบบสัญญาณประแจกลชนิดมีกลไกสัมพันธ์กันทางไฟฟ้า (Relay Interlocking : RI) ระบบบังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking system : CBI) และ ระบบบังคับสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม (Electronic Interlocking : EI)

ระบบสัญญาณประแจกลชนิดมีกลไกสัมพันธ์กันทางไฟฟ้า (Relay Interlocking : RI) เป็นการเชื่อมต่อที่เกิดจากไฟฟ้าล้วน ๆ (บางครั้งเรียกว่า "all-electric") ประกอบด้วยวงจรที่ซับซ้อนซึ่งประกอบด้วยรีเลย์ในการจัดเรียงลอจิกรีเลย์ที่ตรวจสอบสถานะหรือตำแหน่งของอุปกรณ์สัญญาณแต่ละตัว ในขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังทำงานการเปลี่ยนตำแหน่งจะเปิดวงจรบางอย่างที่ล๊อคเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่อาจขัดแย้งกับตำแหน่งใหม่ ในทำนองเดียวกันวงจรอื่น ๆ จะถูกปิดเมื่อเครื่องใช้ที่พวกเขาควบคุมปลอดภัยในการทำงาน

ระบบบังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking system : CBI) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนระบบ RI โดยระบบ CBI จะนำไปโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาออกแบบการเขียนตารางการควบคุมตามเงื่อนไขของการเดินขบวนรถที่ได้จากการวางอุปกรณ์ในระบบอาณัติสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 9 **อุปกรณ์อาณัติสัญญาณ** เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนเส้นทางรถไฟ มีหน้าที่กำหนดทิศทางในการเดินขบวนรถโดยรับคำสั่งทั้งหมดจากอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ มาตรวจสอบสถานะการแสดงผลสัญญาณแล้วส่งผลที่ได้รับไปยังส่วน**บังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์** ซึ่งจะทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลการแสดงผลสถานะการบังคับสัมพันธ์ของระบบอาณัติสัญญาณระหว่างระบบสัญญาณกับประแจกลโดยมีระบบวงจรไฟตอนเป็นอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพเส้นทางและสิ่งกีดขวางและมีส่วน**ควบคุมและแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์**เป็นส่วนแสดงผลการทำงานของระบบอาณัติสัญญาณทั้งหมดทางจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 9 โครงสร้างของระบบ CBI

ที่มา : <http://www.thaiscience.info/Journals/Article/NRCT/10440367.pdf>

ระบบบังคับสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม (Electronic Interlocking : EI) เป็นระบบที่เชื่อมต่ออิเล็กทรอนิกส์ คือ HIMA Himax PLC ตามระบบควบคุมที่มีความปลอดภัยสูงสุด (SIL4) ตามมาตรฐานรถไฟยุโรป CENNELEC ระบบ EI เป็นระบบ modular และปรับขนาดได้ ซึ่งครอบคลุมอุปกรณ์ทุกประเภท ตั้งแต่ สถานีติดตาม การกำหนดค่า และการจัดเตรียมการส่งสัญญาณตั้งแต่แบบง่ายไปจนถึงแบบซับซ้อน

### 3.1.2 ประแจ (Point Machine)

ประแจกลเป็นอุปกรณ์สำคัญในการกำหนดเส้นทางวิ่งของรถไฟ โดยจะทำหน้าที่ในการขยับเปลี่ยนประแจทางหลักเพื่อบังคับให้ล้อรถไฟเคลื่อนที่ไปตามแนวทางประธานหรือทางหลัก พร้อมทั้งถือคตำแหน่งรางลื่นและส่งสัญญาณทิศทางประแจกลับไปยังต้นทางคำสั่งเพื่อยืนยันความถูกต้องของทิศทางวิ่งรถไฟ ชนิดของประแจกลสำหรับประแจทางหลักที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ประเภท ได้แก่ ประแจกลไฟฟ้าชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Electro – Mechanical: AC) ประแจกลไฟฟ้าชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Electro – Mechanical :DC) และประแจกลไฮดรอลิกส์ขับเคลื่อนด้วยแรงดันน้ำมัน (Electro – Hydraulic)

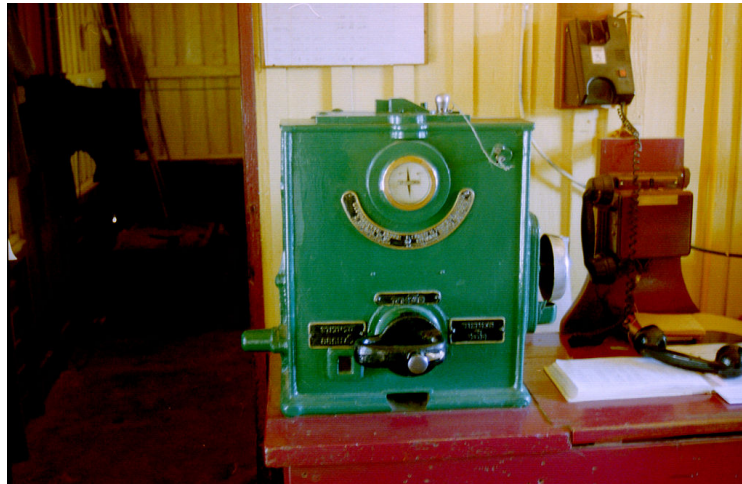


รูปที่ 10 ประแจกล (Point Machine)



### 3.1.3 ระบบเครื่องทางสะดวก (Token Signalling)

เป็นวัตถุอย่างหนึ่งอย่างใดเช่นลูกกลม เทริญ ตั๋ว หรืออาณัติสัญญาณอย่างอื่น ซึ่งพนักงานสัญญาณต้องมอบหรือแสดงให้แก่พนักงานรถจักร ก่อนที่จะนำขบวนรถเข้าสู่ทางช่วงระหว่างสถานีสองสถานี ตามที่ตราขึ้นไว้ได้ระบุไว้ในกรณีที่ยากที่สุด พนักงานสัญญาณจะโทรศัพท์หรือโทรเลขสอบถามสถานีข้างเคียงว่าทางที่ขบวนรถจะไปนั้นมีขบวนรถกีดขวางหรือไม่ ถ้าไม่มีก็ได้ชื่อว่าทางสะดวก และสามารถออกตัวทางสะดวกแก่พนักงานขับรถได้ ตราทางสะดวกปัจจุบันมี 2 แบบ คือแบบลูกตราแบน และแบบลูกตรากลม เครื่องตราทางสะดวกเป็นตู้เหล็กขนาดใหญ่มีสี่เหลี่ยม ในแต่ละสถานีจะมีอยู่ 2 เครื่อง ใช้ติดต่อกับสถานีก่อนหน้าและสถานีถัดไป โดยการสื่อสารและกลไกต่าง ๆ เกิดจากระบบไฟฟ้าที่ไหลผ่านสายทองแดง



รูปที่ 11 เครื่องตราทางสะดวก

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/>

### 3.1.4 เครื่องกั้นถนนเสมอรระดับ (level crossing barrier)

เครื่องกั้นถนนเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับทางรถไฟผ่านถนนเสมอรระดับ แบ่งออกเป็นสองประเภท ดังนี้

- 1) เครื่องกั้นถนนชนิดมีพนักงานกั้นถนน เครื่องกั้นถนนชนิดนี้เมื่ออยู่ในท่าห้ามการจราจรทางถนนที่คานหรือแผงที่มองเห็นได้จากถนนทั้ง 2 ด้าน ทาสีแดงและสีขาวสลับกัน (หรือสีอื่นที่ เจ้าพนักงานจราจรกำหนด) ในเวลากลางคืนมีโคมไฟสีแดงติดอยู่ เครื่องกั้นถนนชนิดนี้อาจจะมีหรือไม่มีสัญญาณไฟวาบสีแดงทางด้านถนน และสัญญาณผ่านถนนเสมอรระดับทาง
- 2) เครื่องกั้นถนนชนิดไม่มีพนักงานกั้นถนน เครื่องกั้นถนนชนิดนี้ เมื่ออยู่ในท่าห้ามการจราจรทางถนน ที่บนเสาทางด้านซ้ายของถนนทั้ง 2 ด้าน มีสัญญาณไฟวาบสีแดงทั้งทางด้านหน้าและด้านหลังมีเสียงสัญญาณดังเป็นจังหวะด้านทางรถไฟมีสัญญาณผ่านถนนเสมอรระดับทาง ทั้ง 2 ด้าน ถ้าเป็นชนิดมีคานปิดครึ่งถนนอยู่ด้วยบนถนนที่มองเห็นได้จากถนนทั้ง 2 ด้านทาสีแดงและสีขาวสลับกัน ในเวลากลางคืนมีโคมไฟสีแดงติดอยู่

เครื่องกั้นถนนที่ใช้ในประเทศไทยมีทั้งแบบคานปิดเต็มถนน คานปิดครึ่งถนน สายลวดคนหมุน หรือแผงเซ็น ทั้งนี้ อาจจัดให้มีสัญญาณผ่านถนนเสมอรระดับทาง หรือพนักงานคอยให้สัญญาณอนุญาต



### 3.1.5 การตรวจสอบตำแหน่งขบวนรถไฟ (Train Tracking System)

การตรวจสอบตำแหน่งขบวนรถไฟเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งปัจจุบันของรถไฟเมื่อมีการติดตามโดยผู้ใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งขบวนรถไฟที่ได้รับการยอมรับ ทันสมัย เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องมีทางเลือกหลายทางเช่น ระบบติดตามและตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification: RFID) ระบบติดตามและตรวจสอบด้วยกล้องวงจรปิด (Closed Circuit Television: CCTV) และระบบติดตามและตรวจสอบด้วยระบบระบุตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS)

### 3.1.6 ระบบควบคุมการเดินรถ (train control system)

การควบคุมการเดินรถแต่ละประเทศจะใช้ระบบควบคุมที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะควบคุมให้รถไฟมีการเดินรถที่ปลอดภัย เทคโนโลยีปัจจุบันมักใช้ระบบอาณัติสัญญาณแบบ Communication Based Train control System (CBTC) ซึ่งนำเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารแบบไร้สายมาประยุกต์ใช้กับระบบการเดินรถ เพื่อประสิทธิภาพทางด้านการควบคุม ติดตาม และการจัดการที่ยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ โดยใช้ hardware และ software ที่ออกแบบแตกต่างกันในรายละเอียดสำหรับแต่ละภูมิภาค เช่น ระบบควบคุมรถไฟสหภาพยุโรป (European Train Control System: ETCS) ระบบควบคุมรถไฟจีน (Chinese Train Control System: CTCS) ระบบควบคุมรถไฟญี่ปุ่น (East Japan Train Control system: EJTC) และระบบควบคุมรถไฟอินโดนีเซีย (INDONESIAN TRAIN CONTROL SYSTEM: ITCS) เป็นต้น

### 3.1.7 การควบคุมระบบอาณัติสัญญาณจากส่วนกลาง (Centralized Traffic Control)

เป็นรูปแบบของการสื่อสารในระบบสัญญาณของรถไฟรวมการตัดสินใจการกำหนดเส้นทางรถไฟที่ได้รับการดำเนินการจากผู้ควบคุมฝั่งการเดินรถไฟหรือพนักงานขับรถไฟ ประกอบด้วยห้องควบคุมสัญญาณรถไฟจากส่วนกลางที่ควบคุมระบบ การให้ทางสะดวก และการจัดการจราจรของรถไฟในส่วนของระบบรางที่อยู่ในพื้นที่ควบคุมของ CTC หนึ่งในจุดเด่นของ CTC คือมีภาพกราฟิกของทางรถไฟแสดงบนแผงควบคุม บนแผงนี้ผู้ควบคุมการเดินรถสามารถติดตามขบวนรถไฟที่เข้ามาในพื้นที่ ๆ ควบคุมในการส่งทางรถไฟขนาดใหญ่อาจจะมีห้องควบคุมสัญญาณหลายห้องและแต่ละห้องควบคุมจะควบคุมในพื้นที่รับผิดชอบเท่านั้น ห้องควบคุมสัญญาณเหล่านี้มักจะตั้งอยู่ใกล้ย่านขนส่งใหญ่หรือสถานี และคุณภาพการดำเนินงานของห้องควบคุมสัญญาณสามารถนำมาเปรียบเทียบกับห้องควบคุมการจราจรทางอากาศ

### 3.1.8 คลื่นความถี่ (Frequency)

ความสำคัญในการเดินรถไฟนั้นคือ ความสามารถในการควบคุมตัวรถให้ทำงานอย่างแม่นยำและปลอดภัย โดยมีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าระดับสูงจำนวนมากในการทำงานร่วมกัน ซึ่งอุปกรณ์บางประเภททำงานโดยอาศัยหลักการส่งสัญญาณ หรือคลื่นความถี่เพื่อการสื่อสาร เช่น อุปกรณ์ระบบ ETCS GSM-R และ SCADA เป็นต้น อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้จะรับและส่งสัญญาณทางแม่เหล็กและไฟฟ้าที่ความถี่ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องผ่านทางตัวกลางที่เป็นบรรยากาศหรือสายเคเบิล สิ่งที่จะพึงระวังคือการรบกวนการทำงานระหว่างอุปกรณ์ในบริเวณใกล้เคียงกัน หรือจากสัญญาณรบกวนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดภายนอก เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันได้ หรือความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility) ของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทั้งหมดในสภาพแวดล้อมของระบบรถไฟ





### 3.1.9 ระบบห้ามล้ออัตโนมัติ (Automatic Train Protection System)

เป็นระบบที่คอยควบคุมไม่ให้รถไฟใช้ความเร็วเกินกำหนด ควบคุมความเร็วรถไฟอยู่ในพิสัยที่สัมพันธ์กับระยะห่างระหว่างรถไฟข้างหน้า หากเกิดเหตุผิดปกติ ระบบ ATP จะสั่งการห้ามล้ออัตโนมัติ นอกจากนี้ยังควบคุมการเคลื่อนตัวของรถไฟจากสถานีรถไฟ โดยหากประตูลูกไฟฟ้าและประตูกันชนขาลายังปิดไม่เรียบร้อย ระบบ ATP จะไม่อนุญาตให้รถไฟเคลื่อนตัวออกจากสถานี ต่างจากระบบ ATO ตรงที่มีความอิสระต่างกัน กรณีที่ระบบ ATO ชัดข้อง ต้องใช้คนควบคุมการเดินรถ ระบบ ATP จะยังคงควบคุมการเดินรถต่อไป

## 3.2 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีด้านระบบอาณัติสัญญาณ

### 3.2.1 การเปรียบเทียบเครื่องนับเพลลาและวงจรไฟตอน

เครื่องนับเพลลาและวงจรไฟตอนเป็นอุปกรณ์ตรวจจับการครองทางของขบวนรถไฟในแต่ละช่วงไฟตอน เพื่อส่งสัญญาณการครองทางให้กับระบบอาณัติสัญญาณทำการบังคับสัมพันธ์ให้มีรถขบวนอื่นเข้ามาในทางที่มีรถครอบครองอยู่ในตอนนั้นให้สามารถจัดการการเดินรถหลายขบวนบนเส้นทางเดียวกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย วงจรไฟตอนอาศัยหลักการลัดวงจรไฟฟ้าระหว่างสองรางที่มีการจ่ายกระแสไฟลงไปบนรางรถไฟ ส่วนเครื่องนับเพลลาเป็นอุปกรณ์ตรวจจับรถไฟที่อาศัยหลักการของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตรวจจับการเข้ามาให้พื้นที่ของล้อรถไฟ (ล้อเหล็ก) ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องนับเพลลาและวงจรไฟตอน

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของเครื่องนับเพลลาและวงจรไฟตอน

| รายละเอียดการทำงาน                | เครื่องนับเพลลา (Axle counter)                                     | วงจรไฟตอน (Track circuit)                                   |
|-----------------------------------|--|---|
| ฟังก์ชันการทำงาน                  | การครองทาง ทิศทาง ความเร็ว และจำนวนเพลลาล้อ                        | การครองทาง  |
| หลักการตรวจจับ                    | สนามแม่เหล็กไฟฟ้าตรวจจับล้อเหล็ก                                   | ลัดวงจรไฟฟ้าระหว่างสองราง                                   |
| ผลกระทบกับระบบจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อน | ไม่มี  | ต้องการระบบการวัดและวงจรป้องกันทางไฟฟ้า                     |
| ระยะห่างตอนสัญญาณ                 | ไม่จำกัด   | ไม่เกิน 3.6 ก.ม.(โดยประมาณ)                                 |
| การตรวจสอบรางขาด                  | ไม่ได้   | ได้   |
| การรีเซ็ต                         | ต้องการการรีเซ็ตเมื่อเกิดข้อผิดพลาด (สามารถรีเซ็ตระยะไกลด้วยรีโมท) | ไม่ต้องการรีเซ็ต  |
| การตรวจสอบประแจและทางตัด          | ได้  | ได้ (ด้วยการออกแบบวงจรจ่ายไฟตอนสำหรับชุดประแจ)              |
| ความเร็วขบวนรถผ่าน                | สูง (มากกว่า 400 ก.ม./ชม.)   | ปานกลาง (ไม่เกิน 250 ก.ม./ชม.)                              |
| ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม             | ไม่มี (ยกเว้นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า)                                    | มี (การไม่นำไฟฟ้าที่เป็นผลจากการเกิดสนิมของรางและขั้วไฟฟ้า) |
| การติดตั้ง                        | ง่าย   | ยุ่งยากต้องมีการตัดและเจาะราง                               |



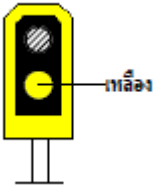
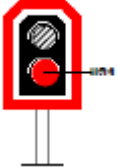
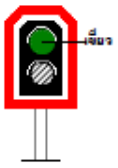
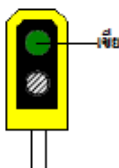



