



กรมการขนส่งทางราง
กระทรวงคมนาคม

ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้า และระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย)

มาตรการกำกับดูแล ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ



มหาวิทยาลัยมหิดล

กรกฎาคม 2564



สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญรูป	iv
สารบัญตาราง	v
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.2 มาตรฐานอ้างอิง	2
1.2.1 มาตรฐานระบบไฟฟ้า	2
1.2.2 มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ	3
บทที่ 2 วงจรชีวิตโครงการ	4
2.1 กระบวนการดำเนินโครงการระบบราง	4
2.2 การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ (Feasibility Study)	7
2.2.1 การศึกษาทบทวนข้อมูลและการสำรวจข้อมูล	8
2.2.2 การกำหนดทางเลือก	8
2.2.3 การประเมินต้นทุน	9
2.2.4 การประเมินผลประโยชน์	10
2.2.5 การประเมินความคุ้มค่าของโครงการ	11
2.3 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา (Conceptual Design and Tender Document)	14



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 งานออกแบบสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์	14
2.3.3 งานออกแบบรายละเอียด	14
2.3.4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างและจัดทำเอกสารประกวดราคา	14
2.4 การบริหารจัดการโครงการ (Project Management)	15
2.4.1 หลักการแผนผังวีโมเดล (V-model) สำหรับโครงการระบบราง	15
2.4.2 การจัดการและแจกแจงด้านข้อกำหนด (Requirement Management)	16
2.4.3 การจัดการด้านการออกแบบ (Design Management)	16
2.4.4 การจัดการด้านการอินเทอร์เฟซ (Interface Management)	17
2.4.5 กระบวนการทวนสอบและสอบทวน (Verification & Validation)	18
2.5 การกำกับดูแลในภาพรวม	22
บทที่ 3 การบริหารกำกับดูแลของกองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง	25
3.1 การมีส่วนร่วมกำกับดูแลในกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ	25
3.2 การมีส่วนร่วมกำกับดูแลในขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งงานระบบ	25
บทที่ 4 การกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้า	30
4.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้า	30
4.2 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา	39
4.2.1 การออกแบบแนวคิด	39
4.2.2 รายการเอกสารและมาตรฐาน	30
4.2.3 เอกสารสัญญา	52
4.3 บทบาทของกรมการขนส่งทางรางในงานระบบไฟฟ้า	52



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การกำกับดูแลด้านอาณัติสัญญาณ	53
5.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้า	53
5.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวกับกิจการรถไฟ	53
5.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวกับการคมนาคมขนส่งอื่น ๆ	53
5.2 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา	63
5.2.1 การออกแบบแนวคิด	63
5.2.2 รายการเอกสารและมาตรฐาน	63
5.2.3 เอกสารสัญญา	73
5.3 บทบาทของกรรมการขนส่งทางรางในงานอาณัติสัญญาณ	73



สารบัญญรูป

	หน้า
รูปที่ 2-1 องค์ประกอบของระบบต่าง ๆ ในระบบรถไฟ	5
รูปที่ 2-2 ภาพรวมกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ	6
รูปที่ 2-3 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการระบบราง	7
รูปที่ 2-4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการระบบราง	11
รูปที่ 2-5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการเงินของโครงการระบบราง	12
รูปที่ 2-6 แผนงาน V Cycle จะแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนหลัก	20
รูปที่ 2-7 กระบวนการพัฒนาเอกสารประเภท Drawing	21
รูปที่ 2-8 โครงสร้างการกำกับดูแลโครงการรถไฟที่มีการรายงานข้อมูลและความก้าวหน้า ต่อเจ้าของโครงการจากผู้รับสัมปทานผ่านบริษัทบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้างและระบบรถไฟ	23
รูปที่ 2-9 โครงสร้างการกำกับดูแลโครงการรถไฟที่มีการรายงานข้อมูลและความก้าวหน้า ต่อเจ้าของโครงการจากผู้รับสัมปทานผ่านบริษัทบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้างและระบบรถไฟ	24
รูปที่ 3-1 ภาพรวมกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการและการมีส่วนร่วมกำกับดูแล ด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง	27
รูปที่ 3-2 แผนงาน V Cycle จะแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนหลักภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐาน ของกรมการขนส่งทางรางช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบ	28
รูปที่ 3-3 กระบวนการพัฒนาเอกสารประเภท Drawing ภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง	29



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 ลักษณะงานภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง ช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบรถไฟ	26
ตารางที่ 4-1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบการจ่ายไฟฟ้า	39
ตารางที่ 4-2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการป้องกันและฉนวน	42
ตารางที่ 4-3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการต่อลงดิน	46
ตารางที่ 4-4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านรูปแบบการต่อหม้อแปลง	48
ตารางที่ 4-5 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้าน SCADA	49
ตารางที่ 4-6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านคุณภาพไฟฟ้า	50
ตารางที่ 5-1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ	63
ตารางที่ 5-2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบบังคับสัมพัทธ์	64
ตารางที่ 5-3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการให้สัญญาณบนทางประธาน	66
ตารางที่ 5-4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านประแจกล	67
ตารางที่ 5-5 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านเครื่องนับเพลลา	68
ตารางที่ 5-6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านวงจรไฟตอน	69
ตารางที่ 5-7 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ	70
ตารางที่ 5-8 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบห้ามล้ออัตโนมัติ	71
ตารางที่ 5-9 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านคลื่นความถี่	72



บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันรัฐบาลให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการเดินทางและขนส่งทั่วประเทศ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์กระทรวงคมนาคม และแผนวิสาหกิจแห่งประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญแก่การพัฒนาโครงข่ายระบบรางด้วยการยกระดับคุณภาพการบริการ เพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทาง และสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัย เพื่อสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเดินทางและขนส่งจากระบบถนนมาสู่ระบบราง การกำหนดมาตรฐานกลางสำหรับรองรับการเติบโตด้านการขนส่งทางรางจึงเป็นก้าวแรกที่สำคัญในการพัฒนาระบบการขนส่งทางรางของประเทศให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและสนับสนุนให้หน่วยงานที่กำกับดูแลและควบคุมการขนส่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยและต่อยอดให้เกิดการพัฒนาการขนส่งทางรางในรูปแบบการทำงานร่วมกันได้ในโครงข่าย

ระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ดำเนินงานระบบรางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รถไฟฟ้าสายประธานในประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่ช่วงแห่งการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการขับเคลื่อนจากพลังงานดีเซลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งการพัฒนาระบบอาณัติสัญญาณให้ทันสมัย ปัจจุบันผู้ผลิตพัฒนาระบบจ่ายไฟและระบบอาณัติสัญญาณที่แตกต่างกัน การนำระบบรถไฟที่แตกต่างกันนี้มาติดตั้งใช้งานบนโครงข่ายเดียวกันจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานระบบจ่ายไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณในการขนส่งทางรางที่มีเอกภาพ สามารถเชื่อมต่อและทำงานด้วยกันได้ (interoperability) อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ กรมขนส่งทางรางจึงได้ดำเนินโครงการพัฒนาจัดทำมาตรฐานระบบรถไฟและระบบอาณัติสัญญาณในการเดินทางขนส่งทางรางขึ้น โดยในระยะที่ 1 จะดำเนินการในโครงข่ายรถไฟฟ้าสายประธานของประเทศไทย เพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้านในอนาคต

มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณของการขนส่งทางรางบนโครงข่ายรถไฟฟ้าสายประธานฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบังคับใช้ และติดตามตรวจสอบการดำเนินการด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำลังจัดทำเพื่อประกาศใช้ในอนาคต



1.2 วัตถุประสงค์

มาตรการกำกับดูแลการดำเนินงานด้านระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณจัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเป็นแนวปฏิบัติสำหรับผู้พัฒนาโครงการในการศึกษาความเหมาะสม ออกแบบ ติดตั้ง และตรวจสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณบนโครงการระบบรางสายประธานของประเทศไทย
- 2) เพื่อเป็นแนวปฏิบัติสำหรับวิศวกรผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบการดำเนินงานของระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณบนโครงการระบบรางสายประธานของประเทศไทย

เพื่อเป็นแนวปฏิบัติสำหรับกรมการขนส่งทางรางในการตรวจสอบรายงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณบนโครงการระบบรางสายประธานของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

มาตรการกำกับดูแลนี้ครอบคลุมถึงการดำเนินงานด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณของโครงข่ายสายประธานของประเทศไทย ใช้ดำเนินการกำกับดูแลกระบวนการดำเนินงานตลอดวงจรชีวิตของโครงการ ตั้งแต่กระบวนการของภาครัฐในการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ กระบวนการดำเนินงานด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ รวมทั้งกระบวนการย่อย ได้แก่ การออกแบบติดตั้งงานระบบ และการเดินรถ และดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ

1.2 มาตรฐานอ้างอิง

มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณนี้ได้จัดทำกระบวนการทั้งหมดโดยอ้างอิงมาตรฐานที่กำลังจัดทำเพื่อประกาศใช้ในอนาคต ได้แก่

1.2.1 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) มาตรฐานระบบเฝ้าระวังและควบคุมระยะไกล (มขร.-E-00X-25XX)



1.2.2 มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณประกอบด้วย

- 1) มาตรฐานการควบคุมรถไฟจากส่วนกลาง (มขร.-SC-00X-25XX)
- 2) มาตรฐานการบังคับสัมพัทธ์ (มขร.-SC-00X-25XX)
- 3) มาตรฐานการให้สัญญาณบนทางประธาน (มขร.-SC-00X-25XX)
- 4) มาตรฐานประแจกล (มขร.-SC-00X-25X)
- 5) มาตรฐานวงจรไฟตอน (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)

หากกระบวนการในการกำกับดูแลใดปรากฏว่าไม่มีมาตรฐานที่อ้างอิงได้โดยตรง ให้ใช้มาตรฐานที่มีอยู่เป็นสากล เช่น มาตรฐาน EN IEC และ CENELEC เป็นต้น



บทที่ 2

วงจรชีวิตโครงการ

2.1 กระบวนการดำเนินโครงการระบบราง

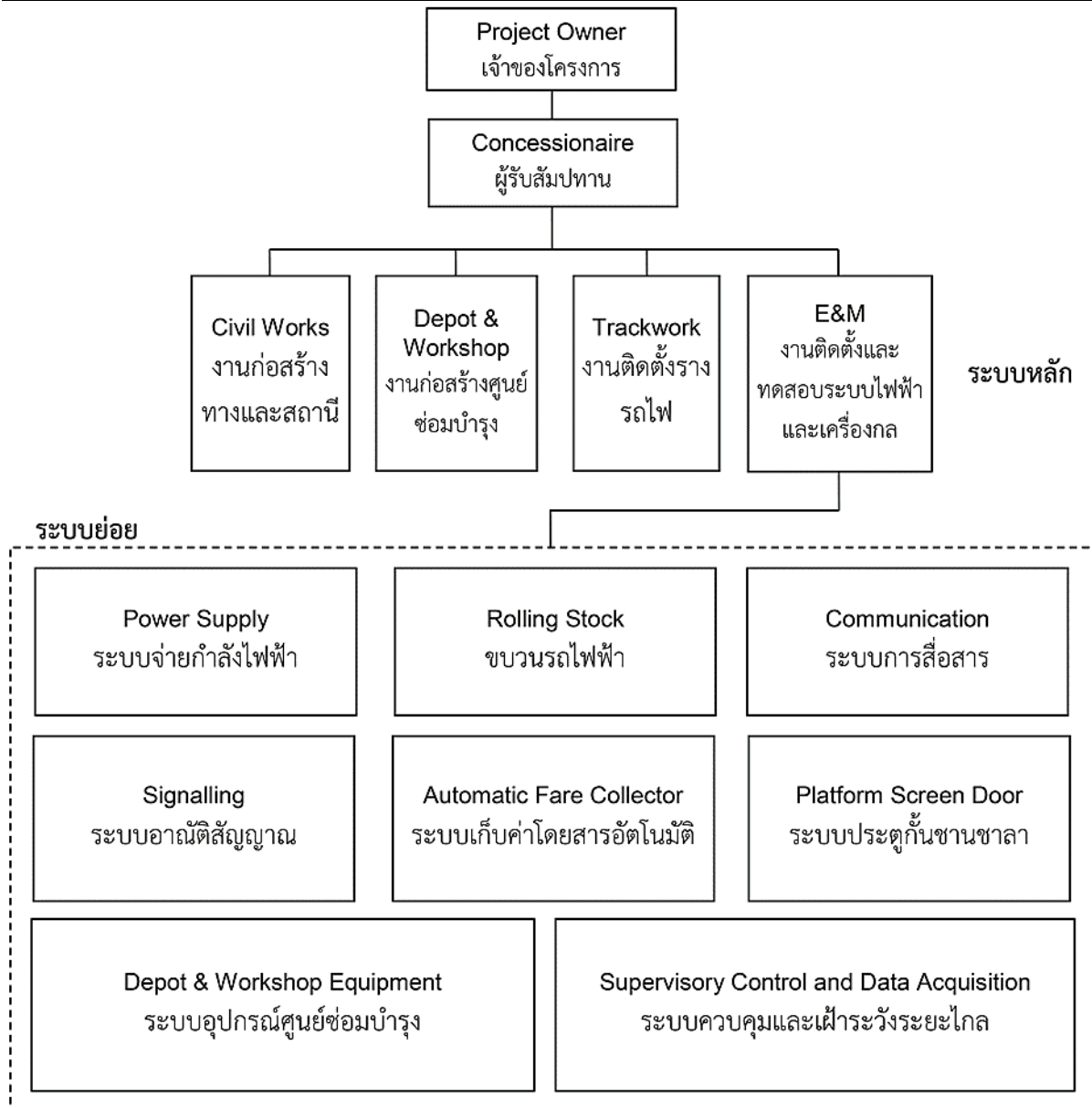
กระบวนการในการดำเนินก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าเพื่อให้บริการประชาชน โดยทั่วไปขั้นตอนในภาพรวมจะเริ่มตั้งแต่กระบวนการของภาครัฐในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทั้งในด้านของวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ผลตอบแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมตามเส้นทาง ก่อนจะทำการเปิดประมูลภายหลังได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ และมติคณะรัฐมนตรี

ภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการประมูล เจ้าของโครงการ (Project Owner) จะต้องดำเนินการจัดหาผู้รับเหมาหรือผู้รับสัมปทาน (Concessionaire) ด้านระบบหลักการก่อสร้างเส้นทาง อาคาร สถานี (Civil Works) ศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot & Workshop) รางรถไฟ (Trackwork) รวมถึงการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องจักรกล (Electrical & Mechanical) นอกจากนี้จะต้องจัดหาทีมวิศวกรที่ปรึกษาเพื่อบริหารจัดการโครงการเพื่อให้โครงการเป็นไปตามสัญญาและตรงตามมาตรฐานวิศวกรรม

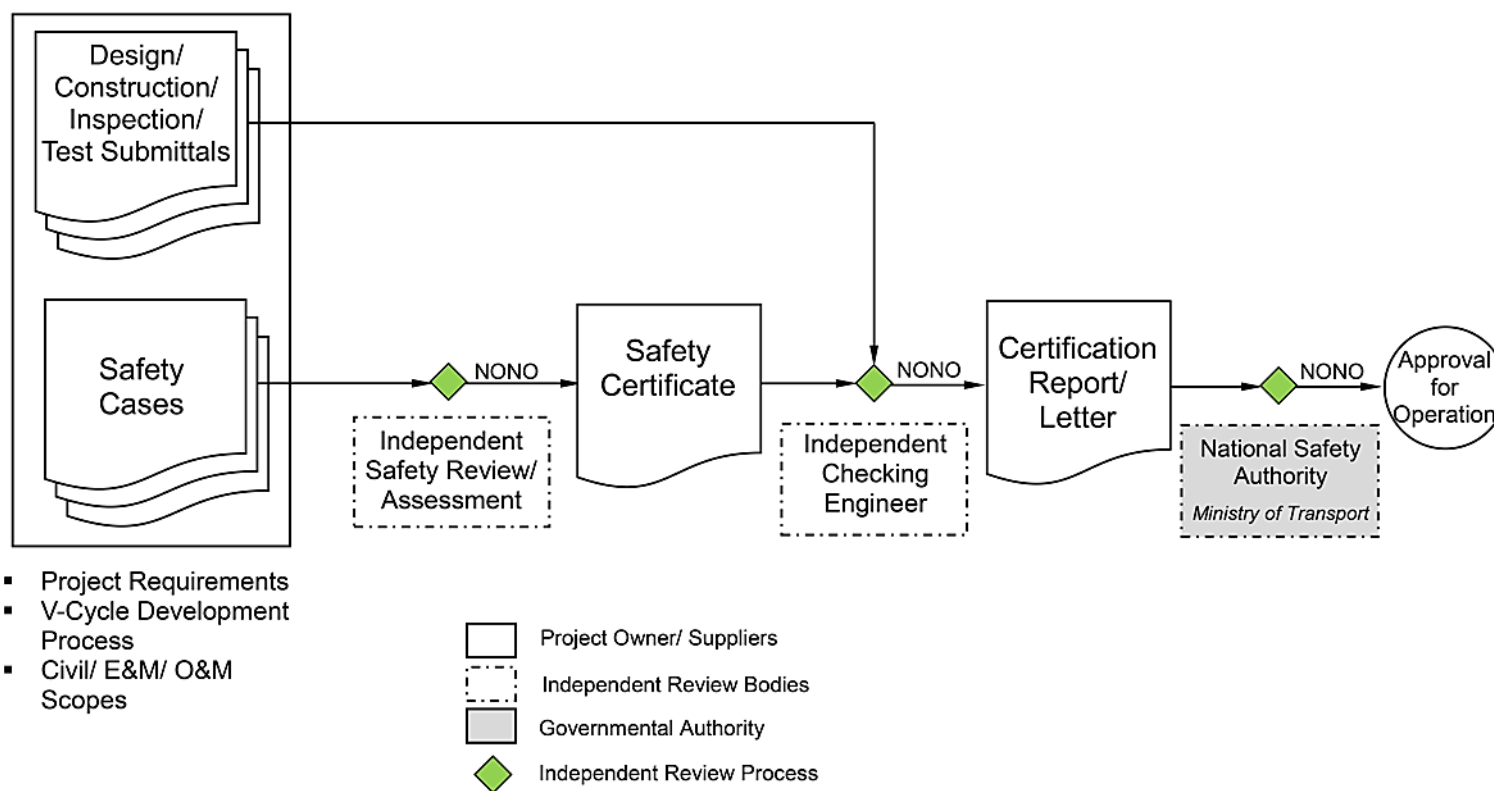
สำหรับระบบย่อยภายใต้งานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าและเครื่องจักรกลสมัยใหม่ โดยทั่วไปจะประกอบด้วยระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply) ขบวนรถไฟฟ้า (Rolling Stock) ระบบการสื่อสาร (Communication) ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling) ระบบเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collector) ระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Door) ระบบอุปกรณ์ศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot & Workshop Equipment) ระบบควบคุมและเฝ้าระวังระยะไกล (Supervisory Control and Data Acquisition) ดังแสดงในรูป 2-1

