กระทรวงคมนาคม
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)
Rail Technology Research and Development Agency (Public Organization)

ประมวลมาตรฐานระบบขนส่งทางราง ด้านความปลอดภัยและความมั่นคง

Safety and Security Railway Standardization

- กลุ่มวิจัยและมาตรฐาน
- ทีมมาตรฐาน

กระทรวงคมนาคม
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)
Rail Technology Research and Development Agency (Public Organization)

ประมวลมาตรฐานระบบขนส่งทางราง ด้านความปลอดภัยและความมั่นคง

Safety and Security Railway Standardization

จัดทำโดย
- กลุ่มวิจัยและมาตรฐาน
- ทีมมาตรฐาน

www.rtrda.or.th info@rtrda.or.th rtrda.thailand @RTRDA_Th
@rtrdathailand rtrda.thailand Rail Technology Research and Development Agency

คำนำ

การพัฒนาระบบขนส่งทางรางในประเทศไทยได้มีการอ้างอิงมาตรฐานจากต่างประเทศเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการก่อสร้าง การให้บริการ และการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ อย่างไรก็ตามมาตรฐานที่ถูกนำมาใช้อ้างอิงนั้นยังมีความหลากหลายในด้านที่มาของมาตรฐาน และยังไม่ได้เป็นที่ระบุแน่ชัดจากผู้กำกับดูแล (regulator) ในประเทศว่าการดำเนินงานทางด้านระบบรางของไทย ควรใช้มาตรฐานใดบ้างในการกำกับการพัฒนาและดำเนินการสำหรับระบบขนส่งทางรางในประเทศไทย

สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) หรือ สทร. ซึ่งมีวัตถุประสงค์เกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนามาตรฐานระบบรางและระบบการทดสอบด้านระบบราง ตามที่กำหนดในมาตรา 7(3) แห่งพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2564 ได้เห็นความสำคัญในการพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางราง จึงได้มีการดำเนิน “โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของ สทร. ด้วยวิธีการจัดทำประมวลมาตรฐานระบบขนส่งทางรางสำหรับประเทศไทย” เพื่อจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของ สทร. ที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำแผนการดำเนินกิจกรรมของหน่วยงาน ซึ่งภายใต้แผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางได้มีการจัดทำประมวลมาตรฐานระบบรางสำหรับประเทศไทย 6 กลุ่มมาตรฐาน คือ 1) กลุ่มมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (electrification) 2) กลุ่มมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (environment and energy) 3) กลุ่มมาตรฐานด้านระบบการเดินรถและซ่อมบำรุง (operation and maintenance) 4) กลุ่มมาตรฐานด้านระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication) 5) กลุ่มมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง (safety and security) และ 6) กลุ่มมาตรฐานด้านล้อเลื่อน (rolling stock)

สำหรับประมวลมาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมมาตรฐานระบบขนส่งทางรางด้านความปลอดภัยและความมั่นคง (safety and security) ของประเทศไทย โดยประมวลมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ เพื่อสะดวก ต่อการสืบค้น การศึกษา และการนำไปใช้ปฏิบัติ รวมทั้งยังใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการพัฒนาระบบมาตรฐานและการทดสอบด้านระบบขนส่งทางรางของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) หรือ สทร. เพื่อประโยชน์ต่อการยกระดับระบบมาตรฐานและการทดสอบด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศไทยให้มีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และเทียบเท่าสากล

สารบัญ

	หน้า
ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง	
(Safety and Security Railway Standardization)	
1. ทั่วไป	1
2. ขอบข่าย	1
3. มาตรฐานอ้างถึง	2
4. นิยาม	9
5. ความปลอดภัยทั่วไป (general safety)	12
6. ความปลอดภัยในระบบไฟฟ้าและพลังงาน (electrification and power supply)	13
7. ความปลอดภัยด้านระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (communication and train control)	17
8. ความปลอดภัยด้านล้อเลื่อน (rolling stock)	19
9. ความปลอดภัยด้านงานราง (trackwork)	21
10. ความปลอดภัยด้านระบบสารสนเทศ (information and operational technologies: IT and OT)	23
11. ความปลอดภัยอื่น ๆ (others)	24
12. เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก ก.	
ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคงที่ สทร. จะจัดทำ	ก-1
ภาคผนวก ข.	
ระดับของระบบรักษาความปลอดภัย (SIL)	ข-1
ภาคผนวก ค.	
นิยามที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม	ค-1
ภาคผนวก ง.	
สรุปองค์ประกอบแผนพัฒนาและประมวลมาตรฐานระบบขนส่งทางรางสำหรับประเทศไทย ของ สทร. ที่จะจัดทำ	ง-1