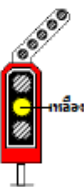
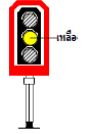

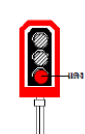
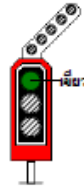
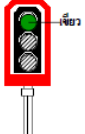



| รายละเอียดการทำงาน                 | เครื่องนับเพลลา (Axle counter)           | วงจรไฟตอน (Track circuit)                         |
|------------------------------------|--|---|
| การบำรุงรักษา                      | ต่ำ                                      | สูง ต้องมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ              |
| ผลกระทบจากการซ่อมราง               | ต่ำ (สามารถถอดเซนเซอร์เขาออกได้ง่าย)     | สูง ต้องมีการถอดประกอบสายไฟออกจากราง              |
| การใช้ทาง (การวิ่งผ่านของรถไฟ)     | ต้องมีขบวนรถวิ่งผ่านอย่างน้อย 2 ปี/ครั้ง | ต้องมีขบวนรถวิ่งผ่านเป็นประจำเพื่อกำจัดสนิมหัวราง |
| ต้นทุนในการติดตั้ง                 | ต่ำ                                      | สูง   |
| ต้นทุนในการซ่อมบำรุง               | ต่ำ                                      | สูง   |
| ความเข้ากันได้ทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า | เป็นไปตามมาตรฐานสากล                     | เป็นไปตามมาตรฐานสากล                              |
| มาตรฐานความปลอดภัย                 | SIL4, RAMs                               | SIL4, RAMs  |
| ระดับป้องกัน                       | IPXX (เทียบเท่า)                         | IPXX (เทียบเท่า)                                  |

ที่มา: ที่ปรึกษา

### 3.2.2 การเปรียบเทียบสัญญาณไฟสีระหว่างประเทศไทยและประเทศออสเตรเลีย

สัญญาณไฟสีในแต่ละประเทศมีการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป สำหรับประเทศไทยและออสเตรเลียทั้งสองประเทศมีการใช้สัญญาณไฟสี 2 ท่า และ 3 ท่า เช่นเดียวกัน แต่มีการกำหนดสัญลักษณ์และจัดวางตำแหน่งของไฟสีที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สัญญาณไฟสี 2 ท่าและ 3 ท่า

| ประเทศไทย   |   |  | ประเทศออสเตรเลีย   |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
| สัญญาณประจำที่ชนิดไฟสีระบบ 2 ท่า  |   |  | สัญญาณประจำที่ชนิดไฟระบบ 2 ท่า   |  |  |
| ระวาง   | ห้าม  | อนุญาต   | ระวาง  | ห้าม   | อนุญาต   |
|    |    |  เขียว<br> เขียว    |   |   |   |
| สัญญาณประจำที่ชนิดไฟสีระบบ 3 ท่า  |   |  | สัญญาณประจำที่ชนิดไฟสีระบบ 3 ท่า   |  |  |
| ระวาง   | ห้าม  | อนุญาต   | ระวาง  | ห้าม   | อนุญาต   |
|  เข้าเขตใน<br> เข้าเขตนอก |  เข้าเขตใน<br> เข้าเขตนอก |  เขียว<br> เขียว |  |  |  |

ที่มา: ทีปรักษา



### 3.2.3 การเปรียบเทียบระบบ ETCS/CTCS/ITCS/ EJTC

การควบคุมการเดินรถแต่ละประเทศใช้หลักการคล้ายกันแต่มีการออกแบบ hardware และ software แตกต่างกันในรายละเอียด โดยมีการแบ่งลำดับชั้นของการควบคุมตามเทคโนโลยีที่นำมาใช้ ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบระบบควบคุมรถไฟของประเทศต่าง ๆ

ตารางที่ 6 ระบบควบคุมรถไฟของประเทศต่าง ๆ

| ระบบควบคุมรถไฟสหภาพยุโรป (European Train Control System: ETCS) | ระบบควบคุมรถไฟจีน (Chinese Train Control System: CTCS) | ระบบควบคุมรถไฟอินโดนีเซีย (Indonesian Train Control System: ITCS) | ระบบควบคุมรถไฟญี่ปุ่น (East Japan Train Control system: EJTC) |
|--|--|---|---|
| Level-0  | Level-0  | Level-0   | Level-0   |
| Level-1  | Level-1  | Level-1   | Level-1   |
| -  | Level-2  | -   | Level-2   |
| Level-2  | Level-3  | Level-2   | -   |
| Level-3  | Level-4  | Level-3   | Level-3   |

ที่มา : ที่ปรึกษา

### 3.2.4 การเปรียบเทียบระบบบังคับสัมพันธ์

ระบบบังคับสัมพันธ์ เป็นระบบตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเตรียมทางให้ขบวนรถเข้าหรือออกจากสถานีให้ทำงานสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าการเดินรถมีความปลอดภัย แบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่ ระบบสัญญาณประจักษ์ชนิดมีกลไกสัมพันธ์กันทางไฟฟ้า (Relay Interlocking : RI) ระบบบังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Based Interlocking system : CBI) และ ระบบบังคับสัมพันธ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม (Electronic Interlocking : EI) ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบระบบบังคับสัมพันธ์ทั้งสามรูปแบบ



ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระบบบังคับสัมพันธ์

| รายการ                        | Relay interlocking (RL)                 | Computer-based interlocking (CBI)   | Electronic interlocking (EI)   |
|-------------------------------|---|---|--|
| Human machine interface (HMI) | Display panel with signal light display | Computer display Layer1: HMI  | Technician's terminal<br>Key board Printer Datalogger  |
| Logic layer                   | Relay                                   | PLC (Microcomputer)<br>- Level2: Central safety controlling system<br>- Level3: Safety subsystem <ul style="list-style-type: none"> <li>● ELC – Electronic Level Crossing System</li> <li>● ELC - Electronic Level Crossing EAC- Electronic Axle Counter</li> <li>● Electronic Interface</li> <li>● Wiring of DIO modules</li> <li>● ELC – Electronic Level Crossing System</li> <li>● EAC – Electronic Axle Counter System</li> <li>● Electronic Interfaces</li> </ul>                                 | Microprocessor<br>- Panel processor module<br>- Interlocking processor<br>- Diagnostic multi -processor module<br>Data link module |
| I/O Layer                     | Relay                                   | Object Module<br>- Level4: Interface module <p style="text-align: center;"><u>ฟังก์ชันหลัก</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SM - signal module</li> <li>● PM - points module</li> <li>● DIM - digital input module</li> <li>● DOM - digital output module</li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>ฟังก์ชันอื่น ๆ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● EFL – Electronic Flasher</li> <li>● ECD – Electronic Current Detector</li> <li>● RM – Relay Interface</li> </ul> | I/O card<br>- Signal trackside module<br>- Point module<br>Datalink module   |



| รายการ                              | Relay interlocking (RL) | Computer-based interlocking (CBI)  | Electronic interlocking (EI)  |
|-------------------------------------|-------------------------|--|---|
|                                     |                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● IP – Indication panel</li> <li>● GSM – SMS diagnostic</li> <li>● LPM – Lighting Protection</li> <li>● TERM – Electronic Thermostat</li> <li>● ETIM – Electronic Timer</li> <li>● EODT – Electronic Off-Delay Timer</li> </ul> |   |
| Software                            | No                      | PLC software   | Embedded software   |
| ความเร็ว                            | ต่ำ                     | สูง  | ปานกลาง   |
| การขยายระบบ                         | เพิ่ม Relay ได้ไม่จำกัด | เพิ่ม computer และซอฟต์แวร์  | - เพิ่ม Processor module<br>- เพิ่มซอฟต์แวร์<br>(มีข้อจำกัดด้าน Hardware) |
| ขนาดของอุปกรณ์                      | ใหญ่                    | เล็ก   | ปานกลาง   |
| การใช้พลังงาน                       | สูง                     | ต่ำ  | ปานกลาง   |
| มาตรฐานความปลอดภัย                  | SIL4                    | SIL4   | SIL4, RAMs  |
| การบำรุงรักษา                       | ปานกลาง                 | ต่ำ<br>Mean Active Corrective Maintenance Time (MACMT)<br>- อุปกรณ์ติดตั้งในอาคาร < 40<br>- อุปกรณ์ติดตั้งบริเวณทางรถไฟ < 30   | ต่ำ   |
| ความเข้ากันได้ ทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า | เป็นไปตามมาตรฐานสากล    | เป็นไปตามมาตรฐานสากล   | เป็นไปตามมาตรฐานสากล  |

ที่มา: ทีปรึกษา



### 3.2.5 การเปรียบเทียบประเภท (Point Machine) Electro – Mechanical และ Electro – Hydraulic

ประเภท (Point Machine) หรือประแจราง หรือเครื่องสับราง เป็นอุปกรณ์สำหรับติดตั้งไว้ที่รางรถไฟสำหรับให้รถไฟเดินเบี่ยงจากทางเดิมได้เมื่อต้องการ ประแจสามารถควบคุมได้ด้วยคันกลที่ตัวประแจ สายลวดดึงรอก หรือมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้รถไฟวิ่งไปในรางในทิศทางที่ต้องการ ชนิดของประแจสำหรับประแจทางหลักที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 ประเภท ได้แก่ ประแจกลไฟฟ้า ชนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Electro – Mechanical: AC) ประแจกลไฟฟ้าชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (Electro – Mechanical :DC) และ ประแจกลไฮดรอลิกส์ขับเคลื่อนด้วยแรงดันน้ำมัน (Electro – Hydraulic) ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบประแจกลทั้งสามชนิด

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบประแจกล (Point Machine) ชนิด DC , AC และ hydraulic

| รายละเอียดการทำงาน       | Electro – Mechanical                       |  | Electro – Hydraulic                  |
|--------------------------|--|--|--------------------------------------|
|                          | AC   | DC   |                                      |
| ต้นกำลังขับเคลื่อนประแจ  | ไฟฟ้ากระแสสลับ                             | ไฟฟ้ากระแสตรง                              | ไฮดรอลิกส์                           |
| แรงเคลื่อนไฟฟ้า          | ปานกลาง – สูง 110 V, 220 V, 380 V          | ต่ำ - สูง 24-700V                          | ต่ำ - ปานกลาง ขึ้นอยู่กับชนิดมอเตอร์ |
| กระแสไฟฟ้า               | ปานกลาง                                    | สูง  | ต่ำ                                  |
| ส่วนส่งกำลัง             | เฟืองทดหรือแร็ค                            | เฟืองทดหรือแร็ค                            | กระบอกสูบไฮดรอลิกส์                  |
| แขนขับเคลื่อนประแจ       | ก้านเหล็ก(เทียบเท่า)                       | ก้านเหล็ก(เทียบเท่า)                       | ก้านเหล็ก(เทียบเท่า)                 |
| แรงขับเคลื่อนประแจ       | 2,000-6,000 N                              | 2,000-6,000 N                              | 6,000-17,000 N                       |
| เวลาขับเคลื่อนประแจ      | 5-8 วินาที                                 | 5-8 วินาที                                 | 4-10 วินาที                          |
| การเคลื่อนที่ประแจ       | กลไกการลอค (เทียบเท่า)                     | กลไกการลอค (เทียบเท่า)                     | กลไกการลอค (เทียบเท่า)               |
| การตรวจจับตำแหน่ง        | แขนตรวจจับลิ้น                             | แขนตรวจจับลิ้น                             | แขนตรวจจับลิ้น                       |
| ขับประแจด้วยมือ          | ได้  | ได้  | ได้                                  |
| ตัดสัญญาณเมื่อขับด้วยมือ | ได้  | ได้  | ได้                                  |
| ระดับป้องกัน             | IP (เทียบเท่า)                             | IP (เทียบเท่า)                             | IP (เทียบเท่า)                       |
| ระดับความปลอดภัย         | SIL 1-4                                    | SIL 1-4                                    | SIL 1-4                              |
| ความปลอดภัยด้านไฟฟ้า     | ต่ำ (จ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อนให้กับประแจโดยตรง) | ต่ำ (จ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อนให้กับประแจโดยตรง) | สูง (สามารถแยกชุดอัดแรงดันไว้ภายนอก) |
| การควบคุมและส่งสัญญาณ    | สวิตช์หน้าสัมผัส                           | สวิตช์หน้าสัมผัส                           | สวิตช์หน้าสัมผัส                     |
| MTBF                     | >500,000 ช.ม. (Siemen S700K)               | >500,000 ช.ม.                              | > 30 ปี                              |
| MTTR                     | 20 นาที                                    | 20 นาที                                    | 35-40 นาที                           |

ที่มา: ที่ปรึกษา

### 3.2.6 คลื่นความถี่

การพิจารณาเลือกเทคโนโลยีระบบอาณัติสัญญาณแบบไร้สาย (ETCS Level 2) เพื่อการสื่อสาร สัญญาณควบคุมทางรถไฟสำหรับประเทศไทยนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงความสามารถในการทำงาน ของระบบควบคุมที่ใช้ในประเทศไทยกับระบบควบคุมที่



ใช้ในประเทศเพื่อนบ้าน (Interoperability) โดยพิจารณาว่าหากรถไฟขบวนนั้นมีการข้ามเขตแดนระหว่างประเทศจะสามารถสื่อสารสัญญาณควบคุมทางรถไฟระหว่างกันได้หรือไม่

### 3.3 มาตรฐาน กฎหมาย และ ระเบียบด้านระบบอาณัติสัญญาณ

ประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์เปรียบเทียบระบบอาณัติสัญญาณของประเทศต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ ระบบควบคุมการเดินรถ และ มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

ระบบควบคุมการเดินรถในประเทศที่ใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ได้แก่ สหภาพยุโรป (ETCS) จีน (CTCS) อินโดนีเซีย (ITCS) และญี่ปุ่น (EJTCS) สามารถสรุปได้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณสมบัติสำคัญของระบบ ETCS/CTCS/ITCS/EJTCS

| ETCS    | EJTCS   | CTCS    | ITCS    | สัญญาณ                               | การสื่อสาร                | การตรวจจับตำแหน่ง               | ระบบป้องกันอัตโนมัติ (ATP) |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Level-0 | Level-0 | Level-0 | Level-0 | สัญญาณบนทางวิ่ง (Track side signal ) | -                         | วงจรถับตำแหน่ง / เครื่องนับเพลา | ATP เป็นช่วงจังหวะ         |
| Level-1 | Level-1 | Level-1 | Level-1 |                                      | Balises                   |                                 |                            |
| -       | Level-2 | Level-2 | -       | สัญญาณบนห้องขับ (Cab signal)         | วงจรถับตำแหน่งแบบเข้ารหัส | ความถี่วิทยุและ Balises         | ATP แบบต่อเนื่อง           |
| Level-2 | -       | Level-3 | Level-2 |                                      |                           |                                 |                            |
| Level-3 | Level-3 | Level-4 | Level-3 |                                      | ความถี่วิทยุ              |                                 |                            |

ที่มา: ทีปรีक्षा

ในแต่ละประเทศมีการใช้ระบบอาณัติสัญญาณในระบบที่แตกต่างกันแต่มีโครงสร้างของระบบที่คล้ายคลึงกัน อาทิเช่น ระบบ ETCS-2 ที่ใช้ในสหภาพยุโรป และประเทศอังกฤษ ระบบ TVM 430 ใช้ในประเทศฝรั่งเศส ระบบ CTCS-3 ใช้ในประเทศจีน ระบบ ATC (digital) ประเทศญี่ปุ่น ระบบ ITCS-2 ใช้ในประเทศอินโดนีเซีย ระบบ ATC (digital) ประเทศสิงคโปร์ เป็นต้น

มาตรฐานสำหรับใช้ในการกำกับอุปกรณ์ประกอบระบบอาณัติสัญญาณรถไฟสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. มาตรฐานกำกับอุปกรณ์ประกอบระบบ อาณัติสัญญาณรถไฟ สำหรับใช้ในการกำกับควบคุมคุณสมบัติทางกล ไฟฟ้า ฟังก์ชันการทำงาน และคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ตัวนั้น ๆ โดยที่แต่ละมาตรฐานของแต่ละประเทศจะมีความสอดคล้องกัน จากคุณลักษณะของอุปกรณ์และข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการจัดทำมาตรฐาน และประยุกต์ใช้ค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศและสภาพแวดล้อม อาทิเช่น

- 1.1. มาตรฐานกำกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศไทย (มอก.)
- 1.2. มาตรฐานกำกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภูมิภาคยุโรป (EN IEC CENELEC DN CE ฯลฯ)





- 1.3. มาตรฐานกำกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS)
  - 1.4. มาตรฐานกำกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสหรัฐอเมริกา (AAR)
  - 1.5. มาตรฐานกำกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจีน (GB)
2. มาตรฐานเฉพาะระบบอาณัติสัญญาณ (UNISIG) ที่เกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มผู้ผลิตระบบอาณัติสัญญาณกำหนดมาตรฐานกลางสำหรับอุปกรณ์และระบบที่ครอบคลุมส่วนประกอบทั้งหมดในระบบอาณัติสัญญาณภายใต้ชื่อมาตรฐาน UNISIG SUBSET-XXX
3. มาตรฐานความปลอดภัยตามระบบมาตรฐานสากล อาทิเช่น EN50126-RAMs , SIL(1-4)-Safety standard, EN61131-Programable control เป็นต้น