แผนผังในรูปที่ 2-2 แสดงภาพรวมของกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากได้ผู้รับสัมปทานเพื่อดำเนินการก่อสร้าง การออกแบบติดตั้งงานระบบ และการเดินรถ และดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ โดยขั้นตอนการออกแบบ การติดตั้ง และการทดสอบจะต้องผ่านการประเมินในเชิงวิศวกรรมโดยวิศวกรตรวจสอบอิสระ (Independent Checking/Certificate Engineer, ICE) นอกจากนั้นการดำเนินงานของทุกระบบยังต้องถูกประเมินด้านความปลอดภัยโดยขั้นตอนตรวจสอบด้านความปลอดภัยภายใน (Independent Safety Assessment) ซึ่งหากผ่านการประเมิน (NONO) จะส่งมอบ Safety Certificate ต่อไปยังวิศวกรตรวจสอบอิสระเพื่อดำเนินการยืนยันความถูกต้องตามข้อกำหนดในสัญญาและความสอดคล้องตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการตรวจสอบของวิศวกรตรวจสอบอิสระ จะมีการออกรายงานหรือหนังสือ Certification เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการพิจารณาโดยหน่วยงานระดับชาติที่มีหน้าที่โดยตรงด้านความปลอดภัยในระบบการคมนาคม (National Safety Authority) เพื่อขออนุมัติเปิดให้บริการ



รูปที่ 2-1 องค์ประกอบของระบบต่าง ๆ ในระบบรถไฟ



รูปที่ 2-2 ภาพรวมกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ



2.2 การศึกษาความเหมาะสมของโครงการ (Feasibility Study)

การศึกษาความเหมาะสมของโครงการเป็นขั้นตอนการดำเนินงานหลังจากการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาระบบราง และก่อนที่จะมีการออกแบบรายละเอียดหรือร่างสัญญาการดำเนินงานต่อไป รูปที่ 2-3 แสดงการศึกษาความเหมาะสมในขั้นตอนการดำพัฒนาโครงการระบบรางโดยสมบูรณ์



รูปที่ 2-3 ขั้นตอนการพัฒนาโครงการระบบราง

โครงการที่ต้องดำเนินการในปีที่กำหนดไว้ในแผนแม่บทจะถูกนำมาศึกษาความเหมาะสม เพื่อพิจารณาถึงทางเลือกในการดำเนินการ และคัดเลือกแนวทางการดำเนินการที่ดีที่สุดที่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ระบุรูปแบบการลงทุน และการจัดการรายได้ รวมถึงศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและชุมชน และแนวทางการบรรเทาปัญหาเหล่านี้ การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการดำเนินงานจะต้องมีความสอดคล้องกับแผนแม่บทการพัฒนาระบบรางหรือระบบขนส่ง การศึกษาความเหมาะสมของโครงการระบบรางโดยทั่วไปจะครอบคลุมงานหลัก ดังนี้



2.2.1 การศึกษาทบทวนข้อมูลและการสำรวจข้อมูล

การศึกษาความเหมาะสมเริ่มต้นด้วยการศึกษานโยบาย แผนงาน และโครงการต่าง ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจ ออกแบบและกำหนดแนวทางการดำเนินงาน นโยบายที่จำเป็นต้องพิจารณา ได้แก่ แผนยุทธศาสตร์ระดับชาติ และระดับกระทรวง รวมถึงแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระดับท้องถิ่นในกรณีที่โครงการระบบรางนั้นตั้งอยู่ในพื้นที่เฉพาะ โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขนส่งอื่น ๆ สามารถส่งผลกระทบต่อศักยภาพของโครงการ เช่น โครงการระบบขนส่งสาธารณะภายในเมืองที่เชื่อมต่อกับสถานีรถไฟและโครงการพัฒนาศูนย์โลจิสติกส์ ขณะที่บางโครงการที่เป็นโครงการที่แข่งขันจะส่งผลกระทบต่อโครงการพัฒนาทางหลวงและโครงการพัฒนาท่าอากาศยานในพื้นที่ โครงการพัฒนาสาธารณูปโภคสาธารณูปการรวมทั้งโครงการพัฒนาพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณความต้องการใช้ระบบรางและการออกแบบโครงการเช่นกัน นอกจากนี้ นโยบายและกรอบความร่วมมือกับต่างประเทศ เช่น การขนส่ง การค้า การลงทุน ระเบียบศุลกากรและการเลือกใช้เทคโนโลยี ก็สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณการเดินทางและขนส่งของระบบราง รวมทั้งเทคโนโลยีและรูปแบบการดำเนินงานของโครงการระบบรางได้

การเก็บข้อมูลปฐมภูมิอาศัยการออกสำรวจภายในพื้นที่ซึ่งเริ่มจากการออกแบบการสำรวจและกำหนดจุดสำรวจ ก่อนที่จะนำผลการสำรวจไปแปลงและวิเคราะห์เพื่อกำหนดทางเลือกและระบุรูปแบบการพัฒนาโครงการระบบราง ข้อมูลที่สำรวจได้แก่ข้อมูลทางเศรษฐกิจ ประชากร การผลิต การค้าขาย ปริมาณการเดินทาง และปริมาณการขนส่งสินค้า เพื่อนำมาจัดทำแบบจำลองพยากรณ์ปริมาณความต้องการเดินทางและขนส่งสินค้าในอนาคต ในขณะที่เดียวกัน ข้อมูลด้านกายภาพ ได้แก่ ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภค ก็จำเป็นต้องมีการสำรวจและ/หรือสอบทวน เพื่อยืนยันความถูกต้องและเก็บรายละเอียดที่อาจส่งผลกระทบต่อดำเนินงานโครงการ

ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ จำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับนโยบายการพัฒนา ระบบราง นโยบายการใช้พลังงานของชาติ กรอบความร่วมมือระหว่างประเทศในด้านการขนส่งเพื่อพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยี และออกแบบเบื้องต้น นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันควบคู่กับแนวโน้มการพัฒนาในอนาคต ความสอดคล้องระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและแผนการลงทุนด้านสาธารณูปโภคในระดับชาติและระดับท้องถิ่น รวมถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้มั่นใจว่ามีข้อมูลครบถ้วนสำหรับการพิจารณากำหนดทางเลือกในขั้นต่อไป

2.2.2 การกำหนดทางเลือก

การศึกษาเพื่อพัฒนาโครงการระบบรางสามารถกำหนดทางเลือกในการดำเนินงานได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ทางเลือกที่กำหนดขึ้นจะต้องอยู่ในกรอบของการศึกษาและต่อบัณฑิตประสงค์ที่ตั้งไว้ ทางเลือกในการดำเนินงานมักจะถูกสร้างขึ้นโดยพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

- (ก) **เส้นทางและรูปแบบโครงสร้าง** สถานีต้นทางและสถานีปลายทางของโครงการจะถูกกำหนดชัดเจน แต่เส้นทางระหว่างจุดทั้งสองสามารถกำหนดทางเลือกให้แตกต่างกันเพื่อเพิ่มศักยภาพในการบริการเดินทาง และขนส่งสินค้า ลดค่าก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภค ลดค่าใช้จ่ายในการเดินรถและการจ่ายพลังงาน หลีกเลี่ยงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ฯลฯ



(ข) **ลักษณะการเดินรถและการบริการ** เช่น ความเร็ว ความถี่ จำนวนสถานี ค่าโดยสารและค่าระวาง แผนการเดินรถ ฯลฯ การกำหนดลักษณะการเดินรถและการบริการเป็นปัจจัยสำคัญที่จะดึงดูดปริมาณผู้โดยสารและสินค้า จึงเป็นทางเลือกที่ส่งผลต่อผลประโยชน์ของโครงการทั้งทางเศรษฐกิจและการเงิน

(ค) **เทคโนโลยี** ประกอบด้วยทางเลือกใช้เทคโนโลยีในองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีด้านการก่อสร้าง พลังงานขับเคลื่อน อาณัติสัญญาณและการสื่อสาร ตัวรถ และวัสดุต่าง ๆ เป็นต้น เทคโนโลยีที่พิจารณาเลือกใช้จะต้องมีความสามารถในการดำเนินงานให้สอดคล้องกับการกำหนดลักษณะการเดินรถและการบริการ เช่น ความเร็ว และความเร็วในการบริการ เป็นต้น

ปัจจัยด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดทางเลือกในทั้งสามประเด็น การวางแผนทางและรูปแบบโครงสร้างจะกำหนดรูปแบบโครงการจ่ายไฟฟ้าและการวางตำแหน่งของอุปกรณ์อาณัติสัญญาณต่าง ๆ การกำหนดลักษณะการเดินรถและการบริการจะเป็นสิ่งบ่งชี้ปริมาณและคุณภาพไฟฟ้าที่ต้องการ การออกแบบอาณัติสัญญาณและองค์ประกอบ รวมทั้งการแบ่งตอนเดินรถ ขณะที่ขั้นสุดท้ายเป็นการตรวจสอบเทคโนโลยีด้านไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะสามารถจัดการการเดินรถให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดและมีความปลอดภัย

ทางเลือกต่าง ๆ ในการดำเนินงานจะถูกนำมาประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้น โดยอาจอาศัยเทคนิคการประเมินเชิงคุณภาพ เช่น การประเมินหลายหลักเกณฑ์ (Multi-criteria Analysis: MCA) การวิเคราะห์โดยใช้มาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert's Scale Analysis) และการวิเคราะห์โดยใช้ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาข้อดีด้านปริมาณการใช้งานและรายได้เทียบกับข้อเสียด้านค่าใช้จ่ายและผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม เพื่อคัดกรองให้เหลือแนวทางทางเลือกในการดำเนินงานที่เป็นไปได้มากที่สุด และนำไปวิเคราะห์ในรายละเอียดในขั้นถัดไป

2.2.3 การประเมินต้นทุน

ทางเลือกที่ได้รับคัดเลือกแล้วอาจจะมีเพียงทางเลือกเดียวเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยรายละเอียดเช่น ค่าโดยสารและแผนการเดินรถ หรืออาจจะมีมากกว่าหนึ่งทางเลือกเพื่อวิเคราะห์การพัฒนาโครงการข้างเคียงหรือการพัฒนาในลักษณะอื่นที่มีผลกระทบต่อพื้นที่มาก โครงการที่ได้รับการคัดเลือกจะถูกนำมาออกแบบเบื้องต้นเพื่อประเมินราคาในเบื้องต้น แบบเบื้องต้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงการ เช่น ทางรถไฟบนพื้นดิน ประแจ ทางหลัก ทางยกระดับ สะพาน อุโมงค์ สถานี ฯลฯ เมื่อได้แบบเบื้องต้นและแผนการดำเนินงานแล้วจึงจะสามารถนำมาประเมินต้นทุนได้ โดยแบ่งต้นทุนเป็นสองส่วน ได้แก่ ต้นทุนที่เกิดก่อนการเปิดดำเนินงาน และต้นทุนที่เกิดขึ้นหลังจากการดำเนินงาน

ต้นทุนก่อนการเปิดดำเนินงานส่วนใหญ่เป็นต้นทุนคงที่ หรือต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปกับปริมาณการให้บริการ ต้นทุนหลัก ได้แก่ ต้นทุนการเวนคืนและชดเชยทรัพย์สิน การปรับพื้นที่ การก่อสร้าง งานระบบ และขบวนรถ การประเมินต้นทุนส่วนนี้จะคำนวณจากราคาต่อหน่วยเป็นหลัก เช่น ราคาของทางรถไฟเสมอระดับต่อกิโลเมตร ราคาสถานีต่อตารางเมตร หรือต่อสถานีขนาดต่าง ๆ เป็นต้น ต้นทุนก่อนการเปิดดำเนินการยังรวมถึงค่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อออกแบบและควบคุมงานก่อสร้าง ค่าจ้างพนักงานในช่วงเตรียมงาน และค่าใช้จ่ายในการจัดการสิ่งแวดล้อม



ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นหลังจากการเปิดดำเนินงาน ได้แก่ ต้นทุนด้านการดำเนินงานและบำรุงรักษา ในการดำเนินงานจะมีค่าใช้จ่ายเป็นค่าจ้างบุคลากร ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าเช่า และค่าสาธารณูปโภคต่าง ๆ ประเมินได้หลังจาก กำหนดโครงสร้างองค์กรและประมาณจำนวนบุคลากร และพิจารณาว่าเงินเพื่อและมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น ของทรัพยากรในปีต่าง ๆ ส่วนต้นทุนด้านการบำรุงรักษามักใช้ข้อมูลในอดีตร่วมกับประสบการณ์ความเชี่ยวชาญ ของผู้ออกแบบ โดยต้องพิจารณาถึงขนาดของการใช้งานขององค์ประกอบต่าง ๆ ร่วมด้วย

การประเมินต้นทุนที่ด้านระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณในเบื้องต้นสามารถคำนวณได้โดยตรงจากจำนวนของสถานี องค์ประกอบ อุปกรณ์ และราคาต่อหน่วย แผนการเชื่อมต่อระบบจะมีผลต่อต้นทุนของระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ เนื่องจาก บางส่วนจะต้องประเมินเป็นราคาต่อความยาว รวมทั้งการกำหนดเทคโนโลยีจะมีส่วนที่ทำให้ต้นทุนการลงทุนแตกต่างกัน ขณะที่ต้นทุนการดำเนินงานและบำรุงรักษาเป็นการคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้ซึ่งสัมพันธ์กับภาระการดำเนินงาน ของระบบราง และต้องพิจารณาร่วมกับความน่าเชื่อถือ การตรวจสอบและซ่อมบำรุง และข้อกำหนดอื่น ๆ ขององค์ประกอบด้าน ไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณที่ระบุในมาตรฐาน

2.2.4 การประเมินผลประโยชน์

ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการระบบรางแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ และผลประโยชน์ด้านการเงิน ผลประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจเป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับสังคมโดยรวม ทั้งผู้ใช้ระบบราง และประชาชนทั่วไป เช่น การลดเวลาการเดินทาง การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งหรือต้นทุนโลจิสติกส์ การลดมลภาวะ ต่อสิ่งแวดล้อม หรือการพัฒนาเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชาชน ส่วนผลประโยชน์ด้านการเงินเป็นการพิจารณาจากมุมมอง ของผู้ลงทุนเอกชน เพื่อประเมินความเสี่ยงและโอกาสในการทำกำไร ซึ่งโดยส่วนใหญ่โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่ง เช่น ระบบรางเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่สร้างผลตอบแทนทางการเงินจนถึงจุดคุ้มทุนได้ยากและมักจะต้องมีกลไกในการสนับสนุน จากรัฐในรูปแบบต่าง ๆ

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อม ผลประโยชน์ ทางตรงเป็นผลประโยชน์ที่ตกอยู่กับผู้ใช้ระบบรางเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ เป็นผลประโยชน์ ที่สามารถวัดได้อย่างมีระเบียบแบบแผนที่ชัดเจน ประกอบด้วยผลประโยชน์จากการประหยัดเวลา ผลประโยชน์จากการ ลดค่าใช้จ่ายการจราจร และผลประโยชน์จากการลดอุบัติเหตุ ขณะที่ผลประโยชน์ทางอ้อมได้จากการเพิ่มมูลค่าด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้ เกี่ยวกับการเดินทางและการขนส่งด้วยระบบราง แต่มีสาเหตุมาจากการพัฒนาโครงการระบบรางดังกล่าว เช่น การเพิ่มมูลค่าที่ดิน การจ้างงาน การเติบโตทางเศรษฐกิจและการลงทุน เป็นต้น

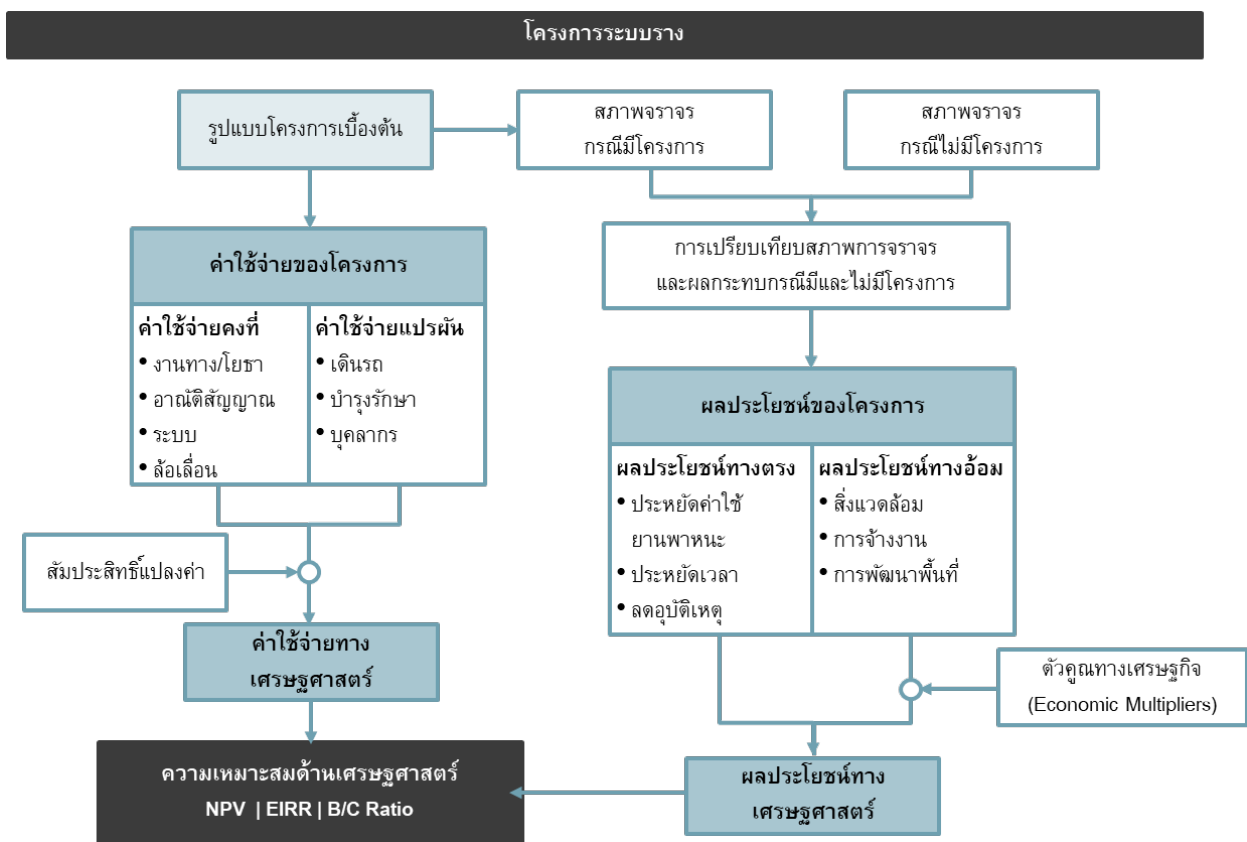
ผลประโยชน์ทางการเงินแบ่งออกเป็นสองส่วนเช่นเดียวกัน ได้แก่ ผลประโยชน์จากธุรกิจบริการขนส่งระบบราง ซึ่งเป็นธุรกิจหลัก (Core business) ได้แก่ ค่าโดยสาร หรือ Farebox Revenue และค่าระวางสินค้า รวมถึงค่าบริการอื่น ๆ เช่น ค่าธรรมเนียมการยกขน ค่าธรรมเนียมการส่งพัสดุ ส่วนผลประโยชน์จากธุรกิจด้านการพาณิชย์กรรมอื่น ๆ ได้แก่ การให้เช่าพื้นที่ การพัฒนาที่ดินและอสังหาริมทรัพย์ การโฆษณา เป็นต้น