รายนามคณะทำงาน
พิจารณาประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง

ผศ. พิศิษฐ์ แสง-ชูโต	ประธานคณะทำงาน
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	
ดร.เสถียร เจริญเหรียญ	คณะทำงาน
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	
ดร.ทยากร จันทรางศุ	คณะทำงาน
กรมการขนส่งทางราง	
นายกฤษณะ เจือทอง	คณะทำงาน
การรถไฟแห่งประเทศไทย	
นายณัฐภัทริ์ อุณหคงคา	คณะทำงาน
การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย	
นายพรเจริญ ชนะใหม่	คณะทำงาน
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด	
ดร.ภาณุเดช ชุ่มเย็น	คณะทำงาน
สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์	
นายกำพลศักดิ์ วัชรประทีปกุล	คณะทำงาน
สถาบันยานยนต์	
นายพรศักดิ์ ครุฑกุล	คณะทำงาน
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	
นายทินกฤต สุขสงวน	คณะทำงาน
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	
นายกนก สุวรรณกาญจน์	คณะทำงาน
บริษัท อัลสตอม (ประเทศไทย) จำกัด	
ดร.พัชริญา เพชรผ่อง	คณะทำงานและเลขานุการ
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	
นายสฤษฎ์โรจ จันทร์เพิ่มพูนผล	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	

นายภาณุวัฒน์ น้อยสิน	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	
นางสาวพิชญา กุมารสิทธิ์	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)	

ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง

(Safety and Security Railway Standardization)

1. ทั่วไป

ประมวลมาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมมาตรฐานระบบขนส่งทางรางด้านความปลอดภัยและความมั่นคงของประเทศไทย โดยประมวลมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ เพื่อความสะดวกต่อการสืบค้น การศึกษา และการนำไปใช้ปฏิบัติ รวมทั้งยังใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการพัฒนาระบบมาตรฐานและการทดสอบด้านระบบขนส่งทางรางของสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) หรือ สทร. เพื่อประโยชน์ต่อการยกระดับระบบมาตรฐานและการทดสอบด้านระบบขนส่งทางรางของประเทศไทยให้มีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และเทียบเท่าสากล

2. ขอบข่าย

1) ประมวลมาตรฐานฉบับนี้ครอบคลุมงานด้านความปลอดภัยและความมั่นคงทั้งทางด้านระบบ (systems) และกระบวนการ (processes) ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในระบบราง

2) ประมวลมาตรฐานฉบับนี้แบ่งกลุ่มมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคงที่เกี่ยวข้องออกเป็น 7 กลุ่มย่อย ตามประเภทระบบ อุปกรณ์ หรือผลกระทบที่เกิดขึ้น กล่าวคือ

   (1) ความปลอดภัยทั่วไป (general safety)

   (2) ความปลอดภัยด้านระบบไฟฟ้าและพลังงาน (electrification and power supply)

   (3) ความปลอดภัยด้านระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (communication and train control)

   (4) ความปลอดภัยด้านล้อเลื่อน (rolling stock)

   (5) ความปลอดภัยด้านงานราง (trackwork)

   (6) ความปลอดภัยและความมั่นคงด้านระบบสารสนเทศ (information and operational technologies: IT and OT)

   (7) ความปลอดภัยอื่น ๆ (others)

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) หรือ สทร.