### 3.4 ร่างมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ และข้อเสนอแนะด้านระบบอาณัติสัญญาณ

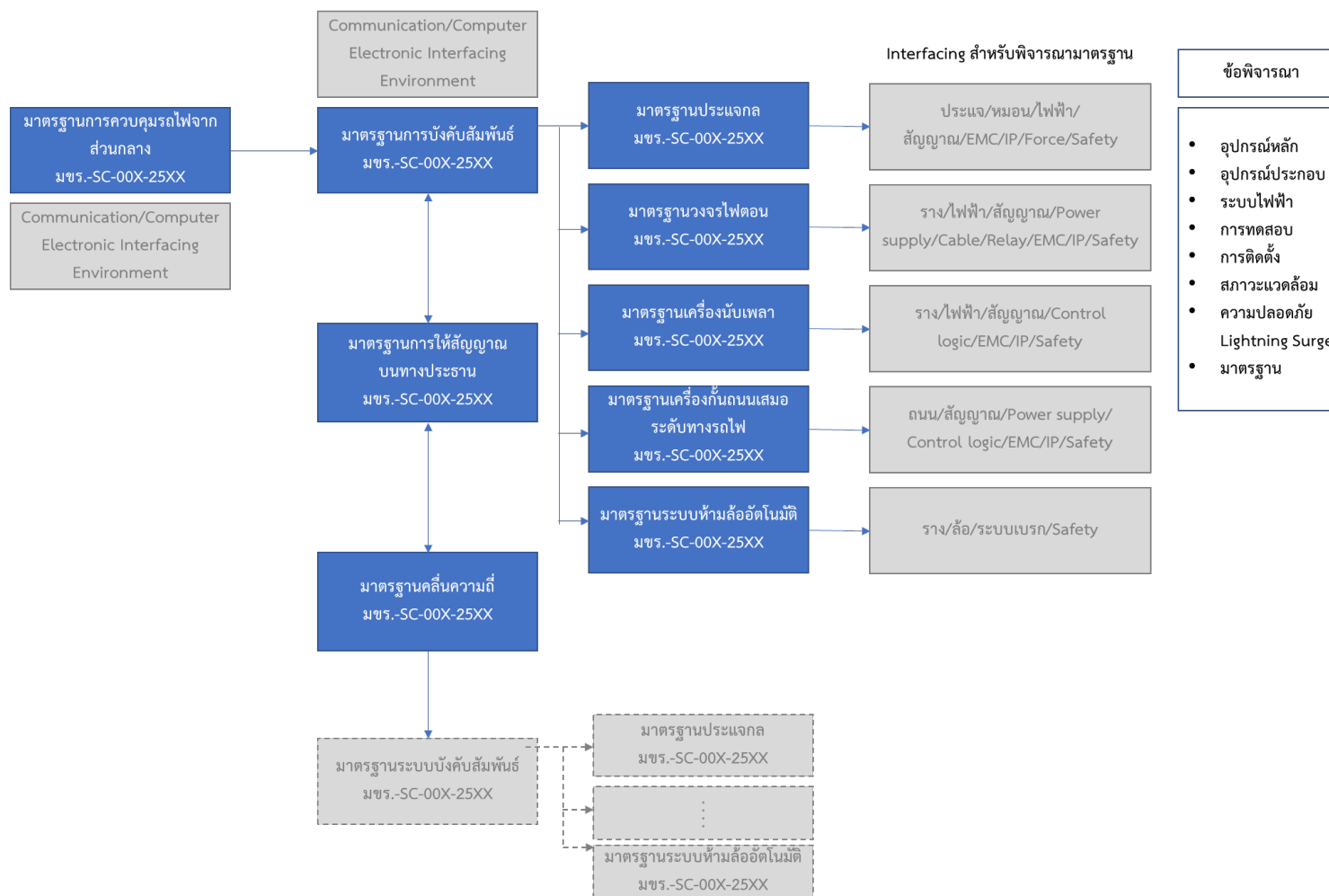
การจัดร่างมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณทางที่ปรึกษาจะแบ่งตามมาตรฐานได้ทั้งหมด 9 มาตรฐานตามองค์ประกอบของระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ ในแต่ละมาตรฐานจะประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การติดตั้ง (Installation)
2. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม (Equipment)
3. ความสามารถในการทำงานของระบบหรืออุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน (Functions)
4. การพิจารณาคุณสมบัติ (General Specification)
5. การประเมินด้านความปลอดภัย (Safety)
6. การเดินรถและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance)
7. การทดสอบเพื่อส่งมอบงาน (Testing and Commissioning)
8. แนวทางการวางแผนการทำงานร่วมกันได้ (Interoperability) ระหว่างโครงข่ายรถไฟในภูมิภาค

จำนวนร่างมาตรฐานทั้ง 9 มาตรฐาน พิจารณาจากองค์ประกอบของระบบอาณัติสัญญาณควบคุมการเดินรถไฟทั้งระบบ ซึ่งได้แก่ ระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ การให้สัญญาณบนทางประธาน ระบบบังคับสัมพันธ์ มาตรฐานประแจกล มาตรฐานเครื่องนับเพลา มาตรฐานวงจรไฟตอน เครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ และระบบห้ามล้ออัตโนมัติ โดยองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จะทำหน้าที่ในการรับคำสั่งจากตามรางการเดินรถมาดำเนินการจัดเส้นทางให้กับรถแต่ละขบวน พร้อมทั้งบริหารจัดการด้านความปลอดภัยด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีในระบบ พิจารณาถึงความเชื่อมโยงของแต่ละระบบกับระบบรอบข้าง ทั้งภายในส่วนของระบบอาณัติสัญญาณเองและระบบอื่น ๆ ที่ต้องการข้อมูลหรือมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในการจัดการการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟที่วิ่งอยู่บนโครงข่ายทางประธาน



มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ



รูปที่ 12 แผนภาพแสดงองค์ประกอบร่างมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ ทั้ง 9 มาตรฐาน





## บทที่ 4

# งานจัดทำแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธาน

### 4.1 นโยบายและยุทธศาสตร์ชาติที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบราง

การกำหนดแผนพัฒนาต่าง ๆ ด้านระบบรางจะต้องพิจารณาถึงนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผนพัฒนาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 4.1.1 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

ยุทธศาสตร์ชาติด้านที่ 2 การสร้างความสามารถในการแข่งขัน ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 โครงสร้างพื้นฐาน เชื่อมไทย เชื่อมโลก ประเด็นย่อยที่ 1 เชื่อมโยงโครงข่ายคมนาคมไร้รอยต่อ กำหนดให้มีการพัฒนาการเชื่อมโยงโครงข่ายคมนาคมระดับภูมิภาคจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปยังเอเชียได้อย่างไร้รอยต่อ ให้เป็นระเบียงเศรษฐกิจแห่งเอเชีย โดยการพัฒนาโครงข่ายคมนาคมและโครงสร้างพื้นฐานทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ และให้ความสำคัญกับการขนส่งทางน้ำและระบบรางมากขึ้น

ยุทธศาสตร์ชาติด้านที่ 6 การปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 ภาครัฐมีขนาดเล็กลง เหมาะสมกับภารกิจ ส่งเสริมให้ประชาชนและทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศ ประเด็นย่อยที่ 1 ภาครัฐที่มีขนาดเหมาะสม การจัดระบบองค์กรภาครัฐที่แยกแยะบทบาทหน่วยงานของรัฐที่ทำหน้าที่กำกับและหน่วยงานผู้ให้บริการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและมีการแข่งขันที่เป็นธรรม

#### 4.1.2 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)

ยุทธศาสตร์ที่ 7 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมและระบบโลจิสติกส์ โดยพัฒนาระบบขนส่งทางรางให้เป็นโครงข่ายหลักในการขนส่งของประเทศ และรองรับการเชื่อมโยงกับการขนส่งในรูปแบบอื่น ๆ โดยวางเป้าหมายด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบขนส่ง และกำหนดตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับเป้าหมาย คือ สัดส่วนปริมาณการขนส่งสินค้าทางรางต่อปริมาณการขนส่งสินค้าทั้งหมดภายในประเทศเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 4

#### 4.1.3 ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งของไทย ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

แผนยุทธศาสตร์กำหนดให้มีการพัฒนาระบบรางระหว่างเมืองเพื่อการขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร ทั้งระบบรางที่มีอยู่เดิมขนาด 1 เมตร (Meter Gauge) และขนาด 1.435 เมตร (Standard Gauge) โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มสัดส่วนการขนส่งทางราง และส่งเสริมระบบขนส่งที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

#### 4.1.4 แผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม (พ.ศ. 2560 – 2564)

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 “ปลอดภัยและมั่นคง” แผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคมได้กล่าวถึงการจัดทำกฎระเบียบเกี่ยวกับการขนส่งทางราง เพื่อรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศและผ่านแดน การจัดทำมาตรฐานและการกำกับดูแลความปลอดภัยและความมั่นคงของการขนส่งทางราง แต่ไม่ได้กล่าวถึงการพัฒนามาตรฐานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณไว้ด้วย



#### 4.1.5 แผนแม่บทการพัฒนากระบวนกร

แผนการพัฒนาโครงข่ายทางรถไฟขนาดทาง 1.00 เมตร ประกอบด้วย การพัฒนาโครงข่ายรถไฟทางคู่ และการพัฒนาโครงการทางรถไฟสายใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความจุทาง และสามารถเชื่อมโยงพื้นที่ทั่วประเทศได้อย่างครอบคลุม ทำให้การเดินทางรวดเร็วขึ้นและมีความปลอดภัยในการเดินทางเพิ่มขึ้นโดยไม่ต้องมีการรอลูก ทำให้เดินทางได้ตรงเวลามากขึ้น ส่งผลให้ผู้ประกอบการด้านการขนส่งสินค้าหันมาใช้บริการขนส่งกระบวนกร (Modal Shift) เป็นประโยชน์ต่อการใช้พลังงาน และลดต้นทุนการขนส่งของประเทศในภาพรวม

#### 4.1.6 แผนวิสาหกิจการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ.2560 – 2564

ภายใต้แผนปฏิบัติการ ประจำปีงบประมาณ 2564 ยุทธศาสตร์ที่ 1 กำหนดกลยุทธ์ที่ 1.1 พัฒนาโครงข่ายเพื่อเชื่อมต่อระหว่างภูมิภาค ประกอบด้วยแผนงานการก่อสร้างทางคู่บนเส้นทางที่มีอยู่เดิม 12 โครงการ และการก่อสร้างเส้นทางสายใหม่ 2 โครงการ นอกจากนี้ มติคณะกรรมการนโยบายรัฐวิสาหกิจ (คนร.) ครั้งที่ 2/2561 เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2561 มอบหมายให้ รฟท. ดำเนินการให้ระบบอาณัติสัญญาณเดียวกัน ในการบริหารจัดการโครงการรถไฟ ชานเมือง (สายสีแดง) เพื่อให้รถไฟทุกประเภททั้งที่เป็นรถไฟฟ้าและรถไฟธรรมดาสามารถใช้ทางร่วมกันได้

### 4.2 โครงการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

#### 4.2.1 โครงการศึกษาความเหมาะสมการเดินรถไฟด้วยระบบรถไฟฟ้าในเส้นทางคู่ 4 เส้นทาง

การรถไฟแห่งประเทศไทยได้ดำเนินโครงการศึกษาความเหมาะสมการเดินรถไฟด้วยระบบรถไฟฟ้าในเส้นทางคู่ 4 เส้นทาง ได้แก่

- สายเหนือ ช่วงชุมทางบางซื่อ – ชุมทางบ้านภาชี – ปากน้ำโพ
- สายตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงชุมทางบ้านภาชี – ชุมทางแก่งคอย – ชุมทางถนนจิระ
- สายใต้ ช่วงชุมทางบางซื่อ – ชุมทางหนองปลาตุก – หัวหิน
- สายตะวันออก ช่วงชุมทางบางซื่อ – มักกะสัน – ฉะเชิงเทรา – พัทยา

การศึกษาคือความเหมาะสมการเดินรถไฟด้วยระบบรถไฟฟ้ามีความคาดหวังให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะและจำนวนผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้น โดยรถไฟจะสามารถทำความเร็วได้ราว 120-160 กม./ชม.

#### 4.2.2 โครงการศึกษาและออกแบบรถไฟทางคู่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ช่วงหาดใหญ่-ปาดังเบซาร์

โครงการศึกษาและออกแบบรถไฟทางคู่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเชื่อมต่อระหว่างสถานีหาดใหญ่ (ประเทศไทย) กับสถานีปาดังเบซาร์ (ประเทศมาเลเซีย) ช่วงหาดใหญ่-ปาดังเบซาร์ รวมระยะทาง 48 กิโลเมตร ออกแบบให้ป้อนพลังงานไฟฟ้าด้วยระบบไฟฟ้าเหนือศีรษะ (Overhead Catenary System - OCS) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ระดับแรงดันไฟฟ้า 25kV 50Hz เพื่อเชื่อมต่อกับประเทศมาเลเซีย สามารถรองรับความเร็ว 160 กม./ชม. โดยมีแผนก่อสร้างสถานีไฟฟ้า (Feeder Station) ที่บริเวณสถานีรถไฟคลองแฉะ ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากสถานีชุมทางหาดใหญ่ราว 25 กม.



โครงการฯ คาดการณ์ว่าจะมีผู้โดยสาร 4,732 คนต่อวัน สินค้า 3,500 ตันต่อวัน และวางแผนเดินรถ 20 ขบวนต่อวัน ในปีเปิด (พ.ศ. 2564) ซึ่งปริมาณดังกล่าวจะค่อยๆ เติบโตขึ้นตามลำดับ ก่อให้เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ 18.78% ซึ่งดีกว่า การใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล โดยรัฐเป็นผู้ลงทุนโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด รวมถึงระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร ส่วนการรถไฟฯ เป็นผู้ลงทุนขบวนรถและเป็นผู้ดำเนินงาน รวมถึงบำรุงรักษาตลอดอายุโครงการ

#### 4.2.3 ความคืบหน้าของโครงการทางคู่มือไฟสายประธาน

สถานะความคืบหน้าของโครงการทางคู่มือไฟสายประธานที่สอดคล้องกับแผนแม่บทระบบรางและแผนวิสาหกิจของการรถไฟแห่งประเทศไทย รวมทั้งการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความคืบหน้าการก่อสร้างรถไฟทางคู่ (เมษายน 2563)

| โครงการ                        | สัญญา                    | ระยะทาง (กม.) | เริ่มต้นและสิ้นสุดสัญญา  |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| ฉะเชิงเทรา-คลองสิบเก้าแก่งค้อย | สัญญาที่ 1               | 97            | 19 ก.พ. 59 – 18 ก.พ. 62  |
|                                | สัญญาที่ 2               | 9             | 19 ก.พ. 59 – 18 มี.ค. 61 |
| ชุมทางถนนจิระ - ขอนแก่น        |                          | 187           | 19 ก.พ. 59 – 18 ก.พ. 62  |
| ลพบุรี – ปากน้ำโพ              | บ้านกล้วย – โคกกระเทียม  | 32            | พ.ค. 61 – เม.ย. 65       |
|                                | ท่าแค – ปากน้ำโพ         | 116           | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
| มาบกะเบา – ชุมทางถนนจิระ       | มาบกะเบา – คลองขานานจิตร | 58            | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
|                                | คลองขานานจิตร – ถนนจิระ  | 69            | มี.ย. 62 – พ.ค. 65       |
|                                | อุโมงค์รถไฟ              | 5             | เม.ย. 61 – มี.ค. 65      |
| นครปฐม – หัวหิน                | นครปฐม – หนองปลาไหล      | 93            | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
|                                | หนองปลาไหล – หัวหิน      | 76            | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
| หัวหิน – ประจวบคีรีขันธ์       |                          |               | 1 ก.พ. 61 – 31 ก.ค. 63   |
| ประจวบคีรีขันธ์ - ชุมพร        | ประจวบฯ – บางสะพานน้อย   | 84            | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
|                                | บางสะพานน้อย – ชุมพร     | 88            | 1 ก.พ. 61 – 31 ม.ค. 64   |
| ลพบุรี – ปากน้ำโพ              | งานระบบอาณัติสัญญาณ      | -             | -                        |
| มาบกะเบา – ชุมทางถนนจิระ       | งานระบบอาณัติสัญญาณ      | -             | -                        |
| นครปฐม – ชุมพร                 | งานระบบอาณัติสัญญาณ      | -             | -                        |

ที่มา: การรถไฟแห่งประเทศไทย 2563



## 4.3 แผนพัฒนาระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย

### 4.3.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบไฟฟ้า

การพิจารณาต้นทุนของระบบไฟฟ้าสามารถดำเนินการภายใต้แนวคิดค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิต (Life Cycle Cost) หรือ LCC ค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิต สำหรับต้นทุนตลอดวงจรชีวิตสามารถแบ่งเป็นสามส่วน คือ การลงทุนก่อสร้างและติดตั้ง การดำเนินงานเดินรถ และการบำรุงรักษา

#### 4.3.1.1. ต้นทุนจากการลงทุนก่อสร้างและติดตั้ง

ต้นทุนการลงทุนก่อสร้างและติดตั้งประเมินจากการศึกษาของ Gattusoa, D. and Restuccia, A. (2014) ประเทศอิตาลี ซึ่งประเมินค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบไฟฟ้ารวมทั้งสถานีย่อยจ่ายไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ ไว้ที่ช่วง 1.0-1.2 ล้านยูโรต่อกิโลเมตร เมื่อปรับเทียบค่าเงินเพื่อ 2.5% ค่าแรงขั้นต่ำในประเทศไทยต่อค่าแรงในประเทศอิตาลี และสัดส่วนของค่าแรงต่อค่าติดตั้งทั้งหมด ค่าติดตั้งระบบไฟฟ้านี้จะอยู่ที่ 43 ล้านบาทต่อกิโลเมตร