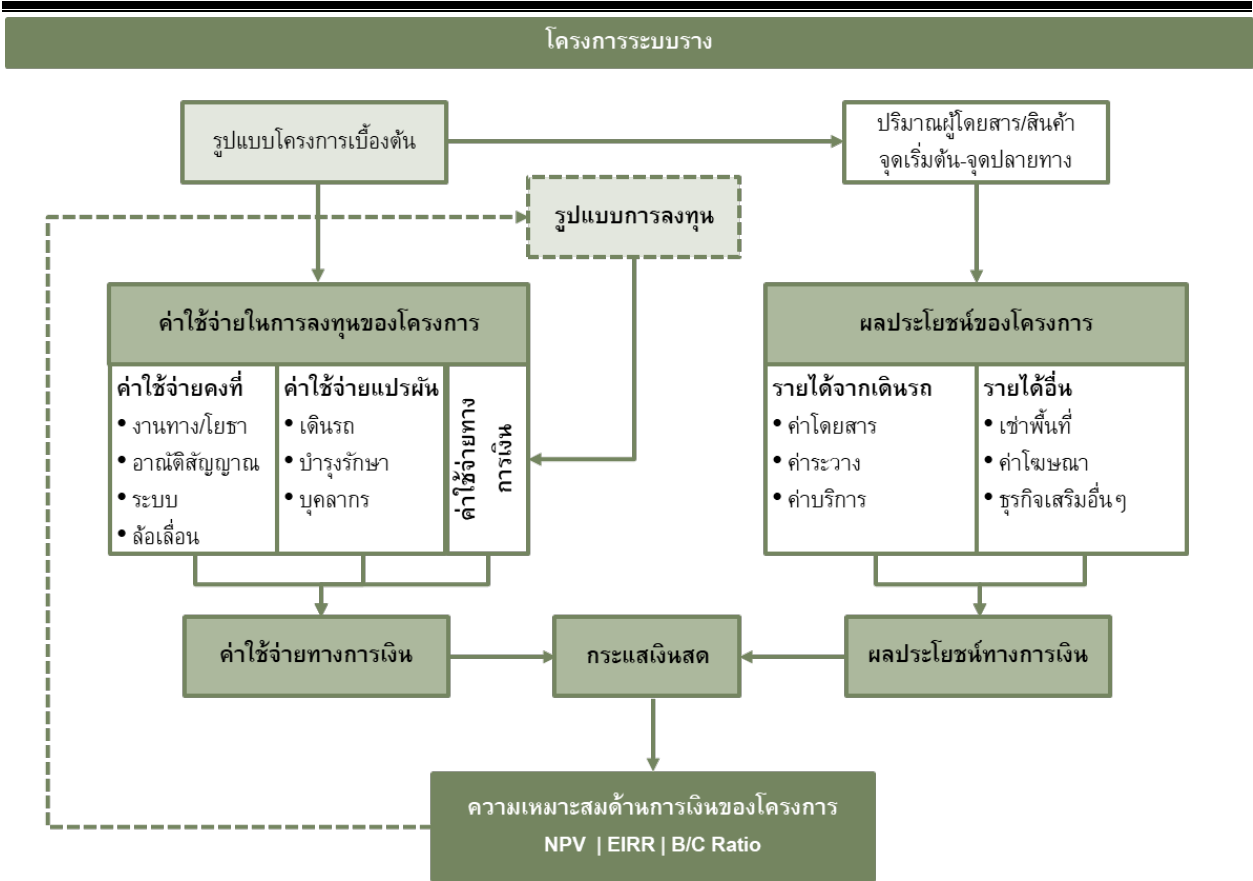
ประเด็นด้านผลประโยชน์ทั้งด้านเศรษฐกิจและการเงิน ไม่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ เนื่องจากระบบทั้งสองไม่ได้รับประโยชน์โดยตรง แต่เป็นการพัฒนาศักยภาพทางอ้อมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถและความปลอดภัยในการบริการ

2.2.5 การประเมินความคุ้มค่าของโครงการ

การประเมินความคุ้มค่าและรูปแบบการลงทุนเป็นการเปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ เพียงแต่มีการนิยามและประเมินค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและการเงินที่แตกต่างกันดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ดัชนีชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการทั้งทางเศรษฐกิจและการเงินจึงอาศัยหลักการเดียวกัน เพียงแต่ใช้เกณฑ์ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต่างกัน รูปที่ 2-4 และ 2-5 แสดงภาพรวมของการวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านเศรษฐกิจและการเงินตามลำดับ



รูปที่ 2-4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการระบบราง



รูปที่ 2-5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการเงินของโครงการระบบราง

ดัชนีสามตัวหลักที่ใช้แสดงความคุ้มค่าของโครงการ ได้แก่

- **มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)** คือ การหามูลค่าปัจจุบันสุทธิเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนโครงการ (Cost) และผลตอบแทนโครงการ (Benefit) กรณีโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวก แสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมหรือมีความเป็นไปได้ในการลงทุน
- **อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio, B/C)** คือ อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนโครงการ (Benefit) เปรียบเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนโครงการ (Cost) ตลอดอายุโครงการ ดังนั้นกรณีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่าหนึ่ง แสดงว่ามีความเหมาะสมหรือมีความเป็นไปได้ในการลงทุน
- **อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return, IRR)** คือ อัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนโครงการ (Benefit) มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนโครงการ (Cost) ตลอดอายุโครงการ หรือเป็นอัตราส่วนลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value, NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์



ตัวชี้วัดสุดท้ายเป็นตัวชี้วัดที่นิยมนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันมากที่สุด เนื่องจากไม่มีสมมติฐานเบื้องต้นใด ๆ ในทางเศรษฐกิจจะใช้อัตราผลตอบแทนที่ต่ำที่สุดที่พอใจ (Minimum Attractive Rate) เป็นค่าขั้นต่ำ ซึ่งเป็นอัตราส่วนลดที่กำหนดขึ้นจากนโยบาย ปัจจุบันโครงการในประเทศไทยมักกำหนด EIRR ที่ 12% ซึ่งเป็นอัตราที่คำนึงถึงอัตราดอกเบี้ยและโอกาสที่สูญเสียไปจากการนำทรัพยากรไปใช้พัฒนาโครงการ ขณะที่ในทางการเงินจะพิจารณาถึงอัตราส่วนลด (discount rate) หรืออัตราดอกเบี้ยที่ต้องจ่ายคืนให้กับแหล่งเงินทุนที่กู้ยืมมา เพื่อกำหนด FIRR ที่เหมาะสม โดยสามารถพิจารณาค่าที่แตกต่างออกไปตามความสามารถในการกู้ยืมหรือระดมทุน

หลังจากการประเมินความคุ้มค่าของโครงการแล้ว การศึกษาความเหมาะสมยังสามารถขยายขอบเขตของงานให้รวมกับการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการกำหนดรูปแบบการลงทุนได้ เพื่อเตรียมความพร้อมในการนำโครงการไปสู่การออกแบบรายละเอียด จัดทำเอกสารสัญญา และก่อสร้างต่อไป



2.3 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา (Conceptual Design and Tender Document)

การออกแบบรายละเอียดและจัดทำเอกสารสัญญา เป็นขั้นตอนต่อจากการศึกษาความเหมาะสม มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตเอกสารที่มีรายละเอียดพร้อมสำหรับการคัดเลือกผู้รับจ้างก่อสร้างและ/หรือเดินรถ การออกแบบรายละเอียดและจัดทำเอกสารสัญญา ประกอบด้วยงานหลัก ได้แก่

2.3.1 การสำรวจรายละเอียด

เป็นการสำรวจทางภูมิศาสตร์ ทำหมุดหลักฐานทางราบและทางตั้ง วางแนวเส้นทาง ทำแนวระดับและรูปตัด เพื่อประเมินมูลค่าการเวนคืนและการปรับพื้นที่ รวมทั้งเป็นการสำรวจข้อมูลเพื่อออกแบบฐานราก สะพาน อุโมงค์ และโครงสร้างอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติด้านปฐพีกลศาสตร์

2.3.2 งานออกแบบสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์

งานออกแบบสถาปัตยกรรมและภูมิทัศน์ของโครงการระบบรางมักเกี่ยวข้องกับสถานี ชุมชน และพื้นที่เฉพาะบางแห่ง เช่น สะพานและอุโมงค์ที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยว โดยต้องคำนึงถึงกฎหมายต่าง ๆ มักจะไม่มีผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณมากนัก

2.3.3 งานออกแบบรายละเอียด

งานออกแบบรายละเอียดเป็นการออกแบบงานระบบรางในด้านต่าง ๆ เช่น แนวเส้นทาง โครงสร้างทาง ทางแยกทางหลัก สถานี สะพาน อุโมงค์ งานระบบระบายน้ำ งานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ ในระดับที่ต้องระบุข้อกำหนดที่มีความละเอียดมากขึ้น ในขั้นนี้จะต้องนำข้อกำหนดที่สอดคล้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ มาพิจารณา และปรับแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่บังคับอยู่

2.3.4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างและจัดทำเอกสารประกวดราคา

การประมาณราคาค่าก่อสร้างต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ข้อกำหนดเกี่ยวกับราคาและแหล่งวัสดุก่อสร้าง รวมทั้งบัญชีค่าแรง ค่าดำเนินการการถอดแบบคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง และมาตรฐานการประมาณราคาของหน่วยงานเจ้าของโครงการ โดยจะต้องแสดงรายละเอียดปริมาณวัสดุ ราคาต่อหน่วย ค่า factor F และที่มาของราคา มาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม แผนงานการก่อสร้าง งานและระยะเวลา

เอกสารประกวดราคาประกอบด้วยเอกสารข้อกำหนดการปฏิบัติงาน แบบข้อเสนอทางการเงิน ร่างสัญญา และข้อกำหนดปลีกย่อยอื่น ๆ ตาม โดยสาระสำคัญส่วนใหญ่จะอยู่ที่เอกสารข้อกำหนดการปฏิบัติงานซึ่งรวบรวมรายละเอียดของข้อกำหนดงานโครงสร้างและงานระบบ

ในบางครั้งสามารถรวมโครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดทั้งสองระยะเข้าไว้ด้วยกันเพื่อลดค่าใช้จ่ายและลดระยะเวลาในการคัดเลือกและจัดจ้างผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามการรวมโครงการทั้งสองระยะนี้อาจทำให้เกิดความไม่เที่ยงตรงในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ เนื่องจากการปฏิบัติงานในส่วนการออกแบบรายละเอียดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อโครงการได้รับการยอมรับว่ามีความคุ้มค่าจริง มิเช่นนั้นจะต้องยุติโครงการ



2.4 การบริหารจัดการโครงการ (Project Management)

2.4.1 หลักการแผนผังวีโมเดล (V-model) สำหรับโครงการระบบราง

เพื่อให้การก่อสร้างและติดตั้งระบบรถไฟฟ้าเป็นไปตามสัญญาการก่อสร้างระหว่างภาครัฐและเจ้าของโครงการโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการสอดคล้องกับมาตรฐานทางวิศวกรรมและความปลอดภัย การดำเนินโครงการจึงจำเป็นต้องอาศัยแผนงานดำเนินการตามมาตรฐานที่เหมาะสม สำหรับงานออกแบบและติดตั้งระบบรถไฟฟ้าโดยปกติจะดำเนินการตามแผนงานวีโมเดลหรือวีไซเคิล (V Cycle) ตามมาตรฐาน EN 50126 ดังแสดงในรูปที่ 2-6

ในแผนงานวีโมเดลจะแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนหลักอันประกอบด้วย

(1) การระบุข้อกำหนดตามสัญญาโครงการ

ในขั้นตอนส่วนนี้จะเป็นการระบุมาตรฐานที่สำคัญจากเอกสารประมูล จากประสบการณ์ และจากกรมการขนส่งทางราง โดยทำการแจกแจงมาตรฐานลงสู่ระบบย่อยเพื่อดำเนินการออกแบบและติดตั้ง

(2) การออกแบบ

การออกแบบจะเริ่มจากการออกแบบเบื้องต้น (Outline Design) และสิ้นสุดที่การออกแบบโดยละเอียด (Outline Design) ที่สอดคล้องภายใต้ข้อกำหนดและมาตรฐานที่ระบุ ในการออกแบบจะประกอบด้วยเอกสารที่ระบุทฤษฎีและขั้นตอนในการออกแบบ การติดตั้ง จนกระทั่งการทดสอบ ควบคู่กับเอกสารประเภท Drawing ซึ่งกระบวนการพัฒนาสามารถอธิบายด้วยแผนผังในรูปที่ 2-7 โดยเริ่มจากการพัฒนาจากแบบ Drawing ตามสัญญาโครงการจนได้ Shop Drawing ที่สอดคล้องกับการออกแบบ และพัฒนาสู่ Installation Drawing เพื่อส่งต่อทีมติดตั้ง โดยจะมีการประเมินเพื่ออนุมัติหรือเปลี่ยนแปลงตามข้อกำหนด และความเป็นไปได้จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการสู่ As-Built Drawing เพื่อส่งมอบต่อไป

(3) การทดสอบในระดับระบบย่อยก่อนติดตั้ง

เป็นการทดสอบทุกระบบย่อยเพื่อยืนยันผลที่ได้ตรงตามมาตรฐานและข้อกำหนดของแต่ละระบบย่อยที่ระบุ โดยมีการทดสอบทั้งที่โรงงานผลิตและการทดสอบที่สถานที่ติดตั้ง

(4) การทดสอบในระบบรวม

เป็นการทดสอบเชิงบูรณาการของหลายระบบย่อยพร้อมกันเพื่อยืนยันผลที่ได้ตรงตามมาตรฐานและข้อกำหนดเชิงประสิทธิภาพที่ระบุ

ขั้นตอนที่ (1) และ (4) จะเกี่ยวข้องกับแผนงานในระดับระบบรวม (System Integration) ในขณะที่ขั้นตอนที่ (3) และ (4) เป็นแผนการดำเนินงานในระดับระบบย่อย (Subsystem)

เพื่อให้การก่อสร้างและติดตั้งเป็นไปในทิศทางของระบบเชิงบูรณาการที่เกิดจากการร่วมกันของหลายระบบย่อย กิจกรรมหรือกระบวนการหลักที่สอดคล้องกับขั้นตอนหลักทั้งหมดจะถูกกำหนดขึ้น ได้แก่ การจัดการและแจกแจงด้านข้อกำหนด (Requirement Management) การจัดการด้านการออกแบบ (Design Management) และ การทดสอบเพื่อส่งมอบ



(Testing & Commissioning) ในส่วนของกระบวนการเสริมที่สนับสนุนกระบวนการหลัก ประกอบด้วย กระบวนการทวนสอบและสอบทวน (Verification & Validation) การจัดการด้านการอินเทอร์เฟซ (Interface Management) และ การทดลองเดินรถ (Trial Running) สำหรับขั้นตอนหลักทั้งหมดข้างต้นสามารถอธิบายผ่านกระบวนการดังนี้

2.4.2 การจัดการและแจกแจงด้านข้อกำหนด (Requirement Management)

กิจกรรมหลักในกระบวนการนี้ประกอบด้วย

- การตีความข้อกำหนดด้านการเดินรถและด้านประสิทธิภาพจากเอกสารสัญญาข้อกำหนดด้านองค์ประกอบและด้านการทำงานของระบบ
- สรุปลความชัดเจนของข้อกำหนดในระดับระบบรวม และระดับระบบย่อย (หลายระบบ)
- แจกแจงข้อกำหนดด้านการทำงานจากภาพรวมสู่ผู้จัดทำระบบย่อย โดยข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งอาจถูกแจกแจงสู่ระบบย่อยเดียวหรือหลายระบบย่อย หรือสามารถแจกแจงต่อเนื่องจากระบบย่อยแรกสู่ระบบย่อยที่สอง

กระบวนการทวนสอบและสอบทวนจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยยืนยันการออกแบบและการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างเหมาะสม

2.4.3 การจัดการด้านการออกแบบ (Design Management)

2.4.3.1 การออกแบบโครงสร้าง (Outline Design)

การออกแบบโครงสร้างจะถูกแบ่งตามระบบย่อยโดยมีขอบเขตการออกแบบดังนี้

- ผู้รับเหมาจัดทำระบบย่อยเริ่มจากพัฒนาข้อกำหนดข้อมูลเชิงการภาพ เช่น สถานที่ ขนาด ประเภท และสภาวะของห้องที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นงาน
- การออกแบบจะถูกแบ่งย่อยตามองค์ประกอบเชิงวิศวกรรม เช่น ระบบจ่ายไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติสัญญาณ เป็นต้น ในรูปแบบของโครงสร้างหรือระบบ แต่ยังไม่ลงลึกในระดับชิ้นงาน
- ผู้รับเหมาจัดทำระบบย่อยจะมีการส่งการออกแบบโครงสร้างสำหรับแต่ละองค์ประกอบเชิงวิศวกรรม โดยมีข้อมูลทางด้านการทำงานและทางด้านเทคนิค รวมถึงแผนผัง ทฤษฎีและมาตรฐานที่ใช้ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็น
- ในขั้นตอนนี้อาจรวมรายงานการศึกษาเพิ่มเติมในการสนับสนุนการออกแบบ เช่น การศึกษาโดยใช้การจำลองคอมพิวเตอร์

2.4.3.2 การออกแบบขั้นสุดท้าย (Definitive Design)

การออกแบบขั้นสุดท้ายจะถูกแบ่งตามระบบย่อยโดยมีขอบเขตการออกแบบดังนี้

- การออกแบบขั้นสุดท้ายนี้ผู้รับเหมาจัดทำระบบย่อยจะต้องแสดงถึงความสอดคล้องกับการออกแบบโครงสร้างโดยจะมีรายละเอียดและการตีความในแต่ละองค์ประกอบที่ชัดเจนขึ้น
- ผู้รับเหมาจัดทำระบบย่อยจะทำการส่งการออกแบบขั้นสุดท้าย ซึ่งจะประกอบด้วย