<u>หมายเหตุ</u> * มาตรฐาน สทร. ที่อยู่ในระหว่างการจัดทำ

R มาตรฐาน สทร. ที่เกี่ยวข้องและถูกอ้างถึงจากกลุ่มมาตรฐานด้านอื่น

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยในระบบไฟฟ้าและพลังงาน (electrification and power supply)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะความปลอดภัยทั่วไปในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง

1) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง
2) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง
3) สทร. SS-4XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง
4) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ (battery – rechargeable battery)

R) สทร. EC-6001:2568* มาตรฐานการทดสอบความเข้ากันได้ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic compatibility: EMC) สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่

R) สทร. EC-6002:2568* มาตรฐานการทดสอบสถานีชาร์จ (charging station) สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่

R) สทร. EC-6003:2568* มาตรฐานการทดสอบแบตเตอรี่สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ (onboard battery)

5) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ
6) สทร. SS-5XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งแบตเตอรี่บนรถไฟ

7) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ

8) สทร. SS-7XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (communication and train control)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety of optical fiber communication systems: OFCS)

9) สทร. SS-2XXX-2XXX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety general requirement of optical fiber communication systems: OFCS)

10) สทร. SS-6XXX-2XXX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety inspection of optical fiber communication systems: OFCS)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control)

11) สทร. SS-2XXX-2XXX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – general safety specification)

12) สทร. SS-6XXX-2XXX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – safety testing)

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยในระบบเครื่องกลและล้อเลื่อน (rolling stock)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับกระจกนิรภัย (safety glazing) ที่ติดตั้งบนรถไฟ

13) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ

14) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับวัสดุ (material safety) ที่ใช้ในรถไฟ

15) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปสำหรับวัสดุที่ใช้ในรถไฟ

16) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับวัสดุที่ใช้ในรถไฟ

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบ (materials and components) ที่ใช้ในรถไฟ

17) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ

18) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ

19) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ

20) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยด้านงานทาง (trackwork)

ชุดมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ (track safety and ride quality)

21) สทร. SS-2XXX-2XXX มาตรฐานข้อกำหนดประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยทั่วไปและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ

22) สทร. SS-6XXX-2XXX มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ

ชุดมาตรฐานด้านความปลอดบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing safety)

23) สทร. SS-1XXX-2XXX มาตรฐานการออกแบบแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ (level crossing panel) ที่ใช้บริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing)

24) สทร. SS-2XXX-2XXX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing – safety requirement)

25) สทร. SS-6XXX-2XXX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing – safety testing)

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยในระบบสารสนเทศ (information and operational technologies: IT and OT)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology equipment) ในระบบราง

26) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety general requirement)
27) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety testing)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ

28) สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์ (software design and development requirements) สำหรับระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ
29) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ
30) สทร. SS-4XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional Safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ

กลุ่มมาตรฐานความปลอดภัยอื่น ๆ (others)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV)

31) สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง
32) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบบันทึกและส่งสัญญาณของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง
33) สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยและการทำงานร่วมกันของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดตั้งบนรถไฟและระบบย่อย (safety and interoperability of on-board video surveillance/CCTV and subsystems)

ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)

(34) สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)

3.2 มาตรฐานกรมการขนส่งทางราง

1) มขร. – S – 001 – 2564 มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟฟ้าในระบบรถไฟฟ้าทางหลักในเขตเมือง (safety standard for working in urban passenger heavy rail track – UPHR)
2) มขร. – S – 003 – 2567 มาตรฐานความปลอดภัยทั่วไปของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ
3) ประมวลแนวปฏิบัติ กรอบมาตรฐาน และมาตรฐานขั้นต่ำด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ สำหรับผู้ให้บริการขนส่งทางราง
4) มขร. – E – 001 – 2564 มาตรฐานระบบไฟฟ้าของการเดินรถขนส่งทางราง การต่อลงดินและการต่อฝากบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (grounding and bonding system on mainline train)
5) มขร. – SC – 005 – 2567 มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ ด้านระบบอาณัติสัญญาณ (automated people mover standard: signaling system part)
6) มขร. – SC – 006 – 2567 มาตรฐานระบบควบคุมระบบอาณัติสัญญาณจากศูนย์กลางสำหรับโครงข่ายรถไฟฟ้าในเมือง (centralized traffic control and signaling system standard for urban guided transport train centralized traffic control and signaling system standard for urban guided transport train)
7) มขร. – R – 002 – 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง (recommended general standard for rolling stock)
8) มขร. – R – 007 – 2567 มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านเครื่องกลและตัวรถ (automated people mover standard: mechanical and vehicle part)
9) มขร. – R – 008 – 2568 มาตรฐานการป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้าสำหรับรถขนส่งทางราง (protective provisions against electrical hazards on rolling stock)
10) มขร. – C – 001 – 2564 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ (track classification)
11) มขร. – C – 010 – 2567 มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านโครงสร้างพื้นฐานและงานโยธา (automated people mover standard: infrastructure and civil part)