#### 4.3.1.2. ต้นทุนการดำเนินงานเดินรถ

ต้นทุนการดำเนินงานของระบบไฟฟ้าประกอบด้วยค่าไฟฟ้า ค่าบุคลากร และค่ายานพาหนะ โดยมีการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในการเดินรถ ประเมินจำนวนและค่าจ้างพนักงานที่ต้องใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้า รวมทั้งค่าเดินทางของพนักงานที่ต้องคำนวณรวมในรูปสวัสดิการ แล้วปรับเทียบให้เป็นค่าขนาดตามเงินเฟ้อของประเภทค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

#### 4.3.1.3. ต้นทุนของการบำรุงรักษาระบบ

ต้นทุนของการบำรุงรักษาระบบมีสมมติฐานดังนี้

- 1) การซ่อมบำรุงปกติ (Routine Maintenance) ทุก 1 ปี ค่าซ่อมบำรุง 0.5% ของค่าก่อสร้างและติดตั้ง
- 2) การซ่อมตามวงรอบ (Periodic Maintenance) ทุก 7 ปี ค่าซ่อมบำรุง 2.0% ของค่าก่อสร้างและติดตั้ง
- 3) การติดตั้งทดแทน (Replacement) มีสมมติฐานว่าอายุการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งหมดเท่ากับ 30 ปี และจะต้องติดตั้งระบบใหม่ทั้งหมดหลังจากนั้น การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงไม่นำมาคิดรวมในแผนงาน เนื่องจากรอบการติดตั้งทดแทนยาวนานกว่าช่วงเวลาวิเคราะห์

ทั้งนี้ยังคงคำนวณค่าเงินเพื่อรายปีเท่ากับ 2.5% ต่อปีตามรายงานดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศไทยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก หมวดดัชนีผู้บริโภคพื้นฐาน ในปีพ.ศ. 2559 – 2562

ต้นทุนของระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย ทั้งหมด 26 โครงการทั่วประเทศมีค่าก่อสร้างระบบไฟฟ้า 187,606,248,000 บาท ค่าดำเนินการตลอดระยะเวลา 20 ปี 29,080,789,455 บาท และค่าบำรุงรักษาตลอดระยะเวลา 20 ปี 36,288,432,140 บาท เป็นมูลค่าในปี พ.ศ.2564 มีระยะทาง 4,363 กิโลเมตร





#### 4.3.2 แผนงานการพัฒนากระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย

การพัฒนากระบบไฟฟ้าจึงเริ่มจากส่วนกลางและขยายออกไปในภูมิภาค เพื่อให้การเดินรถมีความต่อเนื่อง เกิดความสะดวกในการจัดการทรัพยากรหัวรถจักรและล้อเลื่อน นอกจากนี้การจัดการขบวนรถและตารางเดินรถจะเป็นไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความจุทางได้อย่างเต็มที่ ตารางที่ 11 แสดงแผนงานก่อสร้างและติดตั้ง

#### 4.3.3 แผนปฏิบัติการการพัฒนากระบบไฟฟ้าบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย

การจัดลำดับความสำคัญของแผนงานและเชื่อมโยงแผนปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง จะมีการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับ ความสำคัญของแผน และจะช่วยเป็นข้อมูลในการกำหนดงบประมาณของแต่ละแผนงาน และมีการเชื่อมโยงแผนปฏิบัติการที่ เกี่ยวข้องที่สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม ดังแสดงในตารางที่ 12



ตารางที่ 11 แสดงระยะเวลาการก่อสร้างและติดตั้งระบบไฟฟ้าโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย

| ลำดับ | โครงการ  | พ.ศ.                 |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------|--|----------------------|------|------|----------------------|----------------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|------|------|----------------------|----------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|       |  | 2565                 | 2566 | 2567 | 2568                 | 2569                 | 2570 | 2571                 | 2572                 | 2573                 | 2574 | 2575 | 2576                 | 2577                 | 2578                 | 2579 | 2580 | 2581 | 2582 | 2583 | 2584 | 2585 |  |
| 1     | ชุมทางบางซื่อ - รังสิต   | ████████████████████ |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2     | ชุมทางบางซื่อ - ชุมทางตลิ่งชัน   | ████████████████████ |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3     | รังสิต - บ้านภาชี - ปากน้ำโพ   |                      |      |      | ████████████████████ |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 4     | รังสิต - บ้านภาชี - ชุมทางถนนจิระ  |                      |      |      | ████████████████████ |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 5     | ชุมทางตลิ่งชัน - ชุมทางหนองปลาตุก - หัวหิน                                 |                      |      |      | ████████████████████ |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 6     | ชุมทางบางซื่อ - มวกะสัน - ฉะเชิงเทรา - พัทยา (รวมชุมทางศรีราชา - แหลมฉบัง) |                      |      |      |                      | ████████████████████ |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 7     | ชุมทางฉะเชิงเทรา - ชุมทางคลองสิบเก้า - ชุมทางแก่งคอย                       |                      |      |      |                      | ████████████████████ |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 8     | ปากน้ำโพ - พิษณุโลก  |                      |      |      |                      |                      |      | ████████████████████ |                      |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 9     | ชุมทางถนนจิระ - ขอนแก่น  |                      |      |      |                      |                      |      |                      | ████████████████████ |                      |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 10    | หัวหิน - ชุมพร   |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      | ████████████████████ |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 11    | พัทยา - มาบตาพุด<br>(รวมชุมทางเขาชีจรรย์ - บ้านพลูตาหลวง)                  |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      | ████████████████████ |      |      |                      |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 12    | พิษณุโลก - เด่นชัย<br>(รวมชุมทางบ้านดารา - สวรรคโลก)                       |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      | ████████████████████ |                      |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 13    | เด่นชัย - เชียงใหม่  |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      | ████████████████████ |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 14    | ขอนแก่น - หนองคาย  |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      | ████████████████████ |                      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 15    | ชุมทางถนนจิระ - อุบลราชธานี  |                      |      |      |                      |                      |      |                      |                      |                      |      |      |                      |                      | ████████████████████ |      |      |      |      |      |      |      |  |



| ลำดับ | โครงการ  | พ.ศ. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |  | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 | 2570 | 2571 | 2572 | 2573 | 2574 | 2575 | 2576 | 2577 | 2578 | 2579 | 2580 | 2581 | 2582 | 2583 | 2584 | 2585 |
| 16    | ชุมพร - สุราษฎร์ธานี<br>(รวมชุมทางบ้านทุ่งโพธิ์ - คีรีรัฐนิคม)   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 17    | สุราษฎร์ธานี - ชุมทางหาดใหญ่ -สงขลา (รวม<br>ชุมทางทุ่งสง - กันดิง และชุมทางเขาชุมทอง -<br>นครศรีธรรมราช) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 18    | เด่นชัย - เชียงราย - เชียงของ  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 19    | บ้านไผ่ - มุกดาหาร - นครพนม  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 20    | ชุมทางหาดใหญ่ - ปาดังเบซาร์  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21    | ชุมทางหาดใหญ่ - สุไหงโกลก  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 22    | ชุมทางคลองสิบเก้า - อรัญประเทศ<br>(รวมด่านพรมแดนบ้านคลองลึก)   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 23    | ชุมทางหนองปลาดุก - สุพรรณบุรี  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 24    | ชุมทางหนองปลาดุก - กาญจนบุรี - น้ำตก   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 25    | วงเวียนใหญ่ - มหาชัย   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 26    | บ้านแหลม - แม่กลอง   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |



ตารางที่ 12 แผนปฏิบัติการการพัฒนา ระบบไฟฟ้า

| 1 | หัวข้อ                         | ผู้รับผิดชอบ   | เดือนที่ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|--------------------------------|--|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   |                                |  | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | งานด้านวิศวกรรม                |  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.1                            | สำรวจเส้นทางและโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้างในแนวเส้นทาง |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.1.1                          | สำรวจโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้างตามแนวเส้นทาง          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.1.2                          | ประเมินความเสี่ยงต่อการเดินรถ                        |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.2                            | ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.2.1                          | ดำเนินการหาข้อสรุปการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.3                            | ดำเนินการติดตั้ง                                     |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 1.3.1                          | ดำเนินการติดตั้งระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าจากข้อสรุป         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2 | งานด้านกำลังคนและความเชี่ยวชาญ |  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.1                            | การเพิ่มกำลังคน                                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.1.1                          | การสรรหาผู้เชี่ยวชาญเร่งด่วน                         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.1.2                          | การพัฒนากำลังคนของหน่วยงาน                           |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2                            | การพัฒนาความเชี่ยวชาญ                                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.1                          | อบรมระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.2                          | การศึกษาและออกแบบ                                    |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.3                          | สถานีจ่ายกำลังไฟฟ้าประธาน                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.4                          | บริษัทไฟฟ้าจำหน่ายแรงดันสูง                          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.5                          | บริษัทไฟฟ้าจำหน่ายแรงดันกลาง                         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.6                          | บริษัทระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.7                          | บริษัทไฟฟ้าจำหน่ายแรงดันต่ำ                          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.8                          | ระบบเฝ้าระวังและควบคุมระยะไกล                        |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.9                          | ระบบการต่อลงดินและการต่อฝาก                          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.10                         | ความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน                  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 2.2.11                         | เรียนรู้จากการลงพื้นที่ก่อสร้างและติดตั้ง            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3 | งานด้านการให้ความรู้แก่ชุมชน   |  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.1                            | ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานท้องถิ่น                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.1.1                          | ร่วมประเมินความเสี่ยงการใช้เส้นทางถนนในชุมชน         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.1.2                          | ร่วมประเมินความเสี่ยงอาคารในบริเวณเส้นทางรถไฟ        |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.2                            | ให้ความรู้ต่อประชาชนร่วมกับหน่วยงานท้องถิ่น          |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.2.1                          | ความปลอดภัยและอันตรายในการใช้บริการไฟฟ้า             |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.2.2                          | สัญลักษณ์เตือน                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.3                            | ลงพื้นที่ตรวจสอบความเสี่ยง                           |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.3.1                          | ติดตั้งการต่อลงดินและการต่อฝาก                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|   | 3.3.2                          | การป้องกันการเข้าถึงเส้นทางรถไฟ                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



## 4.4 แผนพัฒนาระบบระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย

### 4.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของระบบ

การพิจารณาด้านต้นทุนของระบบอาณัติสัญญาณสามารถดำเนินการภายใต้แนวคิดค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิต (Life Cycle Cost) หรือ LCC เช่นเดียวกับกับต้นทุนของระบบไฟฟ้า ต้นทุนตลอดวงจรชีวิตสามารถแบ่งเป็นสามส่วน คือ การลงทุนก่อสร้างและติดตั้ง การดำเนินงานเดินรถ และการบำรุงรักษา

#### 4.4.1.1. ต้นทุนจากการลงทุนก่อสร้างและติดตั้ง

การประเมินต้นทุนค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณบนเส้นทางรถไฟสายประธาน อาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลโครงการรถไฟทางคู่ 7 โครงการที่ได้ดำเนินการไปแล้ว โดยแยกค่าลงทุนออกเป็นค่าใช้จ่ายคงที่ต่อสถานีและค่าใช้จ่ายผันแปรต่อกิโลเมตร ค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณจะถูกประเมินด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ได้ดังนี้

$$y = 10,541,025x_1 + 367,210,627x_2 + 14,178,207x_3 + 247,086,902$$

โดยที่  $y$  = ค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณ

$x_1$  = ระยะทาง (กิโลเมตร)

$x_2$  = สถานีชุมทาง (แห่ง)

$x_3$  = สถานี (แห่ง)

#### 4.4.1.2. ต้นทุนการดำเนินงานเดินรถ

ต้นทุนการดำเนินงานได้ประเมินตามองค์ประกอบต้นทุนการดำเนินงานของระบบอาณัติสัญญาณซึ่งแบ่งเป็นสามส่วน ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าบุคลากร และค่ายานพาหนะ เช่นเดียวกับค่าดำเนินงานของระบบไฟฟ้า โดยมีการคำนวณพลังงานไฟฟ้าในการเปิดระบบอาณัติสัญญาณ ประเมินจำนวนและค่าจ้างพนักงานที่ต้องใช้ในการควบคุมระบบอาณัติสัญญาณ รวมทั้งค่าเดินทางของพนักงานที่ต้องคำนวณรวมในรูปสวัสดิการ แล้วปรับเทียบให้เป็นค่าอนาคตตามเงินเฟ้อของประเภทค่าใช้จ่ายต่างๆ

#### 4.4.1.3. ต้นทุนของการบำรุงรักษาระบบ

ต้นทุนของการบำรุงรักษาระบบมีสมมติฐานดังนี้

- 1) การซ่อมบำรุงปกติ (Routine Maintenance) ทุก 1 ปี ค่าซ่อมบำรุง 0.5% ของค่าก่อสร้างและติดตั้ง
- 2) การซ่อมตามวงจร (Periodic Maintenance) ทุก 7 ปี ค่าซ่อมบำรุง 2% ของค่าก่อสร้างและติดตั้ง
- 3) การติดตั้งทดแทน (Replacement) มีสมมติฐานว่าอายุการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งหมดเท่ากับ 30 ปี และจะต้องติดตั้งระบบใหม่ทั้งหมดหลังจากนั้น การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จึงไม่นำมาคิดรวมในแผนงานเนื่องจากรอบการติดตั้งทดแทนยาวนานกว่าช่วงเวลาวิเคราะห์



ทั้งนี้ยังคงคำนวณค่าเงินเพื่อรายปีเท่ากับ 2.5% ต่อปีตามรายงานดัชนีราคาผู้บริโภคทั่วไปของประเทศไทยเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก หมวดดัชนีผู้บริโภคพื้นฐาน ในปีพ.ศ. 2559 – 2562

#### 4.4.2 แผนงานการพัฒนากระบวนอาณัติสัญญาณ

แผนงานการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณของโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทยควรจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องตามแผนงานของการพัฒนาโครงข่ายรถไฟทางคู่ เพื่อให้การใช้งบประมาณทำให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการเดินทาง และทำให้การฝึกอบรมพนักงานการเดินรถและพนักงานซ่อมบำรุงเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง โดยจะมีการก่อสร้างและติดตั้งในช่วงระยะเวลาหลังการก่อสร้างทางโยธาเริ่มได้ประมาณ 2 ปี การติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4 ปี ในการติดตั้ง โดยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของเส้นทางรถไฟทางคู่ แผนการก่อสร้างและติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณแสดงในตารางที่ 13



ตารางที่ 13 แผนงานการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณโครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย

| ลำดับ | โครงการทางคู่                            | พ.ศ.                 |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
|-------|--|----------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|------|------|
|       |  | 2560                 | 2561 | 2562                 | 2563 | 2564 | 2564 | 2566                 | 2567 | 2568 | 2569 | 2570 | 2571                 | 2572 | 2573 | 2574                 | 2575 | 2576 | 2577 |
| 1     | ฉะเชิงเทรา - คลองสิบเก้า -<br>แก่งคอย    | ████████████████████ |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 2     | ชุมทางถนนจิระ - ขอนแก่น                  | ████████████████████ |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 3     | มาบกะเบา - ชุมทางจิระ                    |                      |      | ████████████████████ |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 4     | ลพบุรี - ปากน้ำโพ                        |                      |      | ████████████████████ |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 5     | นครปฐม - ชุมพร                           |                      |      | ████████████████████ |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 6     | เด่นชัย - เชียงราย-เชียงใหม่             |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 7     | บ้านไผ่ - มุกดาหาร -<br>นครพนม           |                      |      |                      |      |      |      | ████████████████████ |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 8     | ขอนแก่น - หนองคาย                        |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 9     | ชุมทางถนนจิระ -<br>อุบลราชธานี           |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      | ████████████████████ |      |      |                      |      |      |      |
| 10    | ปากน้ำโพ - เด่นชัย                       |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 11    | เด่นชัย เชียงใหม่                        |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      | ████████████████████ |      |      |      |
| 12    | ชุมพร-สุราษฎร์ธานี                       |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 13    | สุราษฎร์ธานี - ชุมทาง<br>หาดใหญ่ - สงขลา |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |
| 14    | ชุมทางหาดใหญ่ - ปาดังเบ<br>ซาร์          |                      |      |                      |      |      |      |                      |      |      |      |      |                      |      |      |                      |      |      |      |

หมายเหตุ หมายเหตุ : สีส้ม หมายถึง ติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณแล้วเสร็จ สีฟ้า หมายถึง อยู่ในช่วงติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณ สีแดง หมายถึง อยู่ระหว่างอนุมัติโครงการ สีเหลือง หมายถึง ประมวลราคาแล้วเสร็จ อยู่ในขั้นตอนเวนคืนที่ดิน