- รายงานการออกแบบ และเอกสารประเภท Drawing ที่ครอบคลุมตั้งแต่การเสนอทฤษฎี ข้อมูลเชิงเทคนิค แนวทางหรือการแก้ปัญหา คุณลักษณะและการทำงานขององค์ประกอบหลักและย่อย
- เอกสารควบคุมการอินเตอร์เฟซภายในระบบย่อยและระหว่างผู้รับเหมาจัดหาระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อแสดงความชัดเจนขอบเขตการรับผิดชอบ ระบุข้อกำหนดจากการอินเตอร์เฟซ โดยดำเนินการตามกระบวนการการจัดการด้านการอินเตอร์เฟซ
- ข้อกำหนดด้านการทำงาน มาตรฐาน วัสดุ และกระบวนการผลิตและติดตั้ง รวมถึงข้อกำหนดของการทดสอบ เพื่อส่งมอบ

2.4.3.2 การออกรายละเอียด (Detailed Design)

การออกแบบรายละเอียดจะถูกแบ่งตามระบบย่อยโดยมีขอบเขตการออกแบบดังนี้

- การออกแบบรายละเอียดนี้ผู้รับเหมาจัดหาระบบย่อยจะแสดงถึงความสอดคล้องกับการออกแบบขั้นสุดท้ายโดยจะมีรายละเอียดด้านการผลิตจากโรงงานและเอกสาร Drawing ด้านการติดตั้งที่สามารถแสดงรายละเอียดของการดำเนินงานติดตั้ง
- เอกสาร Drawing ด้านการติดตั้งจะถูกเสนอเพื่อผ่านการรับรองแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์หรือชิ้นงาน ผู้รับเหมาจัดหาระบบย่อยดำเนินการปริ้นต์แบบติดตั้งเพื่อนำไปใช้สำหรับผู้รับเหมารายย่อยและเจ้าของโครงการในช่วงการติดตั้งหน้างาน

ทั้งนี้ในระหว่างดำเนินการออกแบบตามขั้นตอนดังกล่าวอาจพบว่ามีบางกรณีจำเป็นต้องเพิ่มเติมมาตรฐานที่นอกเหนือจากข้อกำหนดตามสัญญา ด้วยหลายเหตุผล เช่น ในการพัฒนาระบบย่อยจำเป็นต้องมีการอ้างอิงถึงมาตรฐานพิเศษ หรือ มาตรฐานบางตัวในข้อกำหนดอาจใช้มานานและถูกแทนที่ด้วยมาตรฐานตัวอื่น ดังนั้น ผู้รับเหมาจัดหาระบบย่อยจะมีการเตรียมข้อชี้แจงในประเด็นดังกล่าวในช่วงการออกแบบขั้นสุดท้าย

2.4.4 การจัดการด้านการอินเตอร์เฟซ (Interface Management)

การจัดการด้านการอินเตอร์เฟซเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากซึ่งสามารถแบ่งเป็นการอินเตอร์เฟซสองชนิด คือ การอินเตอร์เฟซระบบ และการอินเตอร์เฟซกับงานโยธา ซึ่งมีความหลากหลายทั้งระหว่างภายในระบบย่อย และระหว่างภายนอกกับงานภายใต้สัญญาอื่น

การจำแนกประเภทของการอินเตอร์เฟซแบ่งเป็น

- 1) การอินเตอร์เฟซด้านการทำงาน จะถูกระบุเป็นข้อกำหนดระหว่างสองหรือหลายระบบย่อยเพื่อร่วมกันทำงานในภาพรวมอย่างถูกต้อง
- 2) การอินเตอร์เฟซด้านการกายภาพ ถูกต่อยอดมาจากการอินเตอร์เฟซด้านการทำงานซึ่งจะเป็นตัวระบุเกณฑ์หรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในแง่ของการเชื่อมต่อทางกายภาพ เช่น สายไฟ คอนเนกเตอร์ โปรโตคอล การส่งรับข้อมูล เป็นต้น



- 3) การอินเทอร์เน็ตด้านสิ่งแวดล้อมภายหลังมีการคาดการณ์ถึงผลกระทบจากระบบย่อยใด ๆ ต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่มีการเปิดให้บริการเดินรถ

สำหรับกิจกรรมหลักของการจัดการด้านการอินเทอร์เน็ตประกอบด้วย

- 1) การบันทึกข้อมูลในเอกสารควบคุมการการอินเทอร์เน็ต โดยข้อมูลหลัก ได้แก่ ขอบเขตความรับผิดชอบและตัวแทนจากระบบย่อย ข้อมูลเชิงเทคนิค ข้อบังคับอันตรายจากการการอินเทอร์เน็ตและการกำจัดหรือควบคุมและสรุปการออกแบบ แผนงานการติดตั้งร่วม และการทดสอบงานด้านอินเทอร์เน็ต
- 2) การประชุมอินเทอร์เน็ต โดยมีการจัดบันทึกประชุมในสาระสำคัญและข้อตกลงร่วมกันจะนำไปใส่พัฒนาเอกสารควบคุมการการอินเทอร์เน็ต
- 3) แผนงานการติดตั้งร่วม มีความสำคัญมากเนื่องจากในแต่ละกิจกรรมการติดตั้งอาจมีผู้ติดตั้งที่มีส่วนเกี่ยวข้องจากหลายฝ่าย แผนงานการติดตั้งจึงมีขึ้นเพื่อสนับสนุนการประสานงานเพื่อให้การเข้าติดตั้งเป็นไปตามลำดับขั้นและเสร็จทันตามกำหนดเวลา

2.4.5 กระบวนการทวนสอบและสอบทวน (Verification & Validation)

การทวนสอบเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าเอาต์พุตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบมีความสอดคล้องกับข้อกำหนด โดยต้องมีข้อมูลป้อนเอกสารเพื่อยืนยัน

การสอบทวนเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าระบบที่ผ่านการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดด้านการทำงานและด้านประสิทธิภาพ โดยทั่วไปการยืนยันจะใช้รายงานผลจากการทดสอบ ตามแผนงานการทดสอบเพื่อส่งมอบ โดยก่อนการดำเนินงานทดสอบจะต้องมีการตรวจสอบขั้นตอนเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับข้อกำหนด ภายหลังความสมบูรณ์ของขั้นตอนนี้ตั้งแต่การระบุข้อกำหนดจนกระทั่งการเชื่อมโยงกับรายงานผลการทดสอบ จะได้รับสถานะ NONO หรือ Notice of No Objection

2.4.6 การทดสอบเพื่อส่งมอบ (Testing & Commissioning)

กิจกรรมด้านการทดสอบนี้จะเริ่มตั้งแต่ในช่วงของการออกแบบรายละเอียด โดยแผนการทดสอบและรายงานผลการทดสอบจะนำไปใช้ในกระบวนการทวนสอบและสอบทวนดังอธิบายข้างต้น กิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบประกอบด้วย

- 1) การทดสอบจากโรงงาน (Factory Testing) ดำเนินการทดสอบชิ้นงานหรืออุปกรณ์ที่โรงงานผลิตเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ว่าเป็นไปตามการออกแบบก่อนทำการส่งมอบมาที่สถานที่ทำการติดตั้ง
- 2) การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Testing) ดำเนินการทดสอบชิ้นงานหรืออุปกรณ์ตัวอย่างจำนวนไม่มากเพื่อตรวจสอบข้อกำหนดด้านการออกแบบ โดยขั้นตอนและระดับการทดสอบจะมีการอ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐาน
- 3) การทดสอบประจำ (Routine Testing) ภายหลังจากการทดสอบเฉพาะแบบ จะดำเนินการทดสอบทุกชิ้นงาน
- 4) การทดสอบการติดตั้ง (Installation testing) ดำเนินการภายหลังเสร็จสิ้นการติดตั้ง เป็นการทดสอบที่ครอบคลุมตั้งแต่การเดินสายไฟจนถึงการใช้ software การทดสอบนี้ต้องผ่านก่อนการทดสอบขั้นถัดไป



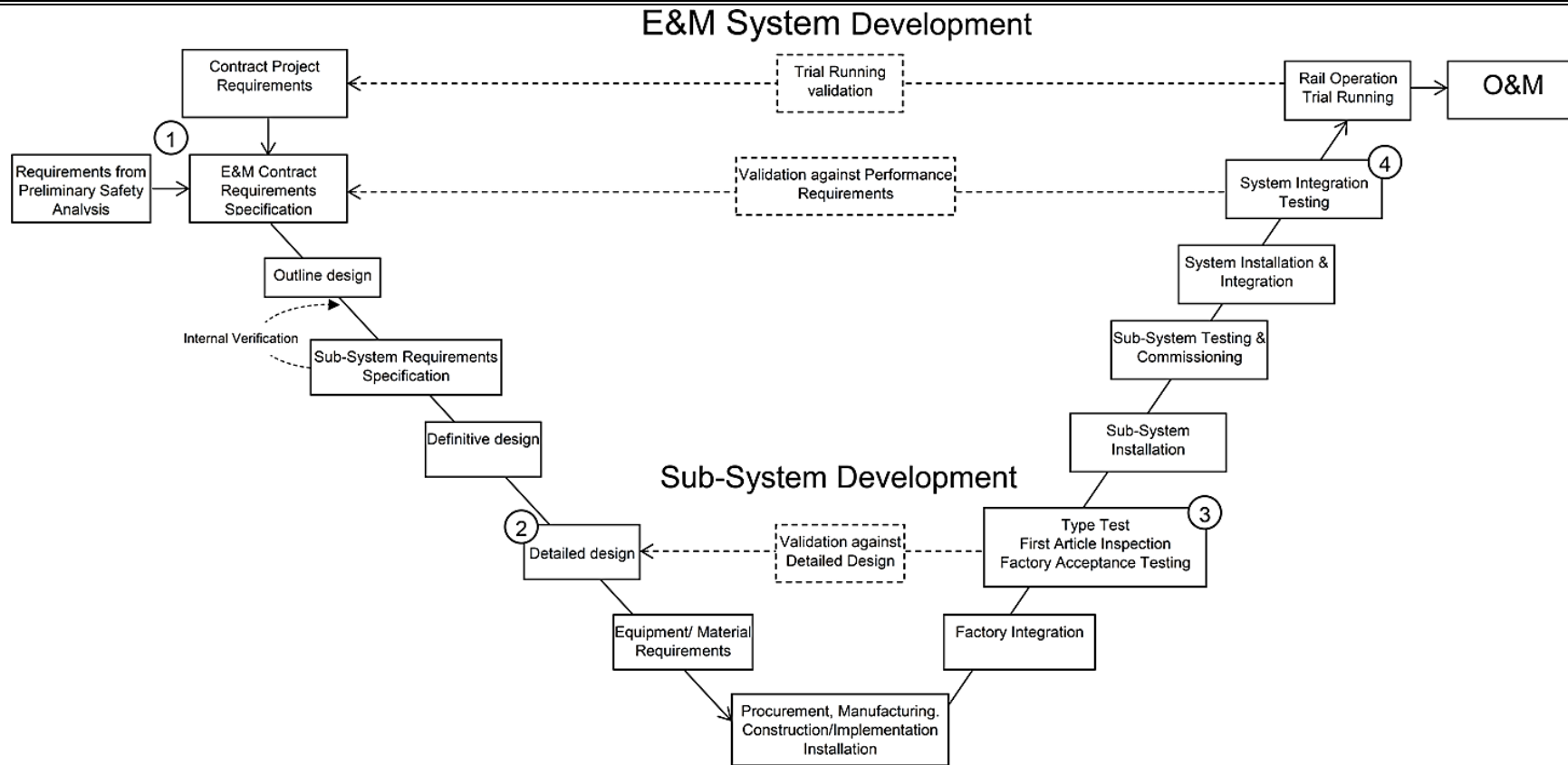
- 5) การทดสอบระบบย่อย (Subsystem Testing) ดำเนินการทดสอบในสถานที่เพื่อยืนยันการทำงานอินเตอร์เฟซของระบบย่อยใด ๆ
- 6) การทดสอบระดับระบบรวม (System Integration Testing) การทดสอบเพื่อยืนยันการทำงานร่วมกันของระบบย่อยต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องในด้านข้อกำหนดการทำงานและประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์

2.4.7 การทดลองเดินรถ (Trial Running)

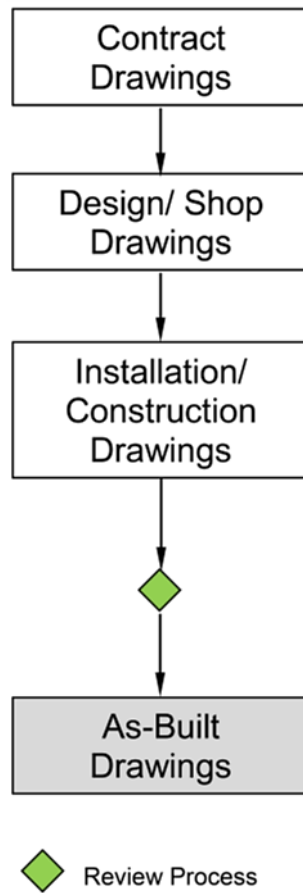
โดยปกติช่วงเวลาในการทดลองเดินรถใช้เวลาประมาณสามเดือน ซึ่งในระหว่างการทดลองจะดำเนินการตามแผนงานเดินรถและแผนงานซ่อมบำรุงปกติ การเดินรถไม่เต็มรูปแบบ (Degraded Mode) การเดินรถเมื่อเผชิญเหตุฉุกเฉิน (Emergency Mode) โดยแผนการทดลองจะเริ่มดำเนินการตั้งแต่ในช่วงระยะเวลาการทดสอบเพื่อส่งมอบ และมีรายละเอียดของกิจกรรมในแต่ละวัน

แผนงานการทดลองเดินรถ นี้จะครอบคลุมถึงแผนการเดินรถและแผนการซ่อมบำรุงในอนาคตเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับเจ้าของโครงการและทีมเดินรถ องค์กรประกอบของแผนงานการทดลองเดินรถจะต้องประกอบด้วย

- คู่มือดำเนินงานเดินรถและเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกฝน
- คู่มือดำเนินงานซ่อมบำรุงและเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกฝน
- ตารางการเดินรถในช่วงเวลาปกติและเร่งด่วน และตารางเดินรถในช่วงการเปลี่ยนช่วงเวลา รวมถึงจำนวนขบวนรถ และ headway ที่ใช้ในตารางเดินรถ



รูปที่ 2-6 แผนงาน V Cycle จะแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนหลัก



รูปที่ 2-7 กระบวนการพัฒนาเอกสารประเภท Drawing

2.5 การบริหารกำกับดูแลในภาพรวม

แผนผังในรูปที่ 2-8 แสดงโครงสร้างการกำกับดูแลโครงการรถไฟฟ้า ซึ่งการกำกับดูแลของเจ้าของโครงการ จะดำเนินการผ่านการดูแลและควบคุมของทีมที่ปรึกษาอันมีขอบเขตงานที่ประกอบด้วย ที่ปรึกษาบริหารโครงการ (PMC) งานควบคุมงานก่อสร้าง (CSC) และงานควบคุมงานระบบรถไฟฟ้า (MESG) เพื่อบริหารและควบคุมงานโครงการก่อสร้างตามข้อกำหนดในสัญญา นอกจากนี้ที่ปรึกษามีขอบเขตงานในส่วนที่เกี่ยวกับการตรวจสอบและรับรองความปลอดภัยของระบบรถไฟฟ้า หรือ ICE รับผิดชอบในการเข้าร่วมทบทวน ตรวจสอบ ประเมินผล และรับรองทุกระบบในโครงการ ว่ามีความครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถใช้การได้อย่างปลอดภัย (Safety) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) มีความพร้อม และมีความเชื่อถือได้ (Liability) ก่อนเปิดให้บริการแก่ประชาชน โดยลักษณะของการรายงานต่อเจ้าของโครงการจะเริ่มจากผู้รับสัมปทานผ่านปรึกษาบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้างและระบบรถไฟฟ้า

ดังอธิบายโดยกระบวนการในรูปที่ 2-8 การเปิดให้บริการเดินรถต้องผ่านกระบวนการออกหนังสือ Commissioning Certificate ซึ่งเมื่อการทดสอบ System Integration Testing (SIT) แล้วเสร็จดังรายละเอียดในรูปที่ 2-9 จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการทำ Proof of Safety (POS) เป็นกระบวนการเพื่อทบทวน ตรวจสอบ ประเมินผล และรับรองทุกระบบในโครงการว่าครบถ้วนสมบูรณ์ สามารถใช้การได้อย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ มีความพร้อมและมีความเชื่อถือได้ โดยสามารถแบ่งประเด็นที่ต้องตรวจสอบได้ ดังนี้

- System Acceptance - ความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์งานโยธาและงานระบบรถไฟฟ้าซึ่งมีการออกแบบติดตั้งและทดสอบแล้วมีฟังก์ชันตรงตามความต้องการและมีความปลอดภัย
- Operation Readiness - ความพร้อมทางการเดินรถ เช่น การจัดเตรียมบุคลากรในการเดินรถ การจัดเตรียมเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Process of Procedure) เป็นต้น
- Maintenance Readiness - ความพร้อมทางการซ่อมบำรุง เช่น การจัดเตรียมอุปกรณ์ซ่อมบำรุง เป็นต้น
- Administrative Readiness - ความพร้อมทางการบริหารจัดการ เช่น การจัดเตรียมบุคลากรกระบวนการจัดการตัวโดยสาร การส่งมอบค่าโดยสารแก่เจ้าของโครงการ การจัดส่งรายงานต่าง ๆ เป็นต้น