12) มขร. – C – 011 – 2567 มาตรฐานพิกัดโครงสร้างทางรถไฟ (structure gauge)
13) มขร. – C – 013 – 2568 มาตรฐานทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน (grade separated crossing)
14) มขร. – C – 015 – 2568 มาตรฐานการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในเขตขนส่งทางรางระดับดินและการลดความสูญเสียกรณีเกิดอุบัติเหตุรถไฟตกรางและชนกับสิ่งปลูกสร้าง
15) มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟเสมอระดับ
16) มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟต่างระดับ
17) มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานการติดตั้ง การจัดการ และการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณจุดตัด

3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1) มอก. 62368 เล่ม 1-2563 บริภัณฑ์เสียง วีดิทัศน์ บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย
2) มอก. 3052-2563 แผ่นยางปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟ (TIS 3052-2563 rubber railway level crossing panel)
3) มอก. 1291 เล่ม 1-2553 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและคุณลักษณะด้านความปลอดภัย
4) มอก. 1291 เล่ม 2-2553 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 2 คุณลักษณะที่ต้องการด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า
5) มอก. 1291 เล่ม 3-2555 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 3 วิธีระบุสมรรถนะและข้อกำหนดการทดสอบ

3.4 European standards

1) EN 50126-1 railway applications – the specification and demonstration of reliability, availability, maintainability, and safety (RAMS) – part 1: general requirements
2) EN 50126-2 railway applications – the specification and demonstration of reliability, availability, maintainability, and safety (RAMS) – part 2: safety-related generic aspects of the RAMS life cycle
3) EN 50129 (IEC 62425) railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety related electronic systems for signaling

4) EN 50159 (IEC 62280) railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety-related communication in transmission systems

3.5 International Electrotechnical Commission (IEC) standards

1) IEC 62267 railway applications – automated urban guided transport (AUGT) – safety requirements
2) IEC 62425 (EN 50129) railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety related electronic systems for signaling
3) IEC 62280 (EN 50159) railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety-related communication in transmission systems
4) IEC 62368-1 audio/video, information and communication technology equipment – part 1: safety requirements

4. นิยาม

"การโจมตีทางไซเบอร์" (cyber attack) หมายถึง ความพยายามที่จะทำลาย เปิดโปงเปลี่ยนแปลง ปิดใช้งาน ขโมย การเข้าถึงหรือเข้าใช้ระบบควบคุมหรือระบบเสริมที่ใช้ในการทำงานของระบบรางโดยไม่ได้รับอนุญาต

"การต่อลงดิน" (earthing) หมายถึง การต่อตัวนำไม่ว่าโดยตั้งใจหรือบังเอิญระหว่างวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์กับดินหรือกับส่วนที่เป็นตัวนำซึ่งทำหน้าที่แทนดิน

"ขบวนรถ" (train) หมายถึง ตัวรถที่ต่อกันตั้งแต่หนึ่งคันขึ้นไป รวมกันเป็นหน่วยปฏิบัติการ

"ความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้ ความสามารถในการซ่อมบำรุง และความปลอดภัยสำหรับระบบ" (reliability, availability, maintainability, and safety: RAMS) หมายถึง กระบวนการในการศึกษาวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบ ความพร้อมใช้ของระบบ ความสามารถในการซ่อมบำรุงของระบบ และความปลอดภัยสำหรับระบบ