#### 4.4.3 แผนปฏิบัติการการพัฒนาาระบบอาณัติสัญญาณ

แผนปฏิบัติการในการติดตั้งและดำเนินงานอาณัติสัญญาณ ETCS1 สำหรับทางรถไฟสายประธาน แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แผนปฏิบัติการการพัฒนาาระบบอาณัติสัญญาณบนโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย

| กิจกรรม  | ผู้รับผิดชอบ / หน่วยงาน   | ช่วงเวลา ดำเนินการ                                 | งบประมาณ  | ข้อระวัง   |
|--|---|--|---|--|
| 1. งานออกแบบระบบ<br>- สำรองและกำหนดตำแหน่ง<br>- ออกแบบระบบสัญญาณ<br>- ออกแบบระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ   | ผู้รับเหมา / เจ้าของโครงการ<br>ผู้รับเหมา / เจ้าของโครงการ / ชร.<br>ผู้รับเหมา / เจ้าของโครงการ / ชร.   | 12 เดือน   | 300 ล้าน (10% -ของมูลค่าโครงการ)  | - ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการเดินรถ<br>- ให้เป็นไปตามมาตรฐานการให้สัญญาณควบคุมการเดินรถไฟ   |
| 2. งานโครงสร้างพื้นฐาน<br>- งานรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ชั่วคราว<br>- ห้องอุปกรณ์อาณัติสัญญาณ<br>- ฐานตู้อุปกรณ์อาณัติสัญญาณ<br>- การเชื่อมประสานกับระบบอื่น ๆ  | ผู้รับเหมางานระบบอาณัติสัญญาณ<br>ผู้รับเหมางานก่อสร้างและงานอาคาร<br>ผู้รับเหมางานก่อสร้างและงานอาคาร<br>ผู้รับเหมางานระบบอาณัติสัญญาณ / เจ้าของโครงการ | 12 เดือน   | 300 ล้าน (20% -ของมูลค่าโครงการ)  | - ระบบเดิมต้องสามารถเดินรถไฟให้บริการได้ตลอดระยะเวลาดำเนินการ<br>- ระบบอาณัติสัญญาณต้องสามารถเชื่อมประสานกับระบบอื่น ๆ ที่มีอยู่ก่อนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ |
| 3. งานติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณ<br>- การเตรียมการติดตั้ง<br>- เครื่องมือ<br>- ประแจกล (Point machine)<br>- วงจรไฟตอน (Track circuit)<br>- เครื่องนับเพลลา (Axle counter)<br>- ระบบบังคับสัมพัทธ์ (CBI)<br>- อุปกรณ์อาณัติสัญญาณข้างทางรถไฟ (Wayside equipment)<br>- เครื่องกั้นถนนนเสมอระดับระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ (CTC)<br>- ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมที่สถานีรถไฟ (Local operator work station) | ผู้รับเหมางานระบบอาณัติสัญญาณ / เจ้าของโครงการ / ชร.  | 24 เดือน (ขึ้นอยู่กับจำนวนงานและความยาวของเส้นทาง) | - 63% -ของมูลค่าโครงการ<br>- งบประมาณขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่แปรผันไปตามความยาวของเส้นทางรถไฟ | - ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต<br>- ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ<br>- ให้เป็นไปตามมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง                                     |





| กิจกรรม   | ผู้รับผิดชอบ /<br>หน่วยงาน  | ช่วงเวลา<br>ดำเนินการ | งบประมาณ                                  | ข้อระวัง  |
|---|---|-----------------------|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- ระบบสื่อสารอาณัติสัญญาณ</li><li>- ระบบป้องกันอัตโนมัติ (ATP)</li><li>- งานเดินสายไฟระบบอาณัติสัญญาณ รางนับเพลลา และเครื่องนับเพลลา กับระบบบังคับสัมพันธ์</li><li>- ระบบไฟฟ้า (Power supply)</li><li>- ระบบสำรองไฟ</li></ul> |   |                       |   |   |
| 4. งานทดสอบระบบ <ul style="list-style-type: none"><li>- ทดสอบระบบย่อย</li><li>- ทดสอบระบบสื่อสาร</li><li>- ทดสอบการรวมระบบ</li></ul>  | ผู้รับเหมางานระบบอาณัติสัญญาณ /<br>เจ้าของโครงการ / ขร.                                     | 6 เดือน               | 150 ล้านบาท<br>(5% -ของ<br>มูลค่าโครงการ) | <ul style="list-style-type: none"><li>- เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิต</li><li>- มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ</li><li>- มาตรฐานการสื่อสารและมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง</li></ul>   |
| 5. งานฝึกอบรม <ul style="list-style-type: none"><li>- เจ้าหน้าที่ควบคุมระบบอาณัติสัญญาณ</li><li>- การซ่อมบำรุง</li></ul>  | เจ้าของโครงการ และ/<br>หรือ ผู้ให้บริการเดินรถ<br>ผู้ให้บริการเดินรถ / ส่วน<br>งานซ่อมบำรุง | 6 เดือน               | 60 ล้านบาท<br>(2% -ของ<br>มูลค่าโครงการ)  | <ul style="list-style-type: none"><li>- มีการกำหนด competency ของผู้เข้ารับการอบรมหน้าที่</li><li>- กำหนดให้มี On site และหรือ On the job training ในตำแหน่งที่สำคัญ</li><li>- มีการทดสอบและประเมินผลการฝึกอบรม</li></ul> |



## 4.5 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้า

มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้า คำนึงถึงประโยชน์และความปลอดภัยของประชาชนผู้ใช้บริการ จากการศึกษาพบว่ามีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจรวมทั้ง 4 เส้นทางค่อนข้างสูงโดยเฉลี่ยที่ 13.84% นอกจากนี้การเดินรถจะมีความเร็วสูงสุดเพิ่มขึ้น และมลพิษทางอากาศลดลง 20 - 30%

### 4.5.1 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ

#### ก. เชิงภูมิประเทศ

- ในการดำเนินงานระยะต้น ใช้ระบบใหม่หรือระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งในส่วนของโครงสร้างพื้นฐานและระบบขับเคลื่อนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล รวมถึงเส้นทางหลักที่เชื่อมต่อไปยังเขตเมืองหลักในภูมิภาค
- ในการดำเนินงานระยะถัดไป ปรับปรุงระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลแบบเก่าให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อเสริมศักยภาพและความจุการเดินรถ
- ศึกษาความเป็นไปได้และความปลอดภัยในกรณีการเดินรถด้วยพลังงานไฟฟ้าบนเส้นทางเก่า และการเดินรถด้วยพลังงานดีเซลบนเส้นทางใหม่ในระหว่างที่การเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้ายังไม่สมบูรณ์

#### ข. เชิงความหนาแน่นของความต้องการใช้บริการ

- ศึกษาเส้นทางที่มีความจำเป็นในการเปลี่ยนถ่ายเร่งด่วนโดยคำนึงถึงความต้องการหรือความหนาแน่นของผู้ใช้บริการที่มีปริมาณสูงก่อน

### 4.5.2 มาตรการเปลี่ยนถ่ายจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดมลพิษทางอากาศ

#### ก. ช่วงการก่อสร้างหรือปรับเปลี่ยนจากระบบขับเคลื่อนด้วยพลังงานดีเซลเป็นพลังงานไฟฟ้า

- ตั้งคณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินงานก่อสร้างรถไฟฟ้า โดยมีภารกิจหลักในการลงพื้นที่เพื่อตรวจและติดตามงานก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการกำชับหน่วยงานเจ้าของโครงการและผู้รับสัมปทาน ในการช่วยกันลดฝุ่นในอากาศตามแผนปฏิบัติการลดมลพิษทางอากาศและเสียง และควบคุมการก่อสร้างให้เป็นไปตามมาตรการป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) อย่างเคร่งครัด

#### ข. ช่วงหลังเปิดให้บริการ

- ตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงบริเวณสถานีรถไฟฟ้าและดำเนินการเคลื่อนย้ายป้ายหยุดรถโดยสารประจำทางออกนอกเขตสถานีรถไฟฟ้าเพื่อลดผลกระทบทางมลพิษต่อผู้ใช้ทางเท้า บริเวณสถานีรถไฟฟ้า
- มีการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยจัดหาผู้เชี่ยวชาญดำเนินการตรวจวัดฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate, TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter, PM 10) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และระดับเสียง บริเวณสถานีรถไฟฟ้าที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน โดยจะต้องตรวจวัดทั้งบริเวณนอกอาคารสถานี ได้อาคารสถานี และที่ขึ้นจำหน่ายบัตรโดยสาร



#### 4.6 มาตรการกำกับดูแลมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ

กรมการขนส่งทางรางจะเข้าไปมีส่วนในการประเมินภาพรวมที่มีการผลการออกแบบและรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษาบริหารจัดการโครงการเพื่อให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะด้านมาตรฐาน โดยสามารถสรุปดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ลักษณะงานภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางรางช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบ

| ขั้นตอน                            | บทบาทกำกับดูแลด้านมาตรฐาน  |
|------------------------------------|--|
| การระบุข้อกำหนดตามสัญญาโครงการ     | ตรวจสอบความเหมาะสมในการระบุมาตรฐานที่กำหนดหรือออกโดยกรมการขนส่งทางรางร่วมกับเจ้าของโครงการและทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ |
| การออกแบบ                          | ประเมินภาพรวมที่มีการผลการออกแบบและแบบ Drawing จากทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ  |
| การทดสอบในระดับระบบย่อยก่อนติดตั้ง | ประเมินภาพรวมรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ  |
| การทดสอบในระบบรวม                  | ประเมินภาพรวมรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษา โครงการร่วมกับ ICE  |





## บทที่ 5

### มาตรการกำกับดูแลงานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางราง

จากสาระสำคัญของร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ.... (ฉบับวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2564) ที่ปรึกษาได้ศึกษา ทบทวนกฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

#### 5.1 กฎหมาย กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

กฎหมาย กฎระเบียบ ที่เกี่ยวกับกิจการรถไฟ และกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ดังนี้

##### 5.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวกับกิจการรถไฟ

(1) พระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2543

กำหนดให้มีการตั้งคณะกรรมการการรถไฟ โดยคณะกรรมการการรถไฟมีอำนาจหน้าที่วางนโยบายและควบคุมดูแล โดยทั่วไปซึ่งกิจการของการรถไฟแห่งประเทศไทย รวมถึง วางข้อบังคับว่าด้วยระเบียบปฏิบัติงานของการรถไฟแห่งประเทศไทย และ ข้อบังคับว่าด้วยระเบียบวินัยและการลงโทษพนักงานของการรถไฟแห่งประเทศไทย

(2) พระราชบัญญัติจัดวางการรถไฟแลทางหลวง พ.ศ. 2464 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2477

มาตรา 15 กำหนดให้กรมรถไฟแผ่นดินมีอำนาจที่จะออกกฎข้อบังคับ และตั้งอัตราค่าระวาง ขึ้นไว้ได้เมื่อเห็นว่าเป็น การจำเป็นว่าด้วยเครื่องอาณัติสัญญาณและโคม่ไฟของรถไฟ

(3) ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ พ.ศ.2549 (ขตร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย

มีสาระสำคัญเพื่อใช้บังคับกับการควบคุมการเดินรถโดยให้พนักงานการรถไฟเป็นผู้มีหน้าที่ต้องปฏิบัติตามข้อบังคับนี้ ซึ่งได้มีการกำหนดข้อบังคับเกี่ยวกับอาณัติสัญญาณไว้ เช่น สัญญาณป้ายประจำที่ สัญญาณหวีดรถจักร ประแจ และสัญญาณ ในลักษณะอื่น ๆ

(4) พระราชบัญญัติการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2543

มาตรา 4 กำหนดคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องดังนี้

“ระบบพลังงาน” หมายความว่า สถานีไฟฟ้าย่อย สถานีปรับแรงดันไฟฟ้า เครื่อง กำเนิดพลังงานไฟฟ้า สาย ราง หรืออุปกรณ์สำหรับส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานอย่างอื่นไปยัง รถไฟฟ้า และให้หมายความรวมถึงอาคารและอุปกรณ์ ของระบบดังกล่าวด้วย

“ระบบควบคุมการเดินรถ” หมายความว่า ศูนย์ควบคุมการเดินรถไฟฟ้า ระบบ สัญญาณควบคุม และเครื่องหมาย สัญญาณที่ติดตั้งหรือจัดให้มีขึ้น เพื่อประโยชน์และความปลอดภัย ในการเดินรถไฟฟ้า และให้หมายความรวมถึงอาคารและ อุปกรณ์ของระบบดังกล่าวด้วย



“ระบบสื่อสาร” หมายความว่า การติดต่อทางด้านเสียง ภาพ และข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในการเดินรถไฟและคนโดยสาร และให้หมายความรวมถึงอาคารและอุปกรณ์ของระบบดังกล่าวด้วย

(5) กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์ว่าด้วยความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สิน การรักษาความสงบเรียบร้อย ความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในเขตระบบรถไฟ พ.ศ. 2547

กำหนดให้ รฟม. จัดให้มีการขีดเส้นบนทาง การทำเครื่องหมายจราจร หรือติดตั้งสัญญาณสำหรับการจราจร รวมทั้งกำหนดความหมายของสัญญาณจราจรและเครื่องหมายจราจรในเขตระบบรถไฟฟ้ตามกฎหมายว่าด้วยการจราจรทางบก (ข้อ 8)

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกิจการรถไฟมีการกำหนดกฎหมายระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณไว้ค่อนข้างน้อยมาก ซึ่งจะพบได้เพียงใน ขตร. 2549 เท่านั้น ส่วนเรื่องของมาตรฐานระบบไฟฟ้ายังไม่มีกำหนดไว้แต่อย่างใด

### 5.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่งอื่น ๆ

(1) กิจการโทรคมนาคม

- พระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549
- พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562
- พระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535
- กฎกระทรวง กำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมบางประเภทได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาต พ.ศ. 2547

(2) กิจการขนส่งทางถนน

- พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 13) พ.ศ. 2557

(3) การขนส่งทางอากาศ

- พระราชบัญญัติการรับขนทางอากาศระหว่างประเทศ พ.ศ. 2558 และ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2560)

(4) กฎหมายเกี่ยวกับสถาบันและการรับรองวิชาชีพ

- พระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2554 และที่แก้ไข ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2562
- พระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ.2542



### 5.1.3 กฎหมายเกี่ยวกับการร่างกฎหมายและกฎหมายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- (1) รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย
- (2) พระราชบัญญัติหลักเกณฑ์การจัดทำร่างกฎหมายและการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกฎหมาย พ.ศ. 2562
- (3) พระราชบัญญัติการอำนวยความสะดวกในการพิจารณาอนุญาตของทางราชการ พ.ศ. 2558
- (4) พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยหลักเกณฑ์และวิธีการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ. 2546 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2562
- (5) พระราชกฤษฎีกาว่าด้วยการเสนอเรื่องและการประชุมคณะรัฐมนตรี พ.ศ. 2548

## 5.2 แนวทางการจัดทำมาตรฐาน กฎกระทรวง ระเบียบ ข้อบังคับ

### 5.2.1 กระบวนการดำเนินงานในปัจจุบัน

กระบวนการดำเนินงานการศึกษาเพื่อจัดทำร่างกฎหมายในการดำเนินการศึกษากฎ ระเบียบ มาตรฐาน ข้อบังคับในปัจจุบัน ดำเนินการโดยคำนึงถึงหลักพื้นฐานในการร่างกฎหมายและหลักความได้สัดส่วน ดังนี้

- (1) ศึกษาหลักการของเรื่องที่จะตรากฎหมายบังคับใช้
- (2) ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะตรากฎหมายใช้บังคับ
- (3) กำหนดโครงสร้างและรูปแบบร่างกฎกระทรวง ระเบียบ มาตรฐาน ข้อบังคับ
- (4) พิจารณากำหนดโครงสร้างทั้งหมด เนื้อหาสาระและกลไกทางกฎหมายที่จะนำมากำหนดในร่างกฎหมาย ตลอดจนความสัมพันธ์ของกลไก
- (5) ศึกษาเปรียบเทียบกฎหมายในลักษณะเดียวกันที่ใช้บังคับ
- (6) ใช้ถ้อยคำที่ชัดเจนและเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่าย โดยถูกต้องตามหลักภาษาไทย

### 5.2.2 ระดับของกฎหมายและข้อบังคับ

ผลของการจัดทำกฎกระทรวง มาตรฐาน ระเบียบ ข้อบังคับและข้อเสนอแนะจะสอดคล้องและเป็นไปตามบริบทของร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ..... ซึ่งจะมีการจัดลำดับชั้นของกฎหมายเป็นโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของไทย ตามที่แสดงในรูปที่ 13 กรอบโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของไทยภายหลังประกาศพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง



รูปที่ 13 กรอบโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของไทยภายหลังประกาศพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง<sup>1</sup>

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

การจัดแบ่งลำดับชั้นของกฎหมายไทยจะพิจารณาจากองค์กรที่มีอำนาจในการออกกฎหมาย ศักดิ์ของกฎหมายแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ (1) รัฐธรรมนูญ (2) พระราชบัญญัติ/พระราชกำหนด/ประมวลกฎหมาย (3) พระราชกฤษฎีกา (4) กฎกระทรวง / ประกาศกระทรวง (5) ข้อบังคับหรือข้อบัญญัติ และ (6) ประกาศคำสั่ง

### 5.2.3 กระบวนการร่างกฎหมาย

กระบวนการจัดทำร่างกฎหมาย จะเป็นการดำเนินการให้สอดคล้องและอยู่ภายใต้สาระสำคัญของมาตรา 77<sup>2</sup> แห่งรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560 โดยพิจารณาประกอบกับการรับฟังความคิดเห็นจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ข้อจำกัด สภาพปัญหา ความต้องการ ข้อเสนอแนะ รวมไปถึงมาตรการสนับสนุนอื่น ๆ ที่จำเป็นจากผู้มีส่วนได้เสีย เพื่อนำผลที่ได้มาพิจารณาในการจัดทำร่างกฎกระทรวง ร่างระเบียบหรือข้อบังคับ ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมและปฏิบัติได้จริง ทั้งในระยะเร่งด่วน ระยะกลาง และระยะยาว

1 การศึกษาแผนพัฒนามาตรฐานด้านระบบรางของประเทศไทย, บทสรุปสำหรับผู้บริหาร, สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 26, สืบค้นจาก [http://www.otp.go.th/uploads/tiny\\_uploads/ProjectOTP/2559/Project06/ExeSumReportThai.pdf](http://www.otp.go.th/uploads/tiny_uploads/ProjectOTP/2559/Project06/ExeSumReportThai.pdf) เมื่อ 20 พฤษภาคม 2563