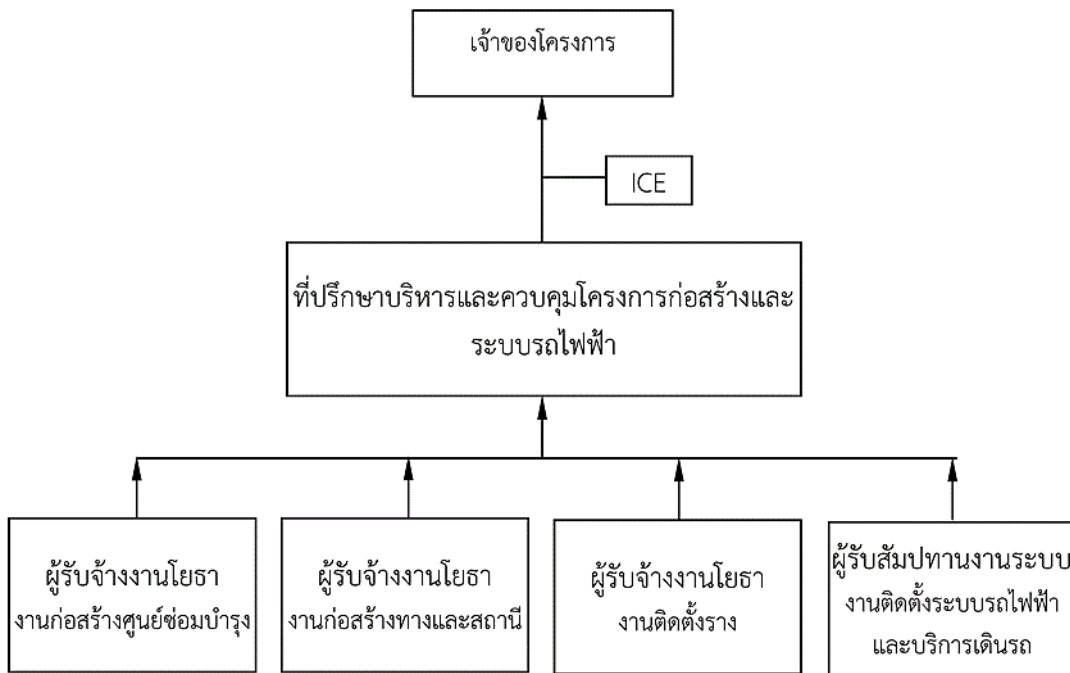
หลังจากผลการทำ Proof of Safety เป็นที่ยอมรับแล้วในด้านความครบถ้วนปลอดภัยตามประเด็นที่ตรวจสอบสามารถทำการทดลองเดินรถเสมือนจริง (Trial Running) ได้ จะเข้าสู่ขั้นตอนการดำเนินงาน Trial Run ซึ่งเป็นการฝึกซ้อมจำลองเหตุการณ์ให้พนักงานมีความคุ้นเคยก่อนการปฏิบัติงานจริงเมื่อเปิดการให้บริการเดินรถไฟฟ้า รวมทั้งการฝึกซ้อมการเดินรถกรณีมีเหตุการณ์ไม่ปกติ การเดินรถไม่เต็มรูปแบบ (Degraded Mode) การเดินรถเมื่อเผชิญเหตุฉุกเฉิน (Emergency Mode) รวมทั้งการประสานงานร่วมกับหน่วยงานภายนอก เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ หน่วยงานดับเพลิง โรงพยาบาล หน่วยบริการฉุกเฉินต่าง ๆ (Emergency Service) เป็นต้น

ทั้งนี้ในช่วงกระบวนการทำ POS และ Trial Run จะมี ICE เข้าร่วม ทบทวน ตรวจสอบ และประเมินผลเพื่อให้การรับรองระบบรถไฟฟ้าว่ามีความเหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการเปิดให้บริการเดินรถไฟฟ้า โดย ICE จะทำงานร่วมกับคณะทำงาน System Acceptance Evaluation Committee (SAEC) ซึ่งแต่งตั้งโดยคณะทำงานกำกับดูแลโครงการรถไฟฟ้าในการดำเนินงาน

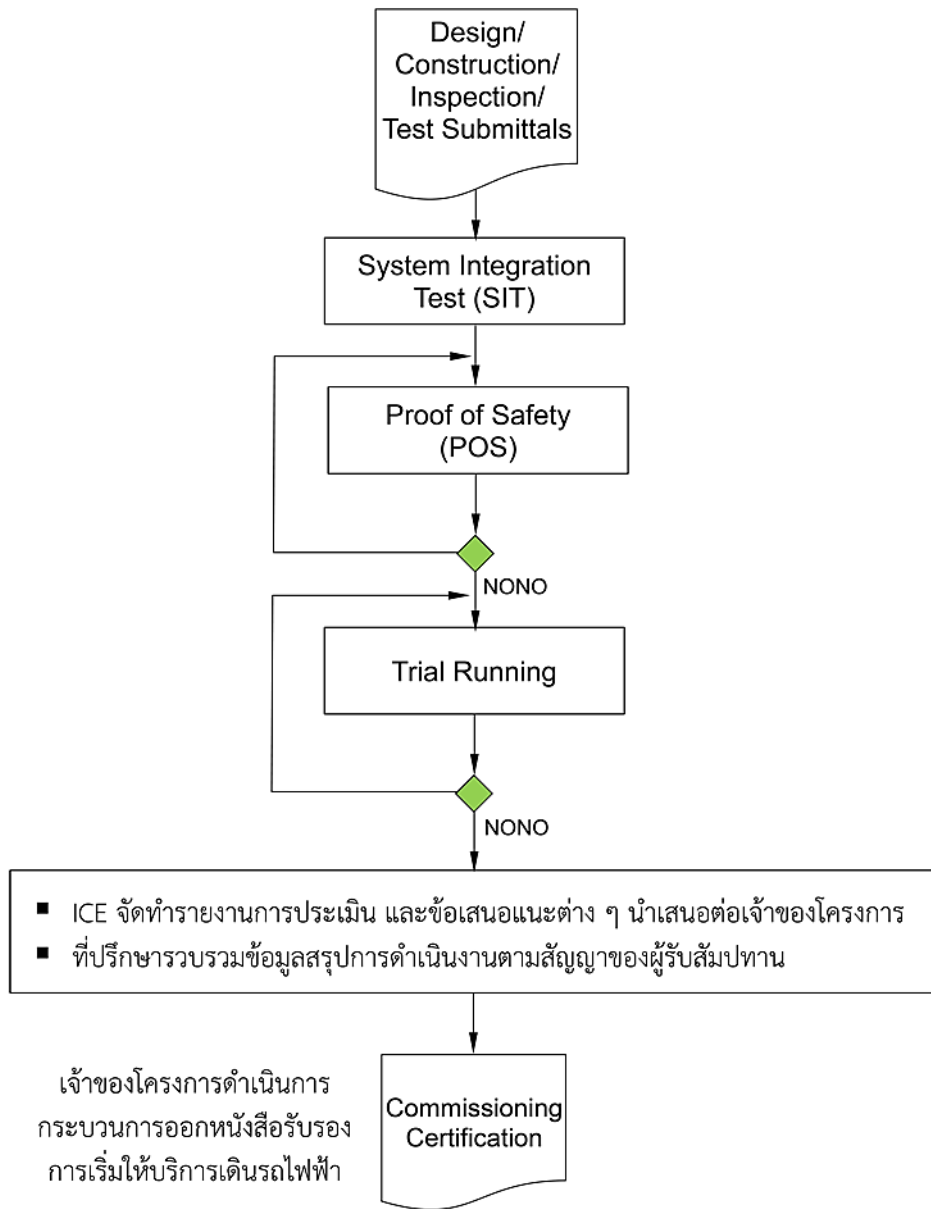
(Steering Committee) ประกอบด้วยเจ้าของโครงการ ที่ปรึกษา และ ผู้รับสัมปทานงานโยธาและงานระบบรถไฟ เพื่อร่วมติดตาม กำกับ ดูแล ควบคุม ตรวจสอบ และทดสอบระบบต่าง ๆ โดยต้องยืนยันให้ได้ว่าระบบรถไฟมีมาตรฐาน ปลอดภัย พร้อมสำหรับการเปิดให้บริการแก่ประชาชน

ภายหลังเสร็จสิ้นการประเมินโดยผลตรวจสอบการทดสอบต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับได้ของคณะทำงานและคณะทำงานเห็นชอบร่วมกันแล้วว่า โครงการมีความปลอดภัย ได้มาตรฐาน เชื่อถือได้ และมีความพร้อมต่อการเปิดให้บริการแล้ว ที่ปรึกษาจะรวบรวมข้อมูลสรุปการดำเนินงานตามสัญญาของผู้รับสัมปทานและข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะต่าง ๆ รวมทั้งรายงานการประเมินและข้อเสนอแนะจาก ICE ถูกนำเสนอต่อเจ้าของโครงการสำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาเปิดให้บริการเดินรถไฟ

ทั้งนี้ดังแสดงในรูปที่ 2-9 ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีความชัดเจนของหน่วยงานระดับชาติที่มีหน้าที่โดยตรงด้านความปลอดภัยภายใต้กระทรวงคมนาคม (National Safety Authority) เพื่อรับมอบหนังสือ Commissioning Certificate และรายงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการประเมินอีกครั้งก่อนอนุมัติการเปิดให้บริการ



รูปที่ 2-8 โครงสร้างการกำกับดูแลโครงการรถไฟที่มีการรายงานข้อมูลและความก้าวหน้าต่อเจ้าของโครงการจาก ผู้รับสัมปทานผ่านที่ปรึกษาบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้างและระบบรถไฟ



รูปที่ 2-9 โครงสร้างการกำกับดูแลโครงการรถไฟฟ้าที่มีการรายงานข้อมูลและความก้าวหน้าต่อเจ้าของโครงการ จากผู้รับสัมปทานผ่านปรึกษาบริหารและควบคุมโครงการก่อสร้างและระบบรถไฟฟ้า

บทที่ 3

การบริหารกำกับดูแลของกองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง

3.1 การมีส่วนร่วมกำกับดูแลในกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการ

บทบาทของกรมการขนส่งทางรางในการกำกับดูแลด้านมาตรฐานงานระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณจะเข้าไปอยู่ในขั้นตอนการออกแบบ การติดตั้ง การตรวจสอบ และการทดสอบเชิงวิศวกรรม โดยรายละเอียดของกรมการขนส่งทางรางในการเข้าไปมีส่วนร่วมกำกับดูแลด้านมาตรฐานนั้นจำเป็นต้องเข้าไปมีบทบาทในทั้งสี่ส่วนดังแสดงในรูปที่ 3-1 เพื่อยืนยันความสอดคล้องของการออกแบบและการติดตั้งตามมาตรฐานตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการส่งมอบเพื่อเปิดให้บริการ และนอกจากการกำกับดูแลมาตรฐานระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณแล้ว ลักษณะของบทบาทในการกำกับดูแลระบบอื่น ๆ จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

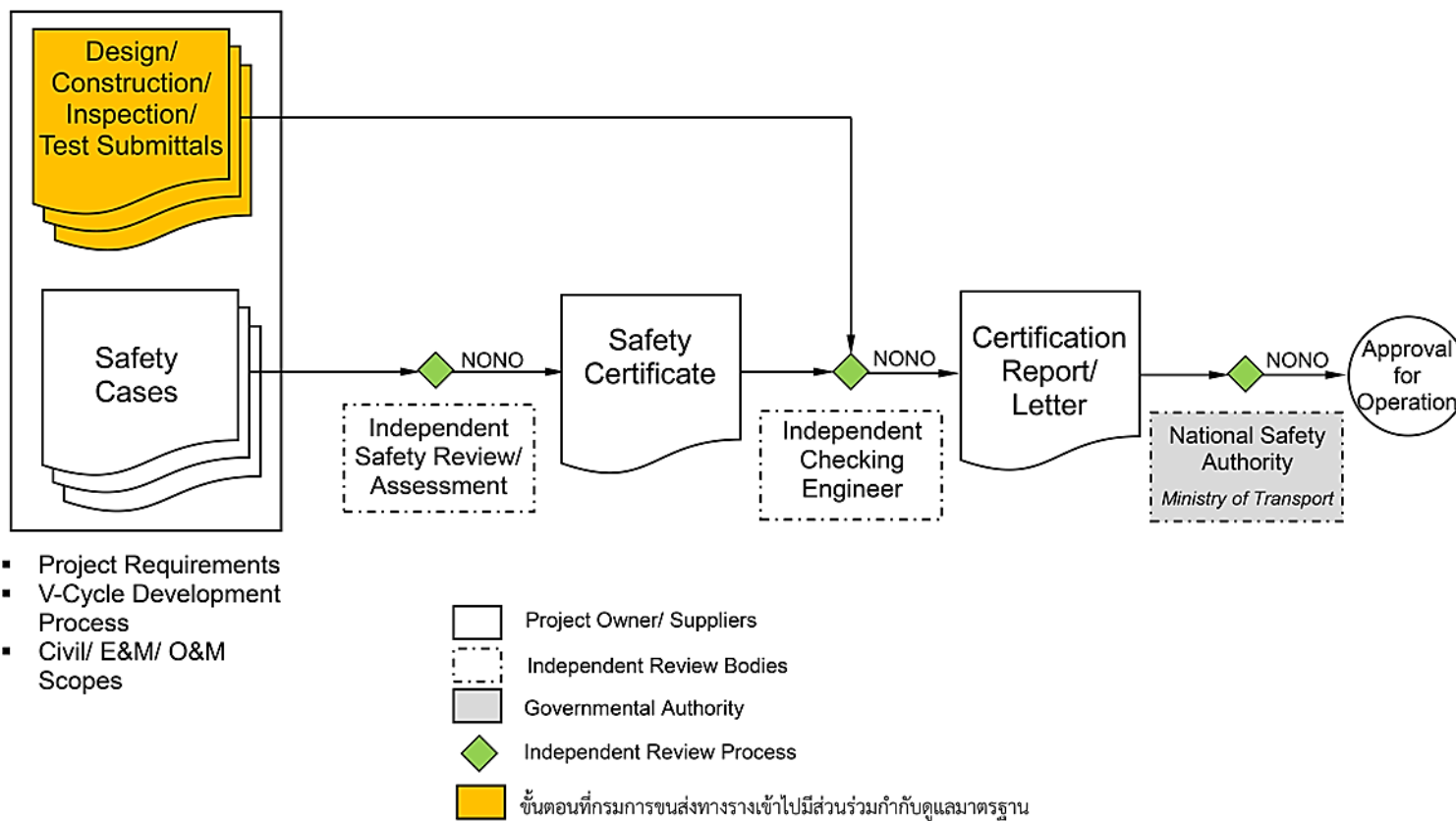
3.2 การมีส่วนร่วมกำกับดูแลในขั้นตอนการออกแบบและติดตั้งงานระบบ

รูปที่ 3-2 แสดงแผนงานวิโมเดลซึ่งมีการระบุขั้นตอนหลักภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง ช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบรถไฟฟ้า **โดยทั้งสี่ส่วนนี้ กรมการขนส่งทางรางจะเข้าไปมีส่วนในการประเมินภาพรวมที่มีผลการออกแบบและรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษาบริหารจัดการโครงการเพื่อให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะด้าน**

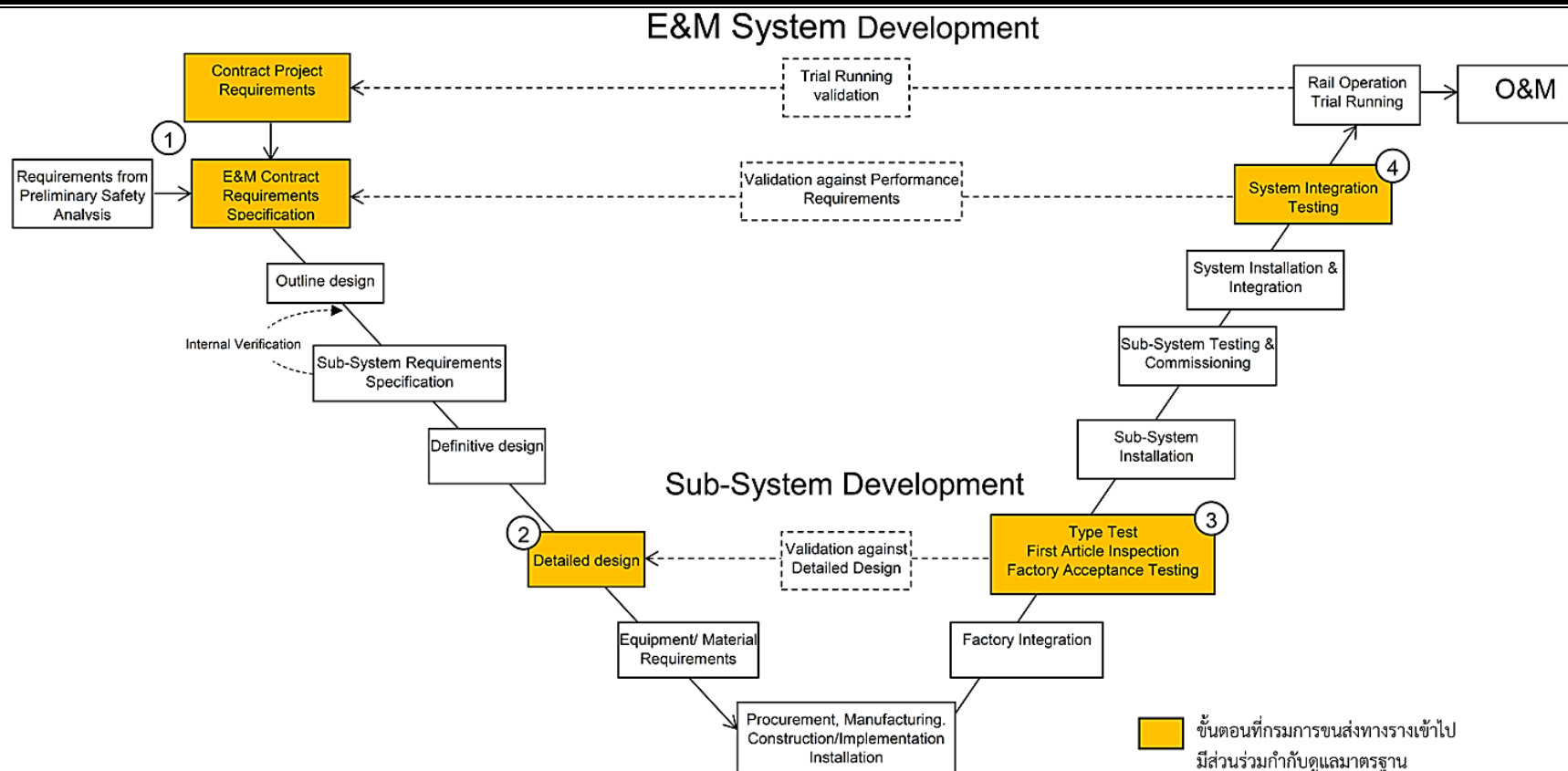
บทบาทการกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางรางจะขึ้นกับลักษณะงานช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบรถไฟฟ้า ดังรายละเอียดข้อเสนอแนะในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ลักษณะงานภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางรางช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบ
รถไฟฟ้า