"ความน่าเชื่อถือ" (reliability) หมายถึง คุณลักษณะที่สะท้อนถึงความเป็นไปได้ที่ระบบจะให้บริการภายใต้เงื่อนไขที่ระบุไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด และความสามารถในการทำหน้าที่เฉพาะและอาจถูกกำหนดให้เป็นความน่าเชื่อถือของการออกแบบหรือความน่าเชื่อถือในการปฏิบัติงาน

"ความปลอดภัย" (safety) หมายถึง ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยเบื้องต้นที่สำคัญยิ่งในระบบขนส่งทางราง ซึ่งนำไปสู่ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการและผลิตภัณฑ์ ระบบ หรืออุปกรณ์ เพื่อยืนยันระดับประสิทธิภาพ (effectiveness levels) ในการดำเนินงานและการให้บริการ

"ความปลอดภัยสำหรับระบบ" (system safety) หมายถึง การใช้หลักการ เกณฑ์ และเทคนิคทางวิศวกรรมและการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัยในทุกด้าน ภายใต้ข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพ เวลา และต้นทุนในการปฏิบัติงานตลอดอายุการใช้งานของระบบ

"ความพร้อมใช้" (availability) หมายถึง ความสามารถของระบบในการให้บริการจริง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความพร้อมของระบบในการให้บริการที่ถูกต้อง หรือกล่าวอย่างเป็นทางการคือ ความเป็นไปได้ที่ระบบจะมีความพร้อมใช้ โดยที่พร้อมใช้งานในทันทีหรือสามารถระบุเวลาได้ หรือความสามารถในการรักษาสถานการณ์ทำงานในสภาพแวดล้อมที่กำหนด

"ความมั่นคงในระบบสารสนเทศ" (IT system security) หมายถึง ความสามารถของระบบไอทีในการป้องกันไม่ให้เข้าถึงข้อมูล การแก้ไขหรือการลบ โดยไม่ได้รับอนุญาต

"ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์" (cybersecurity) หมายถึง ภาวะที่เครือข่าย ระบบคอมพิวเตอร์ โปรแกรม และข้อมูลพ้นจากภัยคุกคาม มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ คงความลับ คงความถูกต้องครบถ้วน และคงความพร้อมใช้งาน ภาวะดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยบุคลากร กระบวนการทำงาน และเครื่องมือที่เหมาะสม

“ความสามารถในการซ่อมบำรุง” (maintainability) หมายถึง คุณสมบัติที่แสดงถึงความสามารถของระบบในการปรับเปลี่ยนและซ่อมแซม

“ความเสี่ยง” (risk) หมายถึง ตัวชี้วัดความรุนแรงและความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุ

“ช่องโหว่” (vulnerability) หมายถึง จุดอ่อนที่เกิดขึ้นในระบบการทำงานของระบบและมาตรการความปลอดภัยหรือการใช้งานที่ภัยคุกคามสามารถใช้ประโยชน์เพื่อก่อกวนระบบความปลอดภัยสำหรับระบบไซเบอร์ช่องโหว่อาจเกิดขึ้นได้จากหลายแหล่งที่มา ได้แก่ การขาดการฝึกอบรมและการตระหนักรู้ในเรื่องของนโยบายและขั้นตอนการปฏิบัติสถาปัตยกรรมและการออกแบบ การกำหนดค่าและการบำรุงรักษา การบุกรุกทางกายภาพซอฟต์แวร์ระบบ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์การสื่อสารและเครือข่าย

“ตัวรถ” (vehicle) หมายถึง หน่วยที่เล็กที่สุดที่สามารถทำงานได้โดยลำพัง

“ทางวิ่งบังคับ” (guideway) หมายถึง ลู่ทางหรือพื้นผิวในการขับขี่อื่น ๆ รวมถึงโครงสร้างรองรับ ซึ่งรองรับและนำทางทางกายภาพของยานพาหนะขนส่งที่ออกแบบเป็นพิเศษเพื่อการเดินทางบนทางนั้นโดยเฉพาะ

“ไฟฟ้าดูด” (electric shock) หมายถึง ผลกระทบที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายมนุษย์