<sup>2</sup> รัฐธรรมนูญ มาตรา 77 “รัฐพึงจัดให้มีกฎหมายเพียงเท่าที่จำเป็น และยกเลิกหรือปรับปรุงกฎหมายที่หมดความจำเป็นหรือไม่สอดคล้องกับสภาพการณ์ หรือที่เป็นอุปสรรคต่อการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพโดยไม่ชักช้าเพื่อไม่ให้เป็นภาระแก่ประชาชน และดำเนินการให้ประชาชนเข้าถึงตัวบทกฎหมายต่าง ๆ ได้โดยสะดวกและสามารถเข้าใจกฎหมายได้ง่ายเพื่อปฏิบัติตามกฎหมายได้อย่างถูกต้อง ก่อนการตรากฎหมายทุกฉบับ รัฐพึงจัดให้มีการรับฟังความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากกฎหมายอย่างรอบด้านและเป็นระบบ รวมทั้งเปิดเผยผลการรับฟังความคิดเห็นและการวิเคราะห์นั้นต่อประชาชน และนำมาประกอบการพิจารณาในกระบวนการตรากฎหมายทุกขั้นตอน เมื่อกฎหมายมีผลใช้บังคับแล้ว รัฐพึงจัดให้มีการประเมินผลสัมฤทธิ์ของกฎหมายทุกกรอบระยะเวลาที่กำหนดโดยรับฟังความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องประกอบด้วย เพื่อพัฒนากฎหมายทุกฉบับให้สอดคล้องและเหมาะสมกับบริบทต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป รัฐพึงใช้ระบบอนุญาตและระบบคณะกรรมการในกฎหมายเฉพาะกรณีที่น่าจำเป็น พึงกำหนดหลักเกณฑ์ การใช้ดุลพินิจของเจ้าหน้าที่ของรัฐและระยะเวลาในการดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่บัญญัติไว้ในกฎหมายให้ชัดเจน และพึงกำหนดโทษอาญาเฉพาะความผิดร้ายแรง”





## 5.2.4 ทางเลือกในการแนวทางการกำกับดูแล

ร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... มีสาระสำคัญของกฎหมายที่เกี่ยวกับการจัดทำมาตรฐาน กฎกระทรวง หรือระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการออกกฎกระทรวง มาตรฐาน ข้อบังคับ ดังนี้

- (1) ออกกฎกระทรวง โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดในเรื่อง มาตรฐานการดำเนินกิจการขนส่งทางราง (ร่างมาตรา 7)
- (2) จัดทำประกาศกำหนดมาตรฐานแนบท้ายกฎกระทรวง โดยกรมการขนส่งทางราง ซึ่งผู้ที่มีอำนาจหน้าที่คือ อธิบดีกรมการขนส่งทางราง (ร่างมาตรา 15)

หากมีการประกาศให้ร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... มีผลใช้บังคับในราชกิจจานุเบกษาแล้ว กรมการขนส่งทางราง โดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมและอธิบดีกรมการขนส่งทางรางจะมีอำนาจหน้าที่ตามที่กำหนดไว้ในกฎหมาย ซึ่งในการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย จากการศึกษากฎหมายต่างประเทศ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง

ทางเลือกในการกำกับดูแลที่มีผลใช้บังคับตามกฎหมายควรดำเนินการโดยการออกกฎกระทรวงที่มีการกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ โดยในสาระสำคัญของกฎกระทรวงจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับการกำหนดให้ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการขนส่งทางราง หน่วยงานเจ้าของโครงการ หน่วยงานของรัฐที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการขนส่งทางรางปฏิบัติตามมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด

## 5.3 ร่างกฎกระทรวงและประกาศมาตรฐานแนบท้ายกฎกระทรวง

การกำหนดเกี่ยวกับอาณัติสัญญาณในการขนส่งทางราง (โครงข่ายรถไฟสายประธาน) ในประเทศไทยที่มีการกำหนดไว้จะพบอยู่ในข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ พ.ศ.2549 (ขตร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย ส่วนงานระบบไฟฟ้านั้นยังไม่พบว่ามีกำหนดมาตรฐานเอาไว้อย่างชัดเจน

ที่ปรึกษาจึงเสนอแนวทางในการดำเนินการออกกฎกระทรวงที่มีสาระสำคัญครอบคลุมแบบกว้าง ๆ โดยที่กฎกระทรวงจะกำหนดให้อำนาจกรมการขนส่งทางรางออกมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ ส่วนสาระสำคัญของมาตรฐานจะแยกเป็นเรื่อง ๆ เพื่อให้การปรับใช้มาตรฐานเป็นไปอย่างเหมาะสม และไม่เกิดความสับสนในการใช้มาตรฐานแต่ละประเภท



ร่างกฎกระทรวง 2 ฉบับ ที่จัดทำขึ้น ได้แก่

- (1) ร่างกฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางราง และ
- (2) ร่างกฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางราง

ร่างกฎกระทรวงทั้งสองฉบับมีสาระสำคัญ ดังนี้



## (ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับ

### โครงข่ายรถไฟสายประธาน พ.ศ. ....

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔ และมาตรา ๑๓ แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. .... อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๖ ประกอบกับ มาตรา ๗๗ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย มีการรับ ฟังความคิดเห็นของประชาชนมาแล้ว รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนด [.....] วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

### **หมวดที่ ๑ คำจำกัดความ**

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

“รถไฟ” หมายความว่า รถไฟสายประธาน (Mainline Railway) ทั้งที่เป็น รถไฟ รถไฟฟ้า ที่วิ่งบนเส้นทางหลักในการเดินทางและขนส่งสินค้าระหว่างเมืองของประเทศ รวมถึงระบบรถไฟชานเมือง (Commuter train) และระบบรถไฟระหว่างเมือง (Intercity train)

“ทาง” หมายความว่า ทางรถไฟและโครงสร้างที่รองรับทางรถไฟ

“ระบบไฟฟ้า” หมายความว่า ระบบไฟฟ้าใด ๆ ที่จัดให้มีขึ้นในระบบจ่ายไฟฟ้า ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การดำเนินงานต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้า สำหรับการขนส่งทางราง เพื่อให้บริการเดินรถอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้โดยสาร ซึ่งประกอบด้วย ๒ ส่วนหลัก คือ ระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนรถขนส่งทางราง และระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบเสริม ได้แก่ ระบบไฟฟ้าของสถานีรถไฟ อุปกรณ์ที่ติดตั้งข้างทางรถไฟ ศูนย์ซ่อมบำรุง ศูนย์ควบคุมกลาง

“มาตรฐานว่าด้วยระบบไฟฟ้า” หมายความว่า นิยาม แนวทาง ขอบแนะนำ หน่วยวัด การทดสอบ การสอบเทียบ การทดลอง การวิเคราะห์ การวิจัย การตรวจ การรับรอง การตรวจประเมิน ที่เกี่ยวกับ ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิคที่ด้านระบบไฟฟ้าในระบบขนส่งทางรางสำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธานที่กรมการขนส่งทางรางจัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการกำหนดแนวทาง การปฏิบัติ การดำเนินการ เพื่อให้ได้คุณภาพและปริมาณแบบเดียวกัน โดยมีคำอธิบายกำกับการใช้มาตรฐาน ระบบไฟฟ้า ข้อกำหนด หรือเทคนิค และอาจมีภาษาต่างประเทศกำกับไว้ในกรณีที่เป็นคำศัพท์เฉพาะทาง ทั้งนี้ ตามมาตรฐานที่กำหนดภายใต้กฎกระทรวงนี้

“มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ” หมายความว่า มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่เป็นกฎเกณฑ์ของต่างประเทศ หรือมาตรฐานที่ได้จากการพิจารณาหาข้อตกลงและเห็นพ้องร่วมกันของประเทศสมาชิก โดยมีหน่วยงานสากลที่รับผิดชอบในการยกย่องมาตรฐานนั้น และมีกระบวนการในการขอความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานที่จะออกมาจากสมาชิกในแต่ละประเทศ โดยจัดทำมาตรฐานสากลขึ้นเป็นเอกสารที่มีสาระสำคัญเป็นการวางกฎระเบียบ แนวทางปฏิบัติ



เป็นที่ยอมรับกันและนำไปปฏิบัติหรือเป็นแนวทางการปฏิบัติตามโดยทั่วไปในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งประเทศที่เป็นสมาชิกของหน่วยงานที่จัดทำมาตรฐานหรือประเทศอื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นสมาชิก ทั้งนี้ให้หมายรวมถึงมาตรฐาน International Organization for Standardization (ISO) ที่เกี่ยวข้องด้วย

“ระบบป้องกัน” (protection system) หมายความว่า การจัดเรียงของบริภัณฑ์ป้องกันต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่นที่มีเป้าหมายในการทำหน้าที่การป้องกันเฉพาะเจาะจงหนึ่งหน้าที่หรือมากกว่า

“บริภัณฑ์ป้องกัน” (protection equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ที่ผสมผสานรีเลย์ป้องกันหนึ่งตัวหรือมากกว่าและหน่วยตรรกะ (ถ้าจำเป็น) เพื่อดำเนินการทำหน้าที่การป้องกันเฉพาะเจาะจงหนึ่งหน้าที่หรือมากกว่า

“บริภัณฑ์ไฟฟ้า” หมายความว่า อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ วัสดุ เครื่องประกอบหรือเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังหรือเป็นส่วนประกอบ หรือที่ใช้เกี่ยวเนื่องกับไฟฟ้า

“ตู้สวิตช์ประธาน” (Train Distribution Board) หมายความว่า ตู้ที่เป็นแหล่งรวมอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าอันเป็นแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่

“ฉนวนไฟฟ้า” หมายความว่า วัสดุที่มีคุณสมบัติในการกั้นหรือขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าหรือวัสดุที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ง่าย เช่น ยาง ไฟเบอร์ พลาสติก

“การไฟฟ้าท้องถิ่น” หมายความว่า หน่วยงานที่ทำหน้าที่บริการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตพื้นที่นั้น ๆ เช่น การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นต้น

ระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ (Overhead Contact System: OCS) หมายความว่า ระบบการจ่ายไฟฟ้าให้แก่รถไฟฟ้าโดยใช้สายสัมผัสเหนือศีรษะเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้า

“ระบบสายสัมผัส” (contact line system) หมายความว่า ระบบสายตัวนำบรรจบไฟฟ้า หรือ ระบบสายตัวนำจ่ายไฟฟ้า

“การต่อลงดิน” (earthing) หมายความว่า การต่อตัวนำไม่ว่าโดยตั้งใจหรือบังเอิญระหว่างวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์กับดินหรือกับส่วนที่เป็นตัวนำซึ่งทำหน้าที่แทนดิน

“การต่อฝาก” (bonding) หมายความว่า การต่อถึงกันอย่างถาวรของส่วนที่เป็นโลหะให้เกิดเป็นทางนำไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าและสามารถนำกระแสที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัย

“วงจรกระแสไหลกลับ” (return circuit) หมายความว่า วงจรซึ่งทำหน้าที่เป็นเส้นทางสำหรับกระแสไหลกลับของระบบจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อน

“ระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ” (Overhead Contact System: OCS) หมายความว่า ระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่รถไฟฟ้าโดยใช้สายสัมผัสเหนือศีรษะเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับการใช้งานโดยหน่วยขับเคลื่อน

“ตอน” (section) หมายความว่า ส่วนของวงจรไฟฟ้าที่มีแรงดันพิกัดต่าง ๆ สำหรับการจัดสัมพันธ์เชิงฉนวนเป็นของตัวเอง



“การต่อลงดิน” (earthing) หมายความว่า การต่อตัวนำไม่ว่าโดยตั้งใจหรือบังเอิญระหว่างวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์กับดินหรือกับส่วนที่เป็นตัวนำซึ่งทำหน้าที่แทนดิน

“การต่อฝาก” (bonding) หมายความว่า การต่อถึงกันอย่างถาวรของส่วนที่เป็นโลหะให้เกิดเป็นทางนำไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าและสามารถนำกระแสที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัย

“คุณภาพไฟฟ้า” หมายความว่า การจ่ายไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าถูกต้องสม่ำเสมอ สัญญาณรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่บริสุทธิ์ และความถี่ที่ถูกต้อง ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงาน ความเสียหายและการทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

“ผู้ขอเชื่อมต่อ” หมายความว่า ผู้ได้รับใบอนุญาต เจ้าของโครงการ ผู้ประกอบกิจการเดินรถขนส่งทางรางซึ่งเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้รับอนุญาตให้เชื่อมต่อเข้ากับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น และผ่านการทดสอบการเชื่อมต่อตามที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนดแล้ว

“แรงดันไม่สมดุล” (voltage unbalance) หมายความว่า แรงดันของระบบไฟฟ้า ๓ เฟส มีขนาดแตกต่างกัน (ร้อยละ ๐.๕-๒) หรือมีมุมเปลี่ยนไปจาก ๑๒๐ องศาทางไฟฟ้า เกิดจากความไม่สมดุลขนาดของภาระทางไฟฟ้าแต่ละเฟส

“ฮาร์มอนิก” (harmonic) หมายความว่า ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใด ๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (fundamental frequency)

## หมวดที่ ๒ บททั่วไป

ข้อ ๒ ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับ ร่างเพื่อการขนส่ง กิจการขนส่งทางราง กิจการวางเพื่อการขนส่ง กิจการเดินรถขนส่งทางราง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เพื่อให้การขนส่งทางรางมีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย

ข้อ ๓ ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่หากปล่อยให้เนิ่นช้าต่อไปอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชน หรือแก่การพัฒนาาระบบการขนส่งทางราง หรือเศรษฐกิจของประเทศ กรมการขนส่งทางรางอาจกำหนดให้มาตรฐานระบบไฟฟ้าบางมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับไม่ว่าทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ดังกล่าวก็ได้

ข้อ ๔ อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนรถไฟ ระบบไฟฟ้าเสริม คานยัน เสารองรับระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ทางวิศวกรรมและคุณสมบัติตามมาตรฐานระบบการจ่ายไฟฟ้า

ข้อ ๕ มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งสำหรับการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงหรือที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ



### หมวดที่ ๓ มาตรฐานว่าด้วยระบบไฟฟ้า

ข้อ ๖ ในการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อย ภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง และเพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับรถไฟของประเทศไทยจะมีความมั่นคงและความปลอดภัยให้แก่ระบบ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ให้บริการรถไฟทุกคน ในการดำเนินการจัดทำระบบส่งไฟฟ้า ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า ระบบเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางรางสำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธาน ผู้มีหน้าที่จะต้องจัดให้มีระบบไฟฟ้ารวมถึงบริษัทไฟฟ้าที่มีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย รวมถึงจัดให้มีการซ่อมแซม บำรุงรักษา โดยมีมาตรฐานไม่ต่ำกว่า มาตรฐานระบบไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับนี้ คือ

- (๑) มาตรฐานว่าด้วยระบบการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ
- (๒) มาตรฐานว่าด้วยการป้องกันและฉนวน
- (๓) มาตรฐานว่าด้วยการต่อลงดินและการต่อฝาก
- (๔) มาตรฐานว่าด้วยรูปแบบการต่อหม้อแปลง
- (๕) มาตรฐานว่าด้วยระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล
- (๖) มาตรฐานว่าด้วยคุณภาพไฟฟ้า
- (๗) มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางจะได้มีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคต

ข้อ ๗ ระบบจ่ายไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความปลอดภัยมีการก่อสร้างและติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดและต้องมีความพร้อมในการใช้งาน ความสามารถในการบำรุงรักษา และความปลอดภัยของระบบ (Reliability, Availability, Maintainability, and Safety : RAMS)

ข้อ ๘ ระบบการป้องกันและบริษัทป้องกันจะต้องได้รับการออกแบบ ติดตั้ง ให้สามารถตรวจจับความผิดปกติและตัดความผิดปกติ มีความเสถียรและไม่เกิดการตัดที่ไม่จำเป็นภายใต้ภาวะโหลดต่าง ๆ ทั้งนี้เว้นแต่อยู่ในระดับความเสี่ยงและข้อจำกัดที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๙ การจัดสัมพันธเชิงฉนวนจะต้องได้รับการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อให้บรรลุข้อกำหนดขั้นต่ำตามมาตรฐานการป้องกันและฉนวน

ข้อ ๑๐ การต่อลงดินและการต่อฝากต้องออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อความปลอดภัยกับทางไฟฟ้าที่สถานีผู้โดยสาร สถานีไฟฟ้าย่อย อาคาร ศูนย์ซ่อมบำรุง ส่วนทางยกระดับ โดยจะต้องออกแบบระบบการต่อลงดินบนพื้นฐานของความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ดินเนื่องจากการไหลของกระแสผิดปรมาณมากจากการลัดวงจร เพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วจากการชำรุดหรือการเสื่อมสภาพของบริษัทไฟฟ้า รวมทั้งเพื่อป้องกันอันตรายแรงดันสัมผัสและแรงดันช่วงก้าวในสภาวะปกติและขณะเกิดความผิดปกติ รวมถึงอันตรายจากไฟไหม้



ข้อ ๑๑ การออกแบบหม้อแปลงจะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน รูปแบบการต่อหม้อแปลง เพื่อรองรับการทำงานกับโหลดขับเคลื่อน การรับความเครียดจากการลัดวงจร และคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๑๒ การออกแบบและจัดหาอาคารจ่ายไฟประธาน (bulk supply point) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น

#### หมวดที่ ๔ ข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า (Electrical System)

ข้อ ๑๓ ในการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรและไฟไหม้ โดยคำนึงถึงสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง วิธีการติดตั้ง โดยแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานรวมถึงความตึงของสายไฟฟ้าต้องทนต่อแรงดันลมสูงสุดที่สามารถคาดการณ์ได้ และต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่อเนื่องและมีพิภพการจ่ายกำลังไฟฟ้าเพียงพอต่อความต้องการสำหรับการลากจูงรถไฟ ช่วยให้การใช้พลังงานเพื่อขับเคลื่อนระบบขนส่งให้มีประสิทธิภาพ และช่วยลดปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้า โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อความเร็วของรถไฟและไม่กีดขวางการสัญจรของรถไฟ