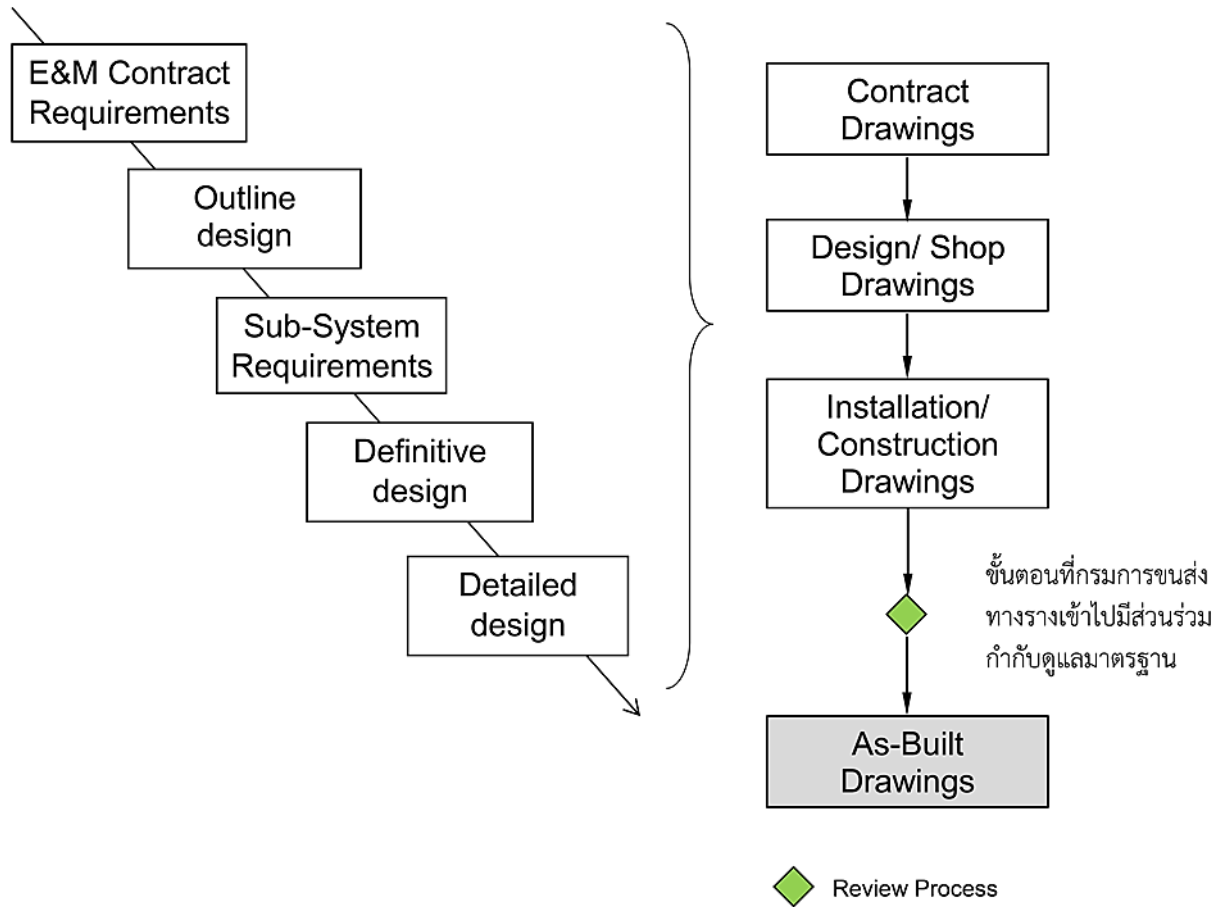
ขั้นตอน	บทบาทกำกับดูแลด้านมาตรฐาน
การระบุข้อกำหนดตามสัญญาโครงการ	ตรวจสอบความเหมาะสมในการระบุมาตรฐานที่กำหนดหรือออกโดย กรมการขนส่งทางรางร่วมกับเจ้าของโครงการและทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ
การออกแบบ	ประเมินภาพรวมที่มีจากเอกสารการออกแบบและแบบ Drawing จากทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ
การทดสอบในระดับย่อยก่อนติดตั้ง	ประเมินภาพรวมรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ
การทดสอบในระดับระบบรวม	ประเมินภาพรวมรายงานการทดสอบจากทีมวิศวกรที่ปรึกษาโครงการ ร่วมกับ ICE



รูปที่ 3-1 ภาพรวมกระบวนการดำเนินการขออนุมัติเปิดให้บริการและการมีส่วนร่วมกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางราง



รูปที่ 3-2 แผนงาน V Cycle จะแบ่งเป็นสี่ขั้นตอนหลักภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรมการขนส่งทางรางช่วงการออกแบบและติดตั้งงานระบบ



รูปที่ 3-3 กระบวนการพัฒนาเอกสารประเภท Drawing ภายใต้การกำกับดูแลด้านมาตรฐานของกรรมการขนส่งทางราง

บทที่ 4

การกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้า

4.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้า

ในปัจจุบัน กฎหมายไทยมีกฎหมาย กฎระเบียบ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานระบบไฟฟ้า เช่น

- (1) พระราชบัญญัติการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ. 2503
- (2) พระราชบัญญัติการประกอบกิจการพลังงาน พ.ศ. 2550
- (3) พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554
- (4) กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2554
- (5) กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558
- (6) ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการฝึกอบรมความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้าสำหรับลูกจ้างซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า วันที่ 24 ธันวาคม 2558 และ ฉบับที่ 2
- (7) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
- (8) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับบริษัทจ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้าสำหรับประเภทสถานีอัดประจุไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน
- (9) มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป มยผ. 4501-51 กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ.2551
- (10) ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบรางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มิถุนายน 2561

จากการค้นคว้าศึกษาข้อมูลทางกฎหมาย ที่ปรึกษาพบว่ากฎหมายไทยยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับการกำกับดูแลด้านระบบไฟฟ้าในการประกอบกิจการขนส่งทางรางโดยตรง มีเพียงข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบรางของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่เป็นการกำหนดให้ “ผู้ขอเชื่อมต่อ” จะต้องดำเนินการตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเท่านั้น นอกจากนี้ ในมาตรา 7 ของร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... ไม่ได้มีการกำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมมีอำนาจออกกฎกระทรวงในเรื่องของระบบไฟฟ้าโดยตรง แต่เพื่อให้การกำกับดูแลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้าในกิจการขนส่งทางรางซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานการดำเนินกิจการขนส่งทางราง ที่ปรึกษาจึงเห็นว่าควรจะต้องให้มีการออกกฎกระทรวงเพื่อกำกับดูแลมาตรฐานระบบไฟฟ้าในการประกอบกิจการขนส่งทางราง เพื่อให้การกำกับดูแลรวมถึงการกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าในกิจการขนส่งทางรางเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน และเป็นการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อย ภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง ที่ปรึกษาจึงจัดทำ (ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางราง พ.ศ. ... โดยเทียบเคียงเรื่องของมาตรฐานระบบไฟฟ้าอยู่ในมาตรา 7 (4) มาตรฐานการประกอบกิจการขนส่งทางราง โดยเสนอให้กรมการขนส่งทางรางกำหนดให้มีการออกกฎกระทรวงเรื่องมาตรฐานระบบไฟฟ้าเพิ่มเติมในร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... อย่างไรก็ตาม แม้จะไม่มี

การกำหนดเพิ่มเติมให้มีการออกมาตรฐานระบบไฟฟ้าไว้ในร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ.... แต่โดยอาศัยอำนาจตาม มาตรา 7(4) ที่ปรึกษาก็เห็นว่าเพียงพอที่จะให้กรมการขนส่งทางราง โดยรัฐมนตรีว่าการคมนาคมจัดให้มีกฎกระทรวงในเรื่อง มาตรฐานระบบไฟฟ้าดังกล่าวได้

(ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางราง พ.ศ. ... มีสาระสำคัญกำหนดให้การดำเนินการ จัดทำระบบส่งไฟฟ้า ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า ระบบเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่ง ทางราง ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการขนส่งทางราง หน่วยงานเจ้าของโครงการ หน่วยงานของรัฐที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการ ขนส่งทางราง จะต้องจัดให้มีระบบไฟฟ้าที่มีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย รวมถึงจัดให้มีการซ่อมแซม บำรุงรักษา ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบไฟฟ้าตามที่กรมการขนส่งทางรางกำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับนี้ ดังนี้

- (1) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานระบบการจ่ายไฟฟ้า
- (2) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานการป้องกันและฉนวน
- (3) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานการการต่อลงดิน
- (4) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานรูปแบบการต่อหม้อแปลง
- (5) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล
- (6) มขร.-E-00X-25XX มาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า
- (7) มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางจะได้มีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคต

เหตุที่ที่ปรึกษาเสนอให้ในร่างกฎกระทรวงมีการกำหนดให้กรมการขนส่งทางรางกำหนดมาตรฐานเพิ่มเติมได้ในอนาคต เนื่องจากจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการออกกฎหมาย เนื่องจากมาตรฐานระบบไฟฟ้าอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมไปจาก เดิม นอกจากนี้ เพื่อไม่ให้เกิดการเลือกปฏิบัติ ที่ปรึกษายังได้กำหนดให้ร่างกฎกระทรวงฯ นี้ เปิดช่องให้มีการปรับใช้มาตรฐานที่เป็น สากลได้ แต่ทั้งนี้จะต้องเป็นมาตรฐานสากล หรือมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทั้งนี้มาตรฐานสากล นั้นจะต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด

(ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับการขนส่งทางราง พ.ศ. ... ฉบับที่ปรึกษา มีรายละเอียดดังนี้

(ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับ

โครงข่ายรถไฟสายประธาน พ.ศ.

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔ และมาตรา ๑๓ แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๖ ประกอบกับมาตรา ๗๗ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย มีการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนมาแล้ว รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนด [.....] วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

หมวดที่ ๑ คำจำกัดความ

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

“รถไฟ” หมายความว่า รถไฟสายประธาน (Mainline Railway) ทั้งที่เป็น รถไฟ รถไฟฟ้า ที่วิ่งบนเส้นทางหลัก ในการเดินทางและขนส่งสินค้าระหว่างเมืองของประเทศ 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 ข้อแนะนำ หน่วยวัด การทดสอบ การสอบเทียบ การทดลอง การวิเคราะห์ การวิจัย การตรวจ การรับรอง การตรวจประเมิน ที่เกี่ยวกับ ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิคที่ด้านระบบไฟฟ้าในระบบขนส่งทางรางสำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธานที่กรมการขนส่งทางรางจัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการกำหนดแนวทาง การปฏิบัติ การดำเนินการ เพื่อให้ได้คุณภาพและปริมาณแบบเดียวกัน โดยมีคำอธิบายกำกับการใช้มาตรฐานระบบไฟฟ้า ข้อกำหนด หรือเทคนิค และอาจมีภาษาต่างประเทศกำกับไว้ในกรณีที่เป็นคำศัพท์เฉพาะทาง ทั้งนี้ ตามมาตรฐานที่กำหนดภายใต้กฎกระทรวงนี้

“มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ” หมายความว่า มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่เป็นกฎเกณฑ์ของต่างประเทศ หรือมาตรฐานที่ได้จากการพิจารณาหาข้อตกลงและเห็นพ้องร่วมกันของประเทศสมาชิก โดยมีหน่วยงานสากลที่รับผิดชอบในการร่างมาตรฐานนั้น และมีกระบวนการในการขอความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานที่จะออกมาจากสมาชิกในแต่ละประเทศ โดยจัดทำมาตรฐานสากลขึ้นเป็นเอกสารที่มีสาระสำคัญเป็นการวางกฎระเบียบ แนวทางปฏิบัติ เป็นที่ยอมรับกัน และนำไปปฏิบัติหรือเป็นแนวทางการปฏิบัติตามโดยทั่วไปในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งประเทศที่เป็นสมาชิกของหน่วยงานที่จัดทำ

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

“ระบบป้องกัน” (protection system) หมายความว่า การจัดเรียงของบริภัณฑ์ป้องกันต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่นที่มีเป้าหมายในการทำหน้าที่การป้องกันเฉพาะเจาะจงหนึ่งหน้าที่หรือมากกว่า

“บริภัณฑ์ป้องกัน” (protection equipment) หมายถึง บริภัณฑ์ที่ผสมผสานรีเลย์ป้องกันหนึ่งตัวหรือมากกว่า และหน่วยตรรกะ (ถ้าจำเป็น) เพื่อดำเนินการทำหน้าที่การป้องกันเฉพาะเจาะจงหนึ่งหน้าที่หรือมากกว่า

“บริภัณฑ์ไฟฟ้า” หมายความว่า อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ วัสดุ เครื่องประกอบหรือเครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังหรือเป็นส่วนประกอบ หรือที่ใช้เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า

“ตู้สวิตช์ประธาน” (Train Distribution Board) หมายความว่า ตู้ที่เป็นแหล่งรวมอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าอันเป็นแผงจ่ายไฟขนาดใหญ่

“ฉนวนไฟฟ้า” หมายความว่า วัสดุที่มีคุณสมบัติในการกันหรือขัดขวางการไหลของกระแสไฟฟ้าหรือวัสดุที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ง่าย เช่น ยาง โฟเบอร์ 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 สำหรับการจัดสัมพันธเชิงฉนวนเป็นของตนเอง

“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 รางเพื่อการขนส่ง กิจการขนส่งทางราง กิจการรางเพื่อการขนส่ง กิจการเดินรถขนส่งทางราง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เพื่อให้การขนส่งทางรางมีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย

ข้อ ๓ ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่หากปล่อยให้เนิ่นช้าต่อไปอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชน หรือแก่การพัฒนาการขนส่งทางราง หรือเศรษฐกิจของประเทศ กรมการขนส่งทางรางอาจกำหนดให้มาตรฐานระบบไฟฟ้าบางมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับไม่ว่าทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ดังกล่าวก็ได้

ข้อ ๔ อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนรถไฟ ระบบไฟฟ้าเสริม คานยื่น เสารองรับระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือบีร์ชจะ ต้องอยู่ในเกณฑ์ทางวิศวกรรมและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานระบบการจ่ายไฟฟ้า

ข้อ ๕ มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งสำหรับการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงหรือที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

หมวดที่ ๓ มาตรฐานว่าด้วยระบบไฟฟ้า

ข้อ ๖ ในการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง 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) มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางจะต้องมีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคต

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

ข้อ ๘ ระบบการป้องกันและบริษัทป้องกันจะต้องได้รับการออกแบบ ติดตั้ง ให้สามารถตรวจจับความผิดปกติและตัดความผิดปกติ มีความเสถียรและไม่เกิดการตัดที่ไม่จำเป็นภายใต้ภาวะโหลดต่าง ๆ ทั้งนี้เว้นแต่อยู่ในระดับความเสี่ยงและข้อจำกัดที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๙ การจัดสัมพันธเชิงฉนวนจะต้องได้รับการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อให้บรรลุข้อกำหนดขั้นต่ำตามมาตรฐานการป้องกันและฉนวน

ข้อ ๑๐ การต่อลงดินและการต่อฝากต้องออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อความปลอดภัยกับทางไฟฟ้าที่สถานี ผู้โดยสาร สถานีไฟฟ้าย่อย อาคาร ศูนย์ซ่อมบำรุง ส่วนทางยกระดับ โดยจะต้องออกแบบระบบการต่อลงดินบนพื้นฐานของความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ดินเนื่องจากการไหลของกระแสผิดปกติปริมาณมากจากการลัดวงจร เพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วจากการชำรุดหรือการเสื่อมสภาพของบริษัทไฟฟ้า รวมทั้งเพื่อป้องกันอันตรายแรงดันสัมผัสและแรงดันช่วงก้าวในสภาวะปกติและขณะเกิดความผิดปกติ รวมถึงอันตรายจากไฟไหม้

ข้อ ๑๑ การออกแบบหม้อแปลงจะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน รูปแบบการต่อหม้อแปลง เพื่อรองรับการทำงานกับโหลดขับเคลื่อน การรับความเครียดจากการลัดวงจร และคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๑๒ การออกแบบและจัดหาวงจรจ่ายไฟประธาน (bulk supply point) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น

หมวดที่ ๔ ข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า (Electrical System)

ข้อ ๑๓ ในการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะจะต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรและไฟไหม้ โดยคำนึงถึงสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง วิธีการติดตั้ง โดยแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานรวมถึงความตึงของสายไฟฟ้าต้องทนต่อแรงดันลมสูงสุดที่สามารถคาดการณ์ได้ และต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมทำให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่อเนื่องและมีพิภพการจ่ายกำลังไฟฟ้าเพียงพอต่อความต้องการสำหรับการลากจูงรถไฟ ช่วยให้การใช้พลังงานเพื่อขับเคลื่อนระบบขนส่งให้มีประสิทธิภาพและช่วยลดปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้า โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อความเร็วของรถไฟและไม่กีดขวางการสัญจรของรถไฟ

ข้อ ๑๔ หากมีการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะบริเวณใต้สะพานลอย อาคารที่อยู่บนชานชาลา สะพานหรือสิ่งปลูกสร้างอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ต้องมีมาตรการป้องกันในการติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ เพื่อป้องกันอันตราย

ข้อ ๑๕ การติดตั้งบริษัทไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าประจำท้องถิ่นกำหนดหรือมาตรฐานเทียบเท่า และต้องติดตั้งด้วยความระมัดระวังเพื่อให้ปราศจากโอกาสที่จะเกิดความเสียหายใด ๆ ที่อาจเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟไหม้

ข้อ ๑๖ การติดตั้งระบบไฟฟ้ากระแสสลับต้องจัดให้มีมาตรการด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานการต่อลงดินและการต่อฝาก เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า

ข้อ ๑๗ วงจรกระแสไหลกลับของระบบจ่ายไฟจะต้องเชื่อมต่อกับระบบการต่อลงดินของอุปกรณ์อื่น ในลักษณะที่กำหนดค่าวงจรไฟฟ้าที่เพียงพอสำหรับกระแสไฟฟ้าไหลกลับและเพื่อลดกระแสไฟฟ้ารั่วจากรางลงสู่พื้นให้น้อยที่สุด

รางสำหรับกระแสไหลกลับที่จะติดตั้งบริเวณทางข้าม ระดับดินหรือทางเดิน จะต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมเพื่อให้ความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้ากับพื้นดินไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนเดินเท้า

ข้อ ๑๘ สายส่งและสายจำหน่ายไฟฟ้าต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อทั้งแรงดันลมสูงสุดที่สามารถคาดการณ์ได้และแรงตึงของสายไฟ โดยต้องติดตั้งอย่างเหมาะสมและปลอดภัยจากการเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและไฟไหม้ รวมทั้งติดตั้งสายส่งและสายจำหน่ายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความสูงเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและอุปสรรคอื่น ๆ ต่อการเดินรถ

ข้อ ๑๙ ผู้สวิตช์ประธาน (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 ไม่ทำให้เกิดรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่จุดต่อร่วมผิดเพี้ยนเกิน ขีดจำกัดความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนดในมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๒๖ ผู้ขอเชื่อมต่อต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด และควบคุมระดับแรงดันไม่ได้คูลให้อยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานคุณภาพไฟฟ้า

ข้อ ๒๗ การดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้ารวมถึงการซ่อมบำรุงรักษาจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย รวมทั้งต้องตรวจสอบและทดสอบตามมาตรฐานและวิธีที่ผู้ผลิตกำหนด

ข้อ ๒๘ ในการติดตั้งระบบจ่ายไฟเหนือศีรษะจะต้องดำเนินการติดตั้งสายสัมผัสในระดับความสูงจากสันรางที่เหมาะสมตามมาตรฐานและไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานในระบบอื่น ๆ รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนและอุปกรณ์อื่น ๆ และจะต้องป้องกันความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้ลัดวงจรและอันตรายจากฟ้าผ่า

บทเฉพาะกาล

ข้อ ๒๙ การดำเนินการใด ๆ ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการและมีกำหนดแล้วเสร็จภายหลังจากที่กรมการขนส่งทางรางกำหนดให้ใช้มาตรฐานนั้น ๆ ให้ผู้มีหน้าที่ ดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด ภายใน [.....ปี] นับแต่วันที่ประกาศใช้มาตรฐานนั้น

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

ให้ไว้ ณ วันที่ พ.ศ.