“ภัยคุกคามทางไซเบอร์” (cyber threat) หมายถึง การกระทำที่เป็นภัยต่อพื้นที่เครือข่ายไซเบอร์ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งภายในเครือข่ายและภายนอกเครือข่าย หรือเป็นการกระทำที่ต่อต้านระบบและองค์ประกอบพื้นฐานของระบบนั้น ๆ โดยที่การกระทำเหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้ทันทีหรือมีการพัฒนาล่วงหน้าไว้แล้ว

“ระดับของระบบรักษาความปลอดภัย” (safety integrity level: SIL) หมายถึง ตัวเลขที่บอกถึงระดับความสามารถของระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ป้องกันการทำงานผิดพลาดของกระบวนการ (รายละเอียดตามภาคผนวก ข)

“ระบบ” (system) หมายถึง ผู้คน ขั้นตอน สิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์ที่บูรณาการเพื่อปฏิบัติงานหรือหน้าที่การทำงานภายในสภาพแวดล้อมเฉพาะ

“ระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ” (automated people mover: APM) หมายถึง รูปแบบการขนส่งแบบมีทางวิ่งบังคับพร้อมการทำงานแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ โดยมียานพาหนะที่ทำงานบนทางที่มีสิทธิพิเศษเฉพาะทาง

“ระบบย่อย” (subsystem) หมายถึง ส่วนประกอบย่อยในการทำงานหลักหรือการจัดกลุ่มรายการ หรืออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อความสมบูรณ์ในการปฏิบัติงานของระบบ

“วงจรกระแสไหลกลับ” (return circuit) หมายถึง วงจรซึ่งทำหน้าที่เป็นเส้นทางสำหรับกระแสไหลกลับของระบบจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อน

“หน่วยงาน” หมายถึง หน่วยงานผู้ให้บริการขนส่งทางราง

“อันตราย” (hazard) หมายถึง สภาวะที่มีอยู่หรือที่อาจเกิดขึ้นซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุได้

“อุปกรณ์อาณัติสัญญาณ” (signaling equipment) หมายถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบอาณัติสัญญาณ

5. ความปลอดภัยทั่วไป (general safety)

5.1 ทั่วไป

ความปลอดภัย คือ ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยเบื้องต้นที่สำคัญยิ่งในระบบขนส่งทางราง ซึ่งนำไปสู่ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการและผลิตภัณฑ์ ระบบ หรืออุปกรณ์ เพื่อยืนยันระดับประสิทธิภาพ (effectiveness levels) ในการดำเนินงานและการให้บริการ โดยทั่วไปข้อกำหนดหรือมาตรฐานในระบบรางที่ระบุถึงความปลอดภัยหลัก (key safety) ต่อคนและทรัพย์สิน/อุปกรณ์และระบบ มักจำแนกออกเป็นสองประเภท [1] คือ ข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ (process-related standards) และข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์/ระบบ (product-related standards)

5.2 ความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้ การบำรุงรักษา และความปลอดภัย (reliability, availability, maintainability, and safety: RAMS)

ในทางวิศวกรรม ความน่าเชื่อถือ (reliability) ความพร้อมใช้ (availability) ความสามารถในการซ่อมบำรุง (maintainability) และความปลอดภัยของระบบ (safety) หรือ **RAMS** ถูกใช้เพื่อระบุคุณลักษณะของระบบ กล่าวคือ

ความน่าเชื่อถือ : ความสามารถในการทำหน้าที่เฉพาะและอาจถูกกำหนดให้เป็นความน่าเชื่อถือของการออกแบบหรือความน่าเชื่อถือในการปฏิบัติงาน

ความพร้อมใช้ : ความสามารถในการรักษาสถานการณ์ทำงานในสภาพแวดล้อมที่กำหนด

การบำรุงรักษา : ความสามารถในการบำรุงรักษาทันเวลาและง่ายดาย (รวมถึงการบริการ การตรวจสอบและการซ่อมบำรุงและ/หรือการดัดแปลง) หรือคุณสมบัติที่แสดงถึงความสามารถของระบบในการปรับเปลี่ยนและซ่อมแซม

ความปลอดภัย : ความสามารถในการไม่เป็นอันตรายต่อผู้คน สิ่งแวดล้อม หรือทรัพย์สินใด ๆ ตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (product lifecycle)