ข้อ ๑๔ หากมีการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะบริเวณใต้สะพานลอย อาคารที่อยู่บนชานชาลา สะพาน หรือสิ่งปลูกสร้างอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ต้องมีมาตรการป้องกันในการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ เพื่อป้องกันอันตราย

ข้อ ๑๕ การติดตั้งบริษัทไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนดหรือมาตรฐานเทียบเท่า และต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ออกจากโอกาสที่จะเกิดความเสียหายใด ๆ ที่อาจเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟไหม้

ข้อ ๑๖ การติดตั้งระบบไฟฟ้ากระแสสลับต้องจัดให้มีมาตรการด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานการต่อลงดินและการต่อฝาก เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า

ข้อ ๑๗ วงจรกระแสไหลกลับของระบบจ่ายไฟจะต้องเชื่อมต่อกับระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่น ในลักษณะที่กำหนดค่าวงจรไฟฟ้าที่เพียงพอสำหรับกระแสไฟฟ้าไหลกลับและเพื่อลดกระแสไฟฟ้ารั่วจากรางลงสู่พื้นให้น้อยที่สุด

รางสำหรับกระแสไหลกลับที่จะติดตั้งบริเวณทางข้าม ระดับดินหรือทางเดิน จะต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมเพื่อให้ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้ากับพื้นดินไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนเดินเท้า

ข้อ ๑๘ สายส่งและสายจำหน่ายไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อทั้งแรงดันลมสูงสุดที่สามารถคาดการณ์ได้ และแรงตึงของสายไฟ โดยต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมและปลอดภัยจากการเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและไฟไหม้ รวมทั้งติดตั้งสายส่งและสายจำหน่ายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความสูงเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและอุปสรรคอื่น ๆ ต่อการเดินรถ

ข้อ ๑๙ ตู้สวิตช์ประธาน (Train Distribution Board) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต้องติดตั้งโดยปลอดภัยจากไฟฟ้าดูดและไฟไหม้

ข้อ ๒๐ การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานรูปแบบการต่อหม้อแปลงและต้องถูกออกแบบโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและผู้ทำการบำรุงรักษา



ข้อ ๒๑ หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องรองรับความเครียดจากการลัดวงจรของแหล่งจ่ายไฟที่จะจ่ายให้หม้อแปลง

ข้อ ๒๒ การดำเนินการติดตั้งระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกลต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และการบำรุงรักษาหรือซ่อมบำรุงต้องสามารถดำเนินการโดยไม่จำเป็นต้องหยุดการทำงานของระบบ

ข้อ ๒๓ ระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกลจะต้องมีข้อกำหนดการทำงานที่สามารถเข้าถึง บันทึก จัดเก็บข้อมูลได้แบบทันทีหรือเรียลไทม์ (real-time) สามารถรับรู้สถานะได้ตลอดเวลา รองรับการใช้งานสำหรับผู้ควบคุม (operator) อย่างน้อยจำนวนห้าคนพร้อมกัน โดยผู้ควบคุม (operator) สามารถควบคุมอุปกรณ์สนามจากระยะไกลและสามารถตัดการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างทันที

ข้อ ๒๔ ผู้ขอเชื่อมต่อจะต้องออกแบบระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าจากการเชื่อมต่อระบบรถไฟที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าเข้ากับโครงข่ายระบบไฟฟ้าท้องถิ่น ณ จุดเชื่อมต่อ จะต้องไม่เกินขีดจำกัดด้านคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๒๕ ผู้ขอเชื่อมต่อต้องออกแบบ ติดตั้ง และควบคุมอุปกรณ์ของระบบรถไฟที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ไม่ทำให้เกิดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่จุดต่อร่วมผิดปกติเกิน ขีดจำกัดความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๒๖ ผู้ขอเชื่อมต่อต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด และควบคุมระดับแรงดันไม่ได้ดูแลให้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๒๗ การดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้ารวมถึงการซ่อมบำรุงรักษาจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย รวมทั้งต้องตรวจสอบและทดสอบตามมาตรฐานและวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด

ข้อ ๒๘ ในการติดตั้งระบบจ่ายไฟเหนือศีรษะจะต้องดำเนินการติดตั้งสายสัมผัสในระดับความสูงจากสัณฐานที่เหมาะสมตามมาตรฐานและไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานในระบบอื่น ๆ รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนและอุปกรณ์อื่น ๆ และจะต้องป้องกันความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรและอันตรายจากฟ้าผ่า





### บทเฉพาะกาล

ข้อ ๒๙ การดำเนินการใด ๆ ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการและมีกำหนดแล้วเสร็จภายหลังจากที่กรรมการขนส่งทางรางกำหนดให้ใช้มาตรฐานนั้น ๆ ให้ผู้มีหน้าที่ ดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่กรรมการขนส่งทางรางกำหนด ภายใน [.....ปี] นับแต่วันที่ประกาศใช้มาตรฐานนั้น

ข้อ ๓๐ การจัดการหรือดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่ก่อนวันที่มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางใช้บังคับให้เป็นไปตามกฎหมาย หรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้บังคับอยู่ในวันก่อนวันที่มีการประกาศใช้มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางทั้งนี้ เท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับมาตรฐานที่กรรมการขนส่งทางรางกำหนด หากต่ำกว่ามาตรฐานที่กรรมการขนส่งทางรางกำหนด ผู้มีหน้าที่จะต้องดำเนินการปรับปรุง แก้ไข ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กรรมการขนส่งทางรางกำหนด ภายในระยะเวลา [.....ปี] นับแต่วันที่ประกาศใช้มาตรฐานนั้น ๆ

ให้ไว้ ณ วันที่ พ.ศ. ....

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม



### เอกสารท้ายกฎกระทรวง

- (๑) มาตรฐานว่าด้วยระบบการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ
- (๒) มาตรฐานว่าด้วยการป้องกันและฉนวน
- (๓) มาตรฐานว่าด้วยการต่อลงดินและการต่อฝาก
- (๔) มาตรฐานว่าด้วยรูปแบบการต่อหม้อแปลง
- (๕) มาตรฐานว่าด้วยระบบเฟ้าระวังและการควบคุมระยะไกล
- (๖) มาตรฐานว่าด้วยคุณภาพไฟฟ้า



## (ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

### สำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธาน พ.ศ. ....

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔ และมาตรา ๑๓ แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. .... อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๖ ประกอบกับ มาตรา ๗๗ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย มีการรับ ฟังความคิดเห็นของประชาชนมาแล้ว รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนด [.....] วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

### หมวดที่ ๑

#### คำจำกัดความ

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

“รถไฟ” หมายความว่า รถไฟสายประธาน (Mainline Railway) ทั้งที่เป็นรถไฟ รถไฟฟ้าที่วิ่งบนเส้นทางหลักในการเดินทางและขนส่งสินค้าระหว่างเมืองของประเทศ รวมถึงระบบรถไฟชานเมือง (Commuter train) และระบบรถไฟระหว่างเมือง (Intercity train)

“ทาง” หมายความว่า ทางรถไฟและโครงสร้างที่รองรับทางรถไฟ

“ระบบอาณัติสัญญาณ” หมายความว่า สัญญาณใด ๆ ที่จัดให้มีขึ้นในระบบขนส่งทางรางไม่ว่าจะแสดงด้วยธง มือ แขน เสียง ระบบกลไก สัญญาณไฟ หรือระบบคอมพิวเตอร์ หรือด้วยวิธีอื่นใด เพื่อแจ้งให้พนักงานควบคุมรถไฟหรือศูนย์สั่งการควบคุมออกคำสั่งให้รถไฟหยุดหรือเคลื่อนที่ โดยสามารถรู้ถึงเส้นทางและสภาพของเส้นทาง เพื่อใช้ในการควบคุมการเดินทาง ทั้งการเร่งความเร็ว ชะลอความเร็ว หรือหยุดรถแล้วแต่กรณี โดยมีเป้าหมายเพื่อให้การเดินทางนั้นมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามตารางการเดินทางและมีความปลอดภัย

“มาตรฐานว่าด้วยระบบอาณัติสัญญาณ” หมายความว่า มาตรฐานของระบบอาณัติสัญญาณในระบบรถไฟและระบบขนส่งทางรางชนิดใด ๆ ที่กรมการขนส่งทางรางจัดทำขึ้นภายใต้กฎกระทรวงนี้ เพื่อใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการกำหนดแนวทางการปฏิบัติ การดำเนินการให้ได้คุณภาพและปริมาณแบบเดียวกัน หากมีคำอธิบายกำกับการใช้มาตรฐาน ระบบอาณัติสัญญาณ ชุดคำสั่ง หรือโปรแกรม และอาจมีภาษาต่างประเทศกำกับไว้ในกรณีที่เป็นคำศัพท์เฉพาะทาง

“มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ” หมายความว่า มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่เป็นกฎเกณฑ์ของต่างประเทศ หรือมาตรฐานที่ได้จากการพิจารณาหาข้อตกลงและเห็นพ้องร่วมกันของประเทศสมาชิก โดยมีหน่วยงานสากลที่รับผิดชอบในการร่างมาตรฐานนั้น และมีกระบวนการในการขอความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานที่จะออกมาจากสมาชิกในแต่ละประเทศ โดยจัดทำมาตรฐานสากลขึ้นเป็นเอกสารที่มีสาระสำคัญเป็นการวางกฎระเบียบ แนวทางปฏิบัติที่เป็นที่ยอมรับและนำไปปฏิบัติหรือเป็นแนวทางการปฏิบัติตามโดยทั่วไปในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งประเทศที่เป็นสมาชิกของ



หน่วยงานที่จัดทำมาตรฐานหรือประเทศอื่น ๆ ที่ไม่ได้เป็นสมาชิก ทั้งนี้ให้หมายรวมถึงมาตรฐาน International Organization for Standardization (ISO) ที่เกี่ยวข้องด้วย

“ระบบบังคับสัมพันธ์” (Interlocking) หมายความว่า ระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ในระบบอาณัติสัญญาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการให้สัญญาณและเตรียมทางให้ขบวนรถเข้าหรือออกจากแต่ละตอนทางให้ทำงานสอดคล้องกัน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าการเดินรถมีความปลอดภัย

“ระบบควบคุมการเดินรถจากศูนย์กลาง” (Centralized Traffic Control: CTC) หมายความว่า ระบบควบคุมการเดินรถจากศูนย์กลางที่รวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายนอกอาคารสถานี เช่น สัญญาณ ประแจ วงจรไฟตอน จากทุกสถานี มาที่ผู้ควบคุมที่ศูนย์กลาง โดยรับข้อมูลโดยตรงไม่ต้องผ่านนายสถานีแต่ละสถานี

“ตอน” หมายความว่า ส่วนของทางรถไฟระหว่างสถานี หรือส่วน (Section) ของทางรถไฟที่แบ่งออกเป็น ส่วน ๆ สำหรับใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของขบวนรถไฟให้สามารถเคลื่อนขบวนได้ด้วยความปลอดภัย

“ทางเดี่ยว” หมายความว่า ทางประธานเฉพาะระหว่างสถานีทางสะดวกซึ่งใช้เดินขบวนรถไฟไปและมาร่วมกัน

“ขนาดความกว้างทาง” หมายความว่า ระยะห่างของรางรถไฟ โดยวัดจากหัวรางด้านในข้างซ้ายถึงหัวรางด้านในข้างขวา

“ประแจกล” (Point Machines) หมายความว่า อุปกรณ์ขับเคลื่อนการสับราง ที่เชื่อมต่อกับ Throw bar ยึดกับรางลื่น เมื่อได้รับสัญญาณจากห้องควบคุม ชิ้นส่วนของประแจกลจะสับเปลี่ยนทิศทางการสับรางลื่นจากนั้นจะทำการล็อกเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ในขณะที่รถไฟวิ่งเพื่อความปลอดภัย

“อุปกรณ์” หมายความว่า อุปกรณ์อาณัติสัญญาณ (Signalling equipment ) อันเป็น อุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบอาณัติสัญญาณที่ใช้ในการออกคำสั่งให้รถไฟหยุดหรือเคลื่อนที่ โดยพนักงานผู้ควบคุมการเดินรถหรือศูนย์สั่งการควบคุมภายใต้กำหนดของมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

## หมวดที่ ๒

### บททั่วไป

ข้อ ๒ ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง รางเพื่อการขนส่ง กิจกรรมขนส่งทางราง กิจกรรมรางเพื่อการขนส่ง กิจกรรมเดินรถขนส่งทางราง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณ ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เพื่อให้การขนส่งทางรางมีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย

ข้อ ๓ ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่หากปล่อยให้เนิ่นช้าต่อไปอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชน หรือแก่การพัฒนากระบวนการขนส่งทางราง หรือเศรษฐกิจของประเทศ กรมการขนส่งทางรางอาจกำหนดให้มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณบางมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับไม่ว่าทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ดังกล่าวก็ได้



### หมวดที่ ๓

#### มาตรฐานว่าด้วยระบบอาณัติสัญญาณ

ข้อ ๔ ในการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง ในการดำเนินการจัดทำที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางรางสำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธาน ให้มีระบบอาณัติสัญญาณรวมถึงอุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่มีความน่าเชื่อถือพร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย รวมถึงจัดให้มีการซ่อมแซม บำรุงรักษา ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด ทั้งนี้ ตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับนี้ ดังนี้

- (๑) มาตรฐานว่าด้วยระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ
- (๒) มาตรฐานว่าด้วยระบบบังคับสัมพันธ์
- (๓) มาตรฐานว่าด้วยการให้สัญญาณบนทางประธาน
- (๔) มาตรฐานว่าด้วยประแจกล
- (๕) มาตรฐานว่าด้วยเครื่องนับเพลลา
- (๖) มาตรฐานว่าด้วยวงจรไฟตอน
- (๗) มาตรฐานว่าด้วยเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ
- (๘) มาตรฐานว่าด้วยระบบห้ามล้ออัตโนมัติ
- (๙) มาตรฐานว่าด้วยคลื่นความถี่
- (๑๐) มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางจะได้มีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคต

### หมวดที่ ๔

#### ข้อกำหนดพื้นฐานของระบบอาณัติสัญญาณ (Railway Signaling Facilities)

ข้อ ๕ ตอนสัญญาณแต่ละตอนจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อให้แน่ใจว่า สามารถให้สัญญาณอนุญาตตอนว่างแก่ขบวนรถที่จะเดินเข้าสู่ตอนนั้นได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

ข้อ ๖ ตอนสัญญาณจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับขบวนรถไฟและมีการส่งสัญญาณเพื่อให้รถไฟ สามารถชะลอหรือหยุดความเร็วในระหว่างที่มีรถไฟหรือยานพาหนะอื่น ๆ วิ่งผ่านบนทางหรือรางในช่วงเวลาเดียวกัน

ข้อ ๗ ในกรณีของทางเดี่ยวจะต้องมีการติดตั้งระบบป้องกันรถไฟที่อยู่ทิศทางเดียวกัน หรือ ตรงข้ามกันสอง ขบวนเข้ามาในตอนในเวลาเดียวกัน โดยต้องมีการเว้นระยะที่ปลอดภัย

ข้อ ๘ การดำเนินการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อให้การส่งสัญญาณและการสื่อสารเป็นไปโดยปราศจากความบกพร่องอันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ หรือ อันตรายใด ๆ ได้

ข้อ ๙ การติดตั้งอุปกรณ์ระบบอาณัติสัญญาณรวมถึงระบบควบคุมการจราจรจากศูนย์กลาง (Centralized Traffic Control : CTC) ระบบควบคุมและประมวลผล (Supervisory Control And Data : SCADA) และประแจกลรวมทั้ง อุปกรณ์



ประกอบของประแจกล จะต้องมีการดำเนินการอย่างเหมาะสม เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อควบคุมให้รถไฟ ชะลอตัวหรือหยุดตามความเร็วที่กำหนดโดยไม่ก่อให้เกิดการชนหรือตกราง

ข้อ ๑๐ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทางโดยของรถไฟ รวมถึงยานพาหนะอื่น ๆ จะต้องติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณในบริเวณทางแยกหรือบริเวณพื้นที่เสี่ยงอื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดการชนกันหรือเป็นเหตุให้เกิดการตกราง

ข้อ ๑๑ ในบริเวณจุดตัด รอยต่อ ชุมทาง ทางหลัก ทางแยกหรือทางร่วมหรือสถานที่เสี่ยงอื่น ๆ ที่มีความเสี่ยงต่อการชนหรือตกรางจะมีการติดตั้งอุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่ควบคุมโดยระบบบังคับสัมพันธ์ และระบบบังคับสัมพันธ์จะต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบอาณัติสัญญาณได้อย่างปลอดภัย มีระบบตรวจสอบเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการควบคุมอุปกรณ์ข้างทาง มีระบบป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน สำหรับป้องกันการชนกันและการตกราง เพื่อความปลอดภัยของระบบขนส่งทางราง ประชาชน และยานพาหนะอื่น ๆ

ข้อ ๑๒ เพื่อรักษาความปลอดภัยในการเดินทาง อุปกรณ์ระบบอาณัติสัญญาณจะต้องติดตั้งตามลักษณะการทำงานของวงจรและไฟฟ้านั้น โดยจะต้องรักษาความปลอดภัยในการทำงาน ไม่รบกวนหรือส่งผลกระทบต่อการเดินทางไฟฟ้านั้นแม้ว่าระบบอาณัติสัญญาณนั้นจะล้มเหลวหรือเกิดปัญหาหรือไม่สามารถใช้งานได้