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม

เอกสารท้ายกฎกระทรวง

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

4.2 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา

4.2.1 การออกแบบแนวคิด

ระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับโครงการรถไฟมีหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การดำเนินงานต่าง ๆ ของโครงการรถไฟ เพื่อให้บริการเดินรถอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้ให้บริการ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบขับเคลื่อนรถไฟ และระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบเสริม ได้แก่ ระบบไฟฟ้าของสถานีรถไฟ อุปกรณ์ที่ติดตั้งข้างทางรถไฟ ศูนย์ซ่อมบำรุง ศูนย์ควบคุมกลาง โดยจะต้องมีความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้งาน ความสามารถในการบำรุงรักษา และความปลอดภัยของระบบ

4.2.2 รายการเอกสารและมาตรฐาน

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับด้านระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน แบ่งตามองค์ประกอบหลัก 6 ด้าน ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟฟ้า การป้องกันและฉนวน การต่อลงดิน รูปแบบการต่อหม้อแปลง ระบบเฝ้าระวังและการควบคุมระยะไกล และคุณภาพไฟฟ้า แสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับด้านระบบการจ่ายไฟฟ้า

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60850:2014	Railway applications - Supply voltages of traction systems
	IEC 62313:2009	Railway applications - Power supply and rolling stock - Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock
	IEC 62486:2017	Railway applications - Current collection systems - Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead contact line (to achieve free access)
Regional Standards		
EN	EN 50163:2004	Railway applications - Supply voltages of traction systems
	EN 50388:2012	Railway Applications. Power supply and rolling stock. Technical criteria for the coordination

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
		between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
	EN 50367:2012	Railway applications - Current collection systems - Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)
National Standards		
DIN	DIN EN 50163 VDE 0115-102:2005-07	Railway applications - Supply voltages of traction systems
	DIN EN 50388 VDE 0115-606:2012-12	Railway Applications – Power supply and rolling stock Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
	DIN EN 50367 VDE 0115-605:2017-01	Railway applications Current collection systems – Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)
BS	BS EN 50163:2004	Railway applications. Supply voltages of traction systems
	BS EN 50388:2012	Railway Applications. Power supply and rolling stock. Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
	BS EN 50367:2012	Railway applications. Current collection systems. Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)
JIS	JIS E 2201:2002	Electric traction overhead lines -- Fittings
	-	IEC and ISO Standards

ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย)
 มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
GB	GB/T 1402-2010	Railway applications—Supply voltages of traction systems (English Version)
	GB/T 28027-2011	Railway applications—Technical criteria for the coordination between power supply and rolling stock to achieve interoperability
AS/NZS	AS 7530	Electrical Systems
Malaysia	-	EN Standard
TH	-	ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบราง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (มิถุนายน 2561)

ตารางที่ 4-2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการป้องกันและฉนวน

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 62497-1:2010	Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	IEC 62497-2:2010	Railway applications - Insulation coordination - Part 2: Overvoltages and related protection
	IEC 62498-2:2010	Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 2: Fixed electrical installations
	IEC 62505-1:2016	Railway applications - Fixed installations - Particular requirements for AC switchgear - Part 1: Circuit-breakers with nominal voltage above 1 kV
	IEC 62505-2:2016	Railway applications - Fixed installations - Particular requirements for AC switchgear - Part 2: Disconnectors, earthing switches and switches with nominal voltage above 1 kV
	IEC 62505-3-1:2020	Railway applications - Fixed installations - Particular requirements for AC switchgear - Part 3-1: Measurement, control and protection devices for specific use in AC tractions systems - Devices
	IEC 62505-3-2:2020	Railway applications - Fixed installations - Particular requirements for AC switchgear - Part 3-2: Measurement, control and protection devices for specific use in AC traction systems - Current transformers
IEC 62505-3-3:2020	Railway applications - Fixed installations - Particular requirements for AC switchgear - Part 3-3: Measurement, control and protection devices	

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
		for specific use in AC traction systems - Voltage transformers
Regional Standards		
EN	EN 50124-1:2017	Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	EN 50124-2:2017	Railway applications - Insulation coordination - Part 2: Overvoltages and related protection
	EN 50633:2016	Railway Applications - Fixed Installations - Protection Principles for AC and DC Electric Traction Systems
National Standards		
DIN	DIN EN 50124-1 VDE 0115-107-1:2017-12	Railway applications – Insulation coordination Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment;
	DIN EN 50124-2 VDE 0115-107-2:2017-12	Railway applications – Insulation coordination Part 2: Overvoltages and related protection;
	DIN EN 50633 VDE 0115-633:2017-03	Railway applications Fixed installations – Protection principles for AC and DC electric traction systems;
BS	BS EN 50124-1:2017	Railway applications. Insulation coordination. Basic requirements. Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	BS EN 50124-2:2017	Railway applications. Insulation coordination. Overvoltages and related protection

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
	BS EN 50633:2016	Railway applications. Fixed installations. Protection principles for AC and DC electric traction systems
JIS	-	IEC and ISO Standards
GB	GB/T 32350.1-2015	Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	GB/T 32350.2-2015	Railway applications — Insulation coordination — Part 2: Overvoltages and related protection
	GB/T 32580.301-2016	Railway applications-Fixed installations-Particular requirements for a.c. switchgear -Part 3-1: Measurement, control and protection devices for specific use in a.c. traction systems-Application guide
	GB/T 32580.302-2016	Railway applications—Fixed installations—Particular requirements for a.c.switchgear—Part 3-2: Measurement,control and protection devices for specific use in a.c. traction systems—Single-phase current transformers
	GB/T 32580.303-2016	Railway applications—Fixed installations—Particular requirements for a.c.switchgear— Part 3-3: Measurement, control and protection devices for specific use in a.c. traction systems -- Single-phase inductive voltage transformers
	GB/T 32586-2016	Railway applications-Fixed installations-Specific requirements for composite insulators used for overhead contact line systems for electric traction
	GB/T 28026.1-2018	Railway applications—Fixed installations—Electrical safety, earthing and the return circuit—Part 1: Protective provisions against electric shock

ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย)
 มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
	GB/T 28026.3-2018	Railway applications—Fixed installations— Electrical safety, earthing and the return circuit— Part 3: Mutual interaction of a.c. and d.c. traction systems
AS/NZS	AS 7530	Electrical Systems
	AS 7708	Signalling Earthing and Surge Protection
Malaysia	-	EN Standard
TH	EIT Standard 2001-56	มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ตารางที่ 4-3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการต่อลงดิน

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 61936-1:2010	Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules
	IEC 62128-1:2013	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock
	IEC 62128-3:2013	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 3: Mutual interaction of a.c. and d.c. traction systems
Regional Standards		
EN	EN 50522:2010	Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
	EN 50122-1:2011	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock
	EN 50122-3:2010	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 3: Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems
National Standards		
DIN	DIN EN 50522 VDE 0101-2:2011-11	Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
	DIN EN 50122-1 VDE 0115-3:2017-10	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit Part 1: Protective provisions against electric shock
	DIN EN 50122-3 VDE 0115-5:2011-09	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit Part 3: Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
BS	BS EN 50522:2010	Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.
	BS EN 50122-1:2011	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and the return circuit. Protective provisions against electric shock
	BS EN 50122-3:2010	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and the return circuit. Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems
JIS	JIS E3601	Rail Bonds
GB	GB/T 28026.1-2018	Railway applications—Fixed installations—Electrical safety, earthing and the return circuit—Part 1: Protective provisions against electric shock
	GB/T 28026.3-2018	Railway applications—Fixed installations—Electrical safety, earthing and the return circuit—Part 3: Mutual interaction of a.c. and d.c. traction systems
AS/NZS	AS7708	Signalling Earthing and Surge Protection
Malaysia	-	EN Standard
IEEE	IEEE Std 80	Guide for Safety in AC Substation Grounding
TH	EIT Standard 2001-56	มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ตารางที่ 4-4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านรูปแบบการต่อหม้อแปลง

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 62695:2014	Railway applications - Fixed installations - Traction transformers
	IEC 60076 series	Power transformers
Regional Standards		
EN	EN 50329:2003	Railway applications - Fixed installations - Traction transformers
	EN 60076 series	Power transformers
National Standards		
DIN	DIN EN 50329 VDE 0115- 329:2011-02	Railway applications - Fixed installations Traction transformers;
	DIN EN 60076 VDE 0532-76 series	Power transformers
BS	BS EN 50329:2003+A1:2010	Railway applications. Fixed installations. Traction transformers
	BS EN 60076 series	Power transformers
JIS	-	IEC and ISO Standards
GB	GB 1094 series	Power transformers
AS/NZS	-	BS, IEC and ISO Standards
Malaysia	-	EN Standard
TH	-	-

ตารางที่ 4-5 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้าน SCADA

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60571:2012	Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
	IEC 60870 series	Telecontrol equipment and systems
Regional Standards		
EN	EN 50155:2017	Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment
	EN 60870 series	Telecontrol equipment and systems
National Standards		
DIN	DIN EN 50155 VDE 0115-200:2018-05	Railway applications Rolling stock – Electronic equipment;
BS	BS EN 50155:2017	Railway applications. Rolling stock. Electronic equipment
	BS EN 60870 series	Telecontrol equipment and systems
JIS	-	IEC, ISO
GB	GB/T 21413.1-2018	Railway applications—Electric equipment for rolling stock—Part 1: General service conditions and general rules
	GB/T 18657 series	Telecontrol equipment and systems
AS/NZS	-	BS, IEC and ISO Standards
Malaysia	-	-
TH	-	-

ตารางที่ 4-6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านคุณภาพไฟฟ้า

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 62236-2:2018	Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
	IEC 62236-5:2018	Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
Regional Standards		
EN	EN 50121-2:2017	Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
	EN 50121-5:2017	Railway applications - Electromagnetic compatibility Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus
National Standards		
DIN	DIN EN 50121-2 VDE 0115-121-2:2017-11	Railway applications – Electromagnetic compatibility Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
	DIN EN 50121-5 VDE 0115-121-5:2017-11	Railway applications – Electromagnetic compatibility Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus;
BS	BS EN 50121-2:2017	Railway applications. Electromagnetic compatibility. Emission of the whole railway system to the outside world
JIS	-	IEC and ISO Standards
GB	GB/T 24338.2-2011	Railway applications—Electromagnetic compatibility—Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world

ศึกษาการจัดทำมาตรฐานระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ ระยะที่ 1 (โครงข่ายรถไฟสายประธานของประเทศไทย)

มาตรการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและระบบอาณัติสัญญาณ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
	GB/T 24338.6-2018	Railway applications—Electromagnetic compatibility—Part 5: Emission and immunity of fixed power supply apparatus and systems
AS/NZS	AS 7722	EMC Management
Malaysia	-	-
IEEE	IEEE Std 519	Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems
	IEEE Std 1159	Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
TH	PRC-PQG-01/2011	ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์มอนิกเกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม
	-	ข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของการขนส่งระบบราง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (มิถุนายน 2561)

4.2.3 เอกสารสัญญา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำสัญญาจ้างงานระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยหัวข้ออย่างน้อย ดังนี้

- 1) ข้อตกลงว่าจ้าง
- 2) เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา / เอกสารแนบท้ายสัญญา เช่น ข้อกำหนดและขอบเขตงาน แผนการดำเนินงานและบุคลากรของผู้รับจ้าง เป็นต้น
- 3) ค่าจ้างและการจ่ายเงิน
- 4) ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 5) การระงับการทำงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา
- 6) พันธะหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
- 7) ค่าปรับ
- 8) เงินประกันผลงานและหลักประกันการปฏิบัติตามสัญญา
- 9) การจ้างช่วง
- 10) การโอนสิทธิตามสัญญา
- 11) การงดหรือลดค่าปรับ หรือขยายเวลาปฏิบัติงานตามสัญญา

4.3 บทบาทของกรรมการขนส่งทางรางในงานระบบไฟฟ้า

กรรมการขนส่งทางรางในฐานะส่วนราชการในกลุ่มภารกิจด้านการขนส่งของกระทรวงคมนาคม มีหน้าที่กำกับดูแลมาตรฐานและระเบียบความปลอดภัยให้ผู้ประกอบกิจการขนส่งทางรางดำเนินกิจการให้เป็นไปตามมาตรฐาน โดยกรรมการขนส่งทางรางสามารถนิยามมาตรฐานระบบไฟฟ้าของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธานที่ได้จัดทำขึ้นนั้นไปกำกับดูแลผู้ประกอบกิจการขนส่งทางรางได้ตั้งแต่การออกแบบ การติดตั้ง ความปลอดภัย การทดสอบและตรวจสอบก่อนการใช้งาน การปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา รวมถึงการทำงานร่วมกันได้

บทที่ 5

การกำกับดูแลด้านอาณัติสัญญาณ

5.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลด้านระบบอาณัติสัญญาณ

ในปัจจุบัน กฎหมายไทยมีกฎหมาย กฎระเบียบ ที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ ดังนี้

5.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกิจการรถไฟ

มีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง กฎระเบียบ เช่น

- (1) พระราชบัญญัติการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2543
- (2) พระราชบัญญัติจัดวางการรถไฟและทางหลวง พ.ศ. 2464 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2477
- (3) ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ พ.ศ.2549 (ขตร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย
- (4) พระราชบัญญัติการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2543
- (5) กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์ว่าด้วยความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สิน การรักษาความสงบเรียบร้อย

ความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในเขตระบบรถไฟฟ้ พ.ศ. 2547

5.1.2 กฎหมายอื่น ๆ เช่น

1. กิจการโทรคมนาคม

มีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง กฎระเบียบ เช่น

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

2. กิจการขนส่งทางถนน

มีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง กฎระเบียบ คือ พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 13) พ.ศ. 2557

กฎหมายไทยได้มีการกำหนดเกี่ยวกับด้านอาณัติสัญญาณไว้เป็นกฎหมายไว้ เช่น ข้อบังคับและระเบียบการเดินรถ พ.ศ. 2549 (ขตร.) ของการรถไฟแห่งประเทศไทย ซึ่งโดยสาระสำคัญส่วนใหญ่จะเป็นการกำหนดในลักษณะการควบคุมในทางปฏิบัติ แต่ในส่วนของมาตรฐานที่เป็นด้านเทคนิคต่าง ๆ ที่เป็นสาระสำคัญหลักหนึ่งของการประกอบกิจการขนส่งทางรางอาจจะยังไม่ได้มีการกำหนดไว้โดยชัดเจน ทำให้การปรับใช้มาตรฐานต่าง ๆ ด้านระบบอาณัติสัญญาณจึงขึ้นอยู่กับหน่วยงานแต่ละหน่วยงานต่างกำหนดมาตรฐานในการดำเนินการ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการปรับใช้ตามมาตรฐานสากลที่มีอยู่ ที่ปรึกษาจึงเห็นว่าควรจะทำให้มีการออกกฎกระทรวงเพื่อกำกับดูแลมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณในการประกอบกิจการขนส่งทางราง เพื่อให้การกำกับดูแลรวมถึงการกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณในกิจการขนส่งทางรางเป็นไปอย่างมีมาตรฐาน และเป็นการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อย ภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง ที่ปรึกษาจึงจัดทำ (ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางราง พ.ศ. ... โดยเทียบเคียงเรื่องของมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณอยู่ในมาตรา 7 (4) มาตรฐานการประกอบกิจการขนส่งทางราง โดยเสนอให้กรมการขนส่งทางรางกำหนดให้มีการออกกฎกระทรวงเรื่องมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณเพิ่มเติมในร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... อย่างไรก็ตาม แม้จะไม่มีกำหนดเพิ่มเติมให้มีการออกมาตรฐานระบบไฟฟ้าไว้ในร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ.... แต่โดยอาศัยอำนาจตามมาตรา 7(4) กรมการขนส่งทางราง โดยรัฐมนตรีว่าการคมนาคมก็สามารถจัดให้มีกฎกระทรวงในเรื่องมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ ดังกล่าวได้

นอกจากนี้ ในมาตรา 50 ของร่างพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. ... มีการกล่าวถึง “ทรัพย์สินที่ใช้ในการประกอบกิจการขนส่งทางรางตามมาตรา 4 วรรคสอง” ได้แก่ (1) สถานี (2) ทางเข้าสถานีซึ่งรวมถึงพื้นที่เชื่อมต่อกับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างของเอกชนที่อยู่บนพื้นที่สาธารณะ (3) ที่จอดรถขนส่งทางราง (4) สถานีซ่อมบำรุง และ (5) ทรัพย์สินอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง ซึ่งยังไม่รวมถึงทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณ ที่ปรึกษาได้เสนอแนะต่อกรมการขนส่งทางรางเพื่อพิจารณาเสนอเพิ่มเติมคำจำกัดความของ “ทรัพย์สินที่ใช้ในการประกอบกิจการขนส่งทางรางตามมาตรา 4 วรรคสอง” ให้หมายรวมถึงทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณ ด้วย เพื่อให้การกำกับดูแลของกรมการขนส่งทางรางสามารถดำเนินการได้ในทางปฏิบัติ

สำหรับ (ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางราง พ.ศ. ... มีสาระสำคัญกำหนดให้ ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการขนส่งทางราง หน่วยงานเจ้าของโครงการ หน่วยงานของรัฐที่ดำเนินกิจการเกี่ยวกับการขนส่งทางราง จะต้องจัดให้มีการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางราง ให้มีระบบอาณัติสัญญาณที่มีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย รวมถึงจัดให้มีการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ ตามที่กรมการขนส่งทางรางกำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับนี้ ดังนี้

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| (1) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ |
| (2) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานระบบบังคับสัมพัทธ์ |
| (3) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานการให้สัญญาณบนทางประธาน |
| (4) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานประแจกล |

- | | |
|---|---------------------------------------|
| (5) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานเครื่องนับเฟลา |
| (6) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานวงจรไฟตอน |
| (7) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ |
| (8) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานระบบห้ามล้ออัตโนมัติ |
| (9) มขร.-SC-00X-25XX | มาตรฐานคลื่นความถี่ |
| (10) มาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางจะได้มีการกำหนดเพิ่มเติมในอนาคต | |

ร่างกฎกระทรวงมีการกำหนดให้กรมการขนส่งทางรางกำหนดมาตรฐานเพิ่มเติมได้ในอนาคต เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการออกกฎหมาย เนื่องจากมาตรฐานอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมไปจากเดิม นอกจากนี้ เพื่อไม่ให้เกิดการเลือกปฏิบัติที่ปรึกษาฯ ได้กำหนดให้ร่างกฎกระทรวงฯ นี้ เปิดช่องให้มีการปรับใช้มาตรฐานที่เป็นสากลได้ ทั้งนี้ มาตรฐานสากลนั้นจะต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด นอกจากนี้ยังมีสาระสำคัญกำหนดให้กรมการขนส่งทางรางหรือเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจากกรมการขนส่งทางรางมีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลและตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุงระบบโครงข่าย (Network) และระบบที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการ การบำรุงรักษา ซ่อมแซม ระบบอาณัติสัญญาณให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ เพื่อให้ระบบอาณัติสัญญาณดำเนินการได้โดยไม่ติดขัดอันอาจส่งผลกระทบต่อความล่าช้าในการเดินทางโดยระบบราง และเป็นการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากความบกพร่องของระบบอาณัติสัญญาณได้

(ร่าง) กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับกรการขนส่งทางราง พ.ศ. ... ฉบับที่ปรึกษา มีรายละเอียดดังนี้

(ร่าง)

กฎกระทรวงว่าด้วยมาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณ

สำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธาน พ.ศ.

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔ และมาตรา ๑๓ แห่งพระราชบัญญัติการขนส่งทางราง พ.ศ. (อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๖ ประกอบกับมาตรา ๗๗ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย) มีการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนมาแล้ว 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 เป็นไปตามตารางการเดินทาง และมีความปลอดภัย

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

“มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ” หมายความว่า มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับความปลอดภัยในการขนส่งทางรางที่เป็นกฎเกณฑ์ของต่างประเทศ หรือมาตรฐานที่ได้จากการพิจารณาหาข้อตกลงและเห็นพ้องร่วมกันของประเทศสมาชิก โดยมีหน่วยงานสากลที่รับผิดชอบในการยกร่างมาตรฐานนั้น และมีกระบวนการในการขอความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานที่จะออกมาจากสมาชิกในแต่ละประเทศ โดยจัดทำมาตรฐานสากลขึ้นเป็นเอกสารที่มีสาระสำคัญเป็นการวางกฎระเบียบ แนวทางปฏิบัติ ที่เป็นที่ยอมรับและ

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

“ระบบบังคับสัมพันธ์” (Interlocking) หมายความว่า ระบบควบคุมและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ในระบบอาณัติสัญญาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการให้สัญญาณและเตรียมทางให้ขบวนรถเข้าหรือออกจากแต่ละตอนทางให้ทำงานสอดคล้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าการเดินรถมีความปลอดภัย

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

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

“ทางเดี่ยว” หมายความว่า ทางประธานเฉพาะระหว่างสถานีทางสะดวกซึ่งใช้เดินขบวนรถไฟไปและมาร่วมกัน

“ขนาดความกว้างทาง” หมายความว่า ระยะห่างของรางรถไฟ โดยวัดจากหัวรางด้านในข้างซ้ายถึงหัวรางด้านในข้างขวา

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

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

หมวดที่ ๒

บททั่วไป

ข้อ ๒ ในการดำเนินการที่เกี่ยวกับ รางเพื่อการขนส่ง กิจกรรมขนส่งทางราง กิจกรรมการขนส่งเพื่อการขนส่ง กิจกรรมเดินรถขนส่งทางราง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณ ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงนี้ เพื่อให้การขนส่งทางรางมีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย

ข้อ ๓ ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่หากปล่อยให้เนิ่นช้าต่อไปอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ประชาชน หรือแก่การพัฒนาการขนส่งทางราง หรือเศรษฐกิจของประเทศ กรมการขนส่งทางรางอาจกำหนดให้มาตรฐานระบบอาณัติสัญญาณบางมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับไม่ว่าทั้งหมดหรือแต่บางส่วนของมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ดังกล่าวก็ได้

หมวดที่ ๓

มาตรฐานว่าด้วยระบบอาณัติสัญญาณ

ข้อ ๔ ในการรักษาความปลอดภัยในชีวิต ร่างกายและทรัพย์สินของผู้โดยสารหรือบุคคลอื่น การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในการประกอบกิจการขนส่งทางราง ในการดำเนินการจัดทำที่เกี่ยวข้องกับระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งทางรางสำหรับโครงข่ายรถไฟสายประธาน ให้มีระบบอาณัติสัญญาณรวมถึงอุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่มีความน่าเชื่อถือ พร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย 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 ไม่รบกวนหรือส่งผลกระทบต่อการทำงานของไฟฟ้านั้นแม้ว่าระบบอาณัติสัญญาณนั้นจะล้มเหลวหรือเกิดปัญหาหรือไม่สามารถใช้งานได้

ข้อ ๑๓ ห้องรีเลย์ ห้องเก็บอุปกรณ์สัญญาณ และห้องอื่น ๆ ที่ใช้ในการเกี่ยวกับการควบคุมการจราจรทางรถไฟ ต้องเก็บเครื่องมือสัญญาณ เครื่องมือทำงานให้สะอาดและเรียบร้อย ไม่เป็นเหตุให้เกิดควันไฟหรือไฟไหม้ และมีการควบคุมการเข้าออกอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๔ ระบบบังคับสัมพันธ์จะต้องรองรับอุปกรณ์ตรวจจับรถไฟทุกชนิดรวมทั้งต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบหรืออุปกรณ์ที่มีการติดตั้งมาก่อนในกรณีที่มีการติดตั้งใหม่และมีการเชื่อมโยงสื่อสารที่มีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนอันจะส่งผลกระทบต่อระดับความปลอดภัยของระบบบังคับสัมพันธ์

ข้อ ๑๕ เครื่องนับเพลาล้อต้องสามารถเชื่อมประสานเพื่อสื่อสารกับระบบบังคับสัมพันธ์หรืออุปกรณ์อาณัติสัญญาณที่อยู่ข้างเคียงทั้งก่อนหน้าและมาที่หลัง จะต้องสามารถเชื่อมต่อสื่อสารได้แม้ว่าระบบข้างเคียงจะเป็นระบบบังคับสัมพันธ์ชนิดใด

หมวดที่ ๕

การให้สัญญาณเพื่อความปลอดภัย

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

ข้อ ๑๗ ในการติดตั้งสัญญาณไฟ จะต้องมีการดำเนินการทดสอบเพื่อป้องกันการขัดข้องหรือการไม่ทำงานของระบบไฟฟ้ารวมทั้งทดสอบคุณภาพ ความต่อเนื่องของวงจร สายดิน และความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้า

ข้อ ๑๘ ป้ายบอกสัญญาณต้องไม่ติดตั้งในลักษณะซ้อน หรือบังโครงสร้างหลังคา ราวสะพาน โดยเฉพาะทางที่เป็นทางโค้งความลาดเอียงของทาง การติดตั้งสัญญาณจะต้องหลีกเลี่ยงการติดตั้งในทางโค้ง เนื่องจากส่วนบนของป้ายหรือสัญญาณ จะโค้งเข้าหารางหากติดตั้งในแนวที่ทางโค้งพอดี และติดใกล้กับราง

หมวดที่ ๖

เครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ

ข้อ ๑๙ เครื่องกั้นถนนเสมอระดับจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับให้สัญญาณอนุญาตเคลื่อนที่ผ่านบริเวณทางตัดทางรถไฟทั้งทางรถไฟและทางถนนที่สามารถแจ้งเตือนอันตรายผู้ใช้งานสัญญาณผ่านบริเวณทางตัดผ่านเสมอระดับเมื่อรถไฟเข้าใกล้ผู้ที่กำลังข้ามทางตัดผ่านเสมอระดับและปิดกั้นการจราจรบนถนนเพื่อรักษาความปลอดภัยให้กับรถไฟและผู้ใช้งาน ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องกั้นถนนเสมอระดับเพื่อปิดกั้นเส้นทางหรือถนน จะต้องดำเนินการให้มีการติดตั้งอุปกรณ์เตือนรถไฟวิ่งผ่านในจุดที่สังเกตและมองเห็นได้ชัดเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

ข้อ ๒๐ ในการติดตั้งเครื่องกั้นถนนเสมอระดับ จะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของความเร็วของรถไฟกับปริมาณการจราจรทั้งของรถไฟและยานพาหนะอื่น ๆ ที่ข้ามทางตัดผ่านเสมอระดับ

ข้อ ๒๑ อุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟที่ติดตั้งในตู้ควบคุมกลางแจ้งบริเวณข้างทางรถไฟต้องติดตั้งโดยคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมและเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ

ข้อ ๒๒ ในการพิจารณาทางตัดผ่านเสมอระดับจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานเครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟและเป็นไปตามขนาดทางที่กำหนด

หมวดที่ ๗

ระบบห้ามล้อและการจอดรถไฟ

ข้อ ๒๓ ระบบห้ามล้ออัตโนมัติจะต้องสามารถทำงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ป้องกันการใช้ความเร็วเกินความเร็วอนุญาตในแต่ละตอนทาง โดยจะทำการส่งเสียงเตือนเมื่อความเร็วเกินกำหนด และสั่งลงห้ามล้อเมื่อความเร็วสูงเกินกำหนดและในกรณีที่รถเคลื่อนขบวนผ่านสัญญาณหยุดรถ

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 หรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องที่ใช้บังคับอยู่ในวันก่อนวันที่มีการประกาศใช้มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งทางรางทั้งนี้เท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางรางกำหนด 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

5.2 การออกแบบและจัดทำเอกสารสัญญา

5.2.1 การออกแบบแนวคิด

ระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการเดินรถไฟ มีหน้าที่ในการ ให้สัญญาและควบคุมการเดินรถไฟให้มี ประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อผู้ให้บริการ มีทั้งการให้สัญญาณจากศูนย์ควบคุมกลาง หรือให้สัญญาณจากตัวรถเอง โดยระบบอาณัติสัญญาณ ประกอบด้วย ระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ ระบบบังคับสัมพันธ์ การให้สัญญาณบนทางประธาน ประแจกล เครื่องนับเพลา วงจรไฟตอน เครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ ระบบห้ามล้ออัตโนมัติ คลื่นความถี่ โดยระบบอาณัติสัญญาณที่ติดตั้ง จะต้องมีความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้งาน ความสามารถในการบำรุงรักษา และมีความปลอดภัยของระบบ ที่เพียงพอต่อการให้บริการ

5.2.2 รายการเอกสารและมาตรฐาน

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับด้านระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธาน แบ่งตามองค์ประกอบหลัก 9 ด้าน ได้แก่ ระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ ระบบบังคับสัมพันธ์ การให้สัญญาณบนทางประธาน ประแจกล เครื่องนับเพลา วงจรไฟตอน เครื่องกั้นถนนเสมอระดับทางรถไฟ ระบบห้ามล้ออัตโนมัติ คลื่นความถี่ แสดงในตารางที่ 5-1 ถึง 5-9

ตารางที่ 5-1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบควบคุมการจราจรทางรถไฟ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC17020:2012	Conformity assessment — Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection
Regional Standards		
-	-	-
National Standards		
-	-	-

ตารางที่ 5-2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบบังคับสัมพันธ์

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 61508 : 2010	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems
	IEC 61312-1 : 1995-02	: Protection against lightning electromagnetic impulse Part 1 : General principles
	IEC 61131:2020	SER Series Programmable controllers - ALL PARTS
	IEC 61131-2:2017	Industrial-process measurement and control - Programmable controllers - Part 2: Equipment requirements and tests
	IEC 62280:2014	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related communication in transmission systems
	IEC 62497-1:2010	Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	IEC 60300-3-14:2004	Dependability management - Part 3-14: Application guide - Maintenance and maintenance support
	IEC 62498-3:2010	Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 3: Equipment for signalling and telecommunications

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
Regional Standards		
EN	EN 50121-4: 2019	Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus
	EN 50126:2001	Railway Applications— Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
National Standards		
AS	AS 4292 : 2020	(all parts) Railway safety management
	AS 7703:2020	Railway Signalling - Power Supply Systems
TH	มอก. 513-2553 (IEC 60529)	ระดับชั้นการป้องกันของเปลือกหุ้มบริเวณที่ไฟฟ้า (รหัส IP)

ตารางที่ 5-3 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านการให้สัญญาณบนทางประธาน

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60947:2020	SER Series Low-voltage switchgear and controlgear - ALL PARTS
	IEC 62498-3:2010	Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 3: Equipment for signalling and telecommunications
Regional Standards		
-	-	-
National Standards		
APTA	APTA-RT-SC-RP-001-02:2020	Recommended Practice for Wayside Signal Ac Power System Inspection and Testing
TH	มอก. 513-2553 (IEC 60529)	ระดับชั้นการป้องกันของเปลือกหุ้มบริษัทไฟฟ้า (รหัส IP)

ตารางที่ 5-4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านประกแล

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60529:2001	Degrees of Protection Electrical Enclosures Package
	IEC 60068-1:2013	Environmental testing - Part 1: General and guidance
Regional Standards		
EN	EN 50126:2001	Railway Applications—Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
	EN 50121-3-1:2017	Electromagnetic Compatibility – Part 3-1: Rolling Stock – Train and Complete Vehicle
	EN 50155 : 2017	Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment
	EN 50125-1 :2014	Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Rolling stock and on-board equipment
	EN 60529 :2013	Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
	EN 61373 :2010	Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests
National Standards		
SIL	SIL 4	Protection of environment & community

ตารางที่ 5-5 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านเครื่องนับเพลลา

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 61508:2010	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems
	IEC 61511:2020	Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector
Regional Standards		
EN	EN 50238-2:2015,	Railway applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems –Part 2: Compatibility with track circuits
	EN 50126:2001	Railway Applications—Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
	EN 60529:2013	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
National Standards		
AS	AS7651:2020	Assigned Standard Development Manager : Axle Counters
	AS 7514	wheels
TH	มอก. 513-2553	ระดับชั้นการป้องกันของเปลือกหุ้มบริเวณที่ไฟฟ้า(รหัส IP)

ตารางที่ 5-6 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านวงจรไฟตอน

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 61508:2010	Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems
	IEC 61511:2020	Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector
Regional Standards		
EN	EN 50238-2:2015	Railway applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems -Part 2: Compatibility with track circuits
	EN 50124-1:2001	Railway applications - Insulation coordination -- Part 1: Basic requirements -Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
	EN 60529:2013	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
	EN 50125-1:2014	Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Rolling stock and on-board equipment

ตารางที่ 5-7 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านเครื่องกั้นถนนเสมอรระดับทางรถไฟ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60068-1:2013:	Environmental testing - Part 1: General and guidance
Regional Standards		
EN	EN 50126:2001	Railway Applications—Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
	EN 50121-3-1:2017	Electromagnetic Compatibility – Part 3-1: Rolling Stock – Train and Complete Vehicle
	EN 50159:2010	Railway application – Communication, Signalling and processing system – Safety – related communication in transmission system.
National Standards		
-	SIL 4	Protection of environment & community
-	UNISIG SUBSET-034	FIS for the Train interface

ตารางที่ 5-8 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านระบบห้ามล้ออัตโนมัติ

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
IEC	IEC 60068-1:2013:	Environmental testing - Part 1: General and guidance
Regional Standards		
EN	EN 50126:2001	Railway Applications—Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
	EN 50128: 2011	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
	EN 50129:2018	Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling
National Standards		
UNISIG	UNISIG SUBSET-034	FIS for the Train interface
	UNISIG SUBSET-27	FFFIS Juridical recorder – downloading tool
	UNISIG SUBSET-36	FFFIS for Eurobalise
	UNISIG SUBSET-034	FIS for the Train interface

ตารางที่ 5-9 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องด้านคลื่นความถี่

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
International Standards		
-	-	-
Regional Standards		
EN	EN 50121-1:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 1: General.
	EN 50121-2:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world.
	EN 50121-3-1:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle.
	EN 50121-3-2:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 3-2: Rolling stock – Apparatus.
	EN 50121-4:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 4: Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus.
	EN 50121-5:2017	Railway applications – Electromagnetic compatibility, Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus.
	EN 55016-1-1:2010	, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus -Measuring apparatus
National Standards		
IEEE	IEEE Std 473:1985	IEEE Recommended Practice for an Electromagnetic Site Survey
ICNIRP	-	Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up

มาตรฐาน	เลขมาตรฐาน	รายละเอียด
		to 300 GHz). Health Phys., 1998, vol. 41, no. 4, pp. 449-522
TH	-	ตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ พ.ศ. 2560 สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

5.2.3 เอกสารสัญญา

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำสัญญาจ้างงานระบบอาณัติสัญญาณ ประกอบด้วยหัวข้ออย่างน้อย ดังนี้

- 1) ข้อตกลงว่าจ้าง
- 2) เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา / เอกสารแนบท้ายสัญญา เช่น ข้อกำหนดและขอบเขตงาน แผนการดำเนินงาน และบุคลากรของผู้รับจ้าง เป็นต้น
- 3) ค่าจ้างและการจ่ายเงิน
- 4) ความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 5) การระงับการทำงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา
- 6) พันธะหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง
- 7) ค่าปรับ
- 8) เงินประกันผลงานและหลักประกันการปฏิบัติตามสัญญา
- 9) การจ้างช่วง
- 10) การโอนสิทธิตามสัญญา
- 11) การงดหรือลดค่าปรับ หรือขยายเวลาปฏิบัติงานตามสัญญา

5.3 บทบาทของกรมการขนส่งทางรางในงานอาณัติสัญญาณ

กรมการขนส่งทางรางในฐานะส่วนราชการในกลุ่มภารกิจด้านการขนส่งของกระทรวงคมนาคม มีหน้าที่กำกับดูแลมาตรฐานและระเบียบความปลอดภัยให้ผู้ประกอบกิจการขนส่งทางรางดำเนินกิจการให้เป็นไปตามมาตรฐาน โดยกรมการขนส่งทางรางสามารถนำมาตราฐานระบบอาณัติสัญญาณของระบบขนส่งทางรางบนโครงข่ายสายประธานที่ได้จัดทำขึ้นนั้นไปกำกับดูแลผู้ประกอบกิจการขนส่งทางรางได้ตั้งแต่การออกแบบ การติดตั้ง ความปลอดภัย การทดสอบและตรวจสอบก่อนการใช้งาน การปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา รวมถึงการทำงานร่วมกันได้