ข้อ ๑๓ ห้องรีเลย์ ห้องเก็บอุปกรณ์สัญญาณ และห้องอื่น ๆ ที่ใช้ในการเกี่ยวกับการควบคุมการจราจรทางรถไฟ ต้องเก็บเครื่องมือสัญญาณ เครื่องมือทำงานให้สะอาดและเรียบร้อย ไม่เป็นเหตุให้เกิดควันไฟหรือไฟไหม้ และมีการควบคุมการเข้าออกอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๔ ระบบบังคับสัมพันธ์จะต้องรองรับอุปกรณ์ตรวจจรรถไฟทุกชนิดรวมทั้งต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบหรืออุปกรณ์ที่มีการติดตั้งมาก่อนในกรณีที่มีการติดตั้งใหม่และมีการเชื่อมโยงสื่อสารที่มีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนอันจะส่งผลกระทบต่อระดับความปลอดภัยของระบบบังคับสัมพันธ์

ข้อ ๑๕ เครื่องนับเพลาล้อต้องสามารถเชื่อมประสานเพื่อสื่อสารกับระบบบังคับสัมพันธ์หรืออุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่อยู่ข้างเคียงทั้งก่อนหน้าและมาทีหลัง จะต้องสามารถเชื่อมต่อสื่อสารได้ไม่ว่าระบบข้างเคียงจะเป็นระบบบังคับสัมพันธ์ชนิดใด

## หมวดที่ ๕

### การให้สัญญาณเพื่อความปลอดภัย

ข้อ ๑๖ ในการเชื่อมต่อและสื่อสาร การติดตั้ง และการบำรุงรักษาระบบอาณัติสัญญาณ ต้องดำเนินการเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงให้มีการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการสื่อสาร ด้านความปลอดภัย ที่บริเวณสถานีผู้โดยสาร สถานีไฟฟ้าย่อย ศูนย์ควบคุมการจราจร สถานีจ่ายพลังงานไฟฟ้า และสถานที่อื่น ๆ ที่เห็นว่าจำเป็นเพื่อการปฏิบัติการด้านความปลอดภัยและการบริหารจัดการ

ข้อ ๑๗ ในการติดตั้งสัญญาณไฟ จะต้องมีการดำเนินการทดสอบเพื่อป้องกันการขัดข้องหรือการไม่ทำงานของระบบไฟฟ้านั้นทั้งทดสอบคุณภาพ ความต่อเนื่องของวงจร สายดิน และความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้า



ข้อ ๑๘ ป้ายบอกสัญญาณต้องไม่ติดตั้งในลักษณะซ้อน หรือบังโครงสร้างหลังคา ราวสะพาน โดยเฉพาะทางที่เป็นทางโค้งความลาดเอียงของทาง การติดตั้งสัญญาณจะต้องหลีกเลี่ยงการติดตั้งในทางโค้ง เนื่องจากส่วนบนของป้ายหรือสัญญาณจะโค้งเข้าหารางหากติดตั้งในแนวที่ทางโค้งพอดี และติดใกล้กับราง

## หมวดที่ ๖

### เครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ

ข้อ ๑๙ เครื่องกั้นถนนเสมอระดับจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับให้สัญญาณอนุญาตเคลื่อนที่ผ่านบริเวณทางตัดทางรถไฟทั้งทางรถไฟและทางถนนที่สามารถแจ้งเตือนอันตรายผู้ขับขี่รถผ่านบริเวณทางตัดผ่านเสมอระดับเมื่อรถไฟเข้าใกล้ผู้ที่กำลังข้ามทางตัดผ่านเสมอระดับและปิดกั้นการจราจรบนถนนเพื่อรักษาความปลอดภัยให้กับรถไฟและผู้ใช้นถนน ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องกั้นถนนเสมอระดับเพื่อปิดกั้นเส้นทางหรือถนน จะต้องดำเนินการให้มีการติดตั้งอุปกรณ์เตือนรถไฟวิ่งผ่านในจุดที่สังเกตเห็นได้ชัดเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

ข้อ ๒๐ ในการติดตั้งเครื่องกั้นถนนเสมอระดับ จะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของความเร็วของรถไฟกับปริมาณการจราจรทั้งของรถไฟและยานพาหนะอื่น ๆ ที่ข้ามทางตัดผ่านเสมอระดับ

ข้อ ๒๑ อุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟที่ติดตั้งในตู้ควบคุมกลางแจ้งบริเวณข้างทางรถไฟต้องติดตั้งโดยคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมและเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ

ข้อ ๒๒ ในการพิจารณาทางตัดผ่านเสมอระดับจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟและเป็นไปตามขนาดทางที่กำหนด

## หมวดที่ ๗

### ระบบห้ามล้อและการจอดรถไฟ

ข้อ ๒๓ ระบบห้ามล้ออัตโนมัติจะต้องสามารถทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ป้องกันการใช้ความเร็วเกินความเร็วอนุญาตในแต่ละตอนทาง โดยจะทำการส่งเสียงเตือนเมื่อความเร็วเกินกำหนด และสั่งลงห้ามล้อเมื่อความเร็วสูงเกินกำหนด และในกรณีที่รถเคลื่อนขบวนผ่านสัญญาณหยุดรถ

ข้อ ๒๔ รถไฟจะต้องจอดในตำแหน่งหยุดที่กำหนดไว้ หากไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาณได้ตรงตามเวลาและตำแหน่งอันเนื่องมาจากความผิดพลาดหรือบกพร่องของระบบอาณัติสัญญาณ รถไฟจะต้องจอดโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

ข้อ ๒๕ หากไม่สามารถรับส่งสัญญาณจากสถานีทางสะดวกหรือเมื่ออาณัติสัญญาณที่ได้รับไม่ชัดเจน ให้ถือปฏิบัติตามสัญญาณที่แสดงอยู่ในขณะนั้นอย่างเคร่งครัด



## หมวดที่ ๘

### คลื่นความถี่

ข้อ ๒๖ อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับรับคลื่นความถี่จะต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนกับการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นและสามารถทนต่อการถูกรบกวนจากปรากฏการณ์ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกได้

ข้อ ๒๗ การใช้ย่านความถี่จะต้องใช้สำหรับการเดินรถไฟเฉพาะเท่านั้น ไม่สามารถเข้าร่วมกับการสื่อสารหรือส่งสัญญาณอย่างอื่นที่นอกเหนือจากวัตถุประสงค์เพื่อการเดินรถไฟ ทั้งนี้เว้นแต่การดำเนินการดังกล่าวไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างปลอดภัยของรถไฟ

ข้อ ๒๘ คลื่นความถี่จะต้องดำเนินการเป็นไปตามมาตรฐานโดยจะต้องมีการป้องกันสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า มีความสามารถของอุปกรณ์ในการทำงานภายใต้สภาวะการรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนโดยการแผ่กระจายคลื่นมาทางอากาศ สายเคเบิลหรืออื่น ๆ

### บทเฉพาะกาล

ข้อ ๒๙ การดำเนินการใด ๆ ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการและมีกำหนดแล้วเสร็จภายหลังจากที่กรมการขนส่งทางรางกำหนดให้ใช้มาตรฐานนั้น ๆ ให้ผู้มีหน้าที่ดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด ภายใน [.....ปี] นับแต่วันที่ประกาศใช้มาตรฐานนั้น

ข้อ ๓๐ การจัดการหรือดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่ก่อนวันที่มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางใช้บังคับให้เป็นไปตามกฎหมาย หรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้บังคับอยู่ในวันก่อนวันที่มีการประกาศใช้มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางทั้งนี้ เท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด หากต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด ผู้มีหน้าที่จะต้องดำเนินการปรับปรุง แก้ไข ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด ภายในระยะเวลา [.....ปี] นับแต่วันที่ประกาศใช้มาตรฐานนั้น ๆ

ให้ไว้ ณ วันที่ พ.ศ. ....

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม





### เอกสารท้ายกฎกระทรวง

- (๑) มาตรฐานว่าด้วยระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ
- (๒) มาตรฐานว่าด้วยระบบบังคับสัมพันธ์
- (๓) มาตรฐานว่าด้วยการให้สัญญาณบนทางประธาน
- (๔) มาตรฐานว่าด้วยประแจกล
- (๕) มาตรฐานว่าด้วยเครื่องนับเพลลา
- (๖) มาตรฐานว่าด้วยวงจรไฟตอน
- (๗) มาตรฐานว่าด้วยเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ
- (๘) มาตรฐานว่าด้วยระบบห้ามล้ออัตโนมัติ
- (๙) มาตรฐานว่าด้วยคลื่นความถี่



## 5.4 มาตรการในการกำกับดูแลงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ

การจัดทำมาตรการกำกับดูแลระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณนี้ ควรมีการจัดทำมาตรการโดยพิจารณาจากปัจจัยและกระบวนการขั้นตอนในการกำกับดูแล ดังนี้

### 5.4.1 มาตรฐานที่ใช้ในการกำกับดูแลระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ

ในส่วนของมาตรฐานที่จะใช้ในการกำกับดูแลควรจะดำเนินการโดยอ้างอิงมาตรฐานที่ที่ปรึกษากำลังจัดทำเพื่อเสนอกรมการขนส่งทางรางพิจารณาประกาศใช้ในอนาคต เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานดังกล่าว คือ

#### 1. มาตรฐานระบบไฟฟ้า

มาตรฐานระบบไฟฟ้าประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานระบบการจ่ายไฟฟ้า (มขร.-E-00X-25XX)
- 2) มาตรฐานการป้องกันและฉนวน (มขร.-E-00X-25XX)
- 3) มาตรฐานการต่อลงดิน (มขร.-E-00X-25XX)
- 4) มาตรฐานรูปแบบการต่อหม้อแปลง (มขร.-E-00X-25XX)
- 5) มาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า (มขร.-E-00X-25XX)
- 6) มาตรฐานระบบเผื่อสำรองและควบคุมระยะไกล (มขร.-E-00X-25XX)

#### 2. มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานการควบคุมรถไฟจากส่วนกลาง (มขร.-SC-00X-25XX)
- 2) มาตรฐานการบังคับสัมพันธ์ (มขร.-SC-00X-25XX)
- 3) มาตรฐานการให้สัญญาณบนทางประธาน (มขร.-SC-00X-25XX)
- 4) มาตรฐานประแจกล (มขร.-SC-00X-25XX)
- 5) มาตรฐานวงจรไฟตอม (มขร.-SC-00X-25XX)
- 6) มาตรฐานเครื่องนับเพลลา (มขร.-SC-00X-25XX)
- 7) มาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ (มขร.-SC-00X-25XX)
- 8) มาตรฐานระบบห้ามล้ออัตโนมัติ (มขร.-SC-00X-25XX)
- 9) มาตรฐานคลื่นความถี่ (มขร.-SC-00X-25XX)

และหากการกำกับดูแลใดปรากฏว่าไม่มีมาตรฐานที่อ้างอิงได้โดยตรง ให้ใช้มาตรฐานที่มีอยู่เป็นสากล เช่น มาตรฐาน EN IEC และ CENELEC เป็นต้น



#### 5.4.2 วงจรการกำกับดูแล

วงจรของการใช้มาตรการในการกำกับดูแล ควรเริ่มต้นตั้งแต่การเริ่มต้นศึกษาความเหมาะสมของโครงการ เมื่อเริ่มมีการศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการแล้ว ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการเริ่มดำเนินโครงการ จะต้องนำข้อกำหนดที่สอดคล้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ มาพิจารณา และปรับแบบให้เป็นที่ไปตามมาตรฐานที่บังคับอยู่ จนไปถึงกระบวนการดำเนินการทดสอบระบบก่อนที่จะมีการส่งมอบ การทดลองการเดินรถ และการบริหารโครงการให้เป็นที่ไปตามมาตรฐานที่กำหนด

#### 5.4.3 การบังคับใช้กฎหมาย

กฎกระทรวงที่จะจัดทำขึ้นนี้ นั้น จะต้องเป็นการกำหนดสาระสำคัญในการให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด พร้อมทั้งมีการกำหนดมาตรฐานด้านต่าง ๆ ไว้ท้ายกฎกระทรวง หรือ ในกรณีที่กรมการขนส่งทางรางมีการจัดทำมาตรฐานเพิ่มเติม หรือ ปรับปรุงแก้ไขก็สามารถที่จะให้มีผลเป็นการใช้บังคับและให้ปฏิบัติตาม โดยการดำเนินการจะต้องมีมาตรฐานที่ไม่ต่ำกว่าที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด

#### 5.4.4 การกำกับดูแลโดยสัญญา

แต่ละโครงการมีรายละเอียดด้านเทคนิคและการดำเนินการที่แตกต่างกัน มีข้อกำหนดเฉพาะที่ต้องดำเนินการให้เป็นที่ไปตามที่กำหนดเฉพาะสำหรับโครงการนั้น ๆ การจัดทำเอกสารสัญญาต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรายละเอียดข้อกำหนดเงื่อนไขทั้งมาตรฐานทางด้านเทคนิคและความปลอดภัย รวมถึงประสิทธิภาพในการบริการ การดำเนินโครงการซึ่งสามารถกำกับโดยการแก้ไข การปรับ การบอกเลิกสัญญาและการเรียกค่าเสียหาย





## บทที่ 6

### การดำเนินงานประกอบการจัดทำมาตรฐาน

#### 6.1 การจัดเตรียมเอกสารและประชุมชี้แจงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ที่ปรึกษาทำหน้าที่จัดเตรียมเอกสาร ข้อมูล และส่งตัวแทนเข้าร่วมชี้แจงในการประชุมที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประชุมร่วมกับคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านระบบราง และคณะกรรมการอื่น ๆ ที่มีหน้าที่ดำเนินการและรับรองมาตรฐานฯ ดังกล่าว

#### 6.2 การจัดทำหลักสูตร ฝึกอบรมให้ความรู้ จัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี

##### 6.2.1 การจัดอบรมขั้นพื้นฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

ที่ปรึกษาได้มีการจัดอบรมขั้นพื้นฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2563 เวลา 8.00 – 17.00 น. ได้มีการจัดการอบรมขั้นพื้นฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ณ ห้องกลมมาศ ชั้น 6 โรงแรมเดอะสุโกศล แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร โดยมีบุคลากรจากหน่วยงานต่าง ๆ เข้าร่วมอบรม ได้แก่ กรรมการขนส่งทางราง การรถไฟแห่งประเทศไทย การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) รวมทั้งสิ้นจำนวน 39 คน

##### 6.2.2 อบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

อบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ได้ดำเนินการจัดเสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 13 -14 พฤศจิกายน 2563 โดยผู้เชี่ยวชาญชาวต่างประเทศ ณ สามย่านมิตรทาวน์ฮอลล์ ชั้น 5 (The Mitr-ting Room) ถนนพระรามที่ 4 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยมีบุคลากรจากหน่วยงานต่าง ๆ เข้าร่วมอบรม ได้แก่ กรรมการขนส่งทางราง การรถไฟแห่งประเทศไทย บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด สำนักการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) บริษัท กรุงเทพมหานคร จำกัด และครั้งนี้ยังได้ให้บุคคลภายนอกที่สนใจสามารถเข้าร่วมการอบรมในครั้งนี้ได้ โดยมีผู้เข้าอบรมจำนวน 70 คน



### 6.3 การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงการ

ที่ปรึกษาได้จัดนิทรรศการระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ จำนวน 2 ครั้ง โดยที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดนิทรรศการระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 16 กันยายน 2563 เวลา 09.00 – 18.00 น. และครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 13 และวันเสาร์ ที่ 14 พฤศจิกายน 2563 เวลา 10.00 – 18.00 น. ณ สามย่านมิตรทาวน์ ชั้น 5 ถนนพระรามที่ 4 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ดำเนินการเสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และได้การตอบรับอย่างดีจากผู้เข้าร่วมงานทั้ง ผู้บริหารและบุคลากร กรมการขนส่งทางราง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบรถไฟ นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไป

### 6.4 การดำเนินการตามกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย

#### 6.4.1 การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 1

การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 1 ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2563 เวลา 13.00 – 16.30 ณ สามย่านมิตรทาวน์ฮอลล์ ชั้น 5 ถนนพระรามที่ 4 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เป็นการประชุมปฐมฤกษ์โครงการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำเหตุผลและความจำเป็น ขอบเขตของงานที่จะดำเนินการ วิธีการดำเนินงาน และกรอบระยะเวลา พร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นเบื้องต้น ระบุและประสานงานติดต่อผู้มีส่วนได้เสียของโครงการ โดยมีหน่วยงานเข้าร่วมการประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 1 กรมการขนส่งทางราง สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร การรถไฟแห่งประเทศไทย การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงาน กสทช. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย บริษัท เออาร์เอ็มเอเชีย จำกัด บริษัท เคทีทีคอลล์เซ็นเตอร์ จำกัด และผู้สนใจ จำนวน 48 คน

#### 6.4.2 การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 2

การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 2 ได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564 เวลา 13.00 – 16.30 ณ โรงแรมเดอะสุโกศล กรุงเทพฯ การประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 2 เป็นการนำเสนอผลลัพธ์การดำเนินงาน และแนวทางการนำมาตรฐานไปใช้ พร้อมทั้งรับฟังความคิดเห็นเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยจะสรุปเนื้อหาและการปรับปรุงทุกประเด็นในการประชุมปฐมฤกษ์ โดยที่หน่วยงานเข้าร่วมการประชุมกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครั้งที่ 2 ประกอบด้วย กรมการขนส่งทางราง สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร การรถไฟแห่งประเทศไทย การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงาน กสทช. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย บริษัท คัมเวล คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และผู้สนใจ จำนวน 40 คน