โดยข้อกำหนดและการพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของระบบ ความพร้อมใช้ของระบบ ความสามารถในการซ่อมบำรุงของระบบ และความปลอดภัยของระบบ (reliability, availability, maintainability, and safety: RAMS) ในระบบรางให้เป็นไปตาม **มาตรฐาน EN 50126-1**: railway applications – the specification and demonstration of reliability, availability, maintainability, and safety (RAMS) – part 1: generic RAMS process

5.3 วิธีการเชิงระบบต่อความปลอดภัยสำหรับ RAMS – วิธีการและเครื่องมือ

สำหรับวิธีการเชิงระบบต่อความปลอดภัย (system approach to safety) ในกระบวนการศึกษาวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้ ความสามารถในการซ่อมบำรุง และความปลอดภัยของระบบ (reliability, availability, maintainability, and safety : RAMS) ในระบบราง – วิธีการและเครื่องมือ (methods and tools) ในการศึกษา วิเคราะห์ระดับของระบบรักษาความปลอดภัย (safety integrity levels: SIL) ตลอดทั้งกระบวนการอื่น ๆ ใน RAMS lifecycles ให้เป็นไปตาม **มาตรฐาน EN 50126-2**: railway applications – the specification and demonstration of reliability, availability, maintainability, and safety (RAMS) – part 2: systems approach to safety

5.4 ความปลอดภัยทั่วไปสำหรับระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ

ระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ (automated people mover: APM) คือ รูปแบบการขนส่งแบบมีทางวิ่งบังคับพร้อมการทำงานแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ โดยมียานพาหนะที่ทำงานบนทางที่มีสิทธิพิเศษเฉพาะทาง สำหรับความปลอดภัยทั่วไปของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติให้เป็นไปตาม **มขร. – S – 003 – 2567** มาตรฐานความปลอดภัยทั่วไปของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ สำหรับความปลอดภัยทั่วไปของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ (automated people mover standard – general safety part)

5.5 ความปลอดภัยสำหรับของระบบขนส่งผู้โดยสารทางรางไร้คนขับภายในเมืองอัตโนมัติ

ระบบการบริหารจัดการและควบคุมการขนส่งผู้โดยสารทางรางภายในเมือง (urban guided transport management and command/control systems: UGTMS) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับระบบรถไฟฟ้าภายในเมือง โดยข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับระบบขนส่งผู้โดยสารทางรางไร้คนขับภายในเมืองอัตโนมัติ (automated urban guided transport: AUGT – safety requirements) ให้เป็นไปตาม **มาตรฐาน IEC 62267**: railway applications – automated urban guided transport (AUGT) – safety requirements

6. ความปลอดภัยในระบบไฟฟ้าและพลังงาน (electrification and power supply)

6.1 ความปลอดภัยในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ (functional safety of electrical, electronic, and programmable electronic safety-related systems)

6.1.1 ทั่วไป

ระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ (electrical/electronic/programmable electronic system: E/E/PES) เป็นระบบที่ถูกใช้สำหรับการควบคุม (control) ป้องกัน (protection) และ/หรือตรวจตรา/เฝ้าสังเกตการณ์ (monitoring) ที่มี

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์เล็กทรอนิกส์ และ/หรืออุปกรณ์และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ เช่น ตัวจ่ายพลังงานไฟฟ้า (power supplies) เซนเซอร์ (sensors) อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณหรือข้อมูล และอุปกรณ์สื่อสาร

6.1.2 ข้อกำหนดความปลอดภัยในการทำงานของระบบที่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์/ระบบไฟฟ้าที่โปรแกรมการทำงานได้ หรือระบบ E/E/PES (electrical/electronic/programmable electrical system)

ความปลอดภัยและการทดสอบความปลอดภัยในการทำงานของระบบที่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์/ระบบไฟฟ้าที่โปรแกรมการทำงานได้ หรือระบบ E/E/PES (electrical/electronic/programmable electrical system) ในระบบรางให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง**
2) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง**
3) **สทร. SS-4XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง**
4) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง**

6.2 ความปลอดภัยทางไฟฟ้า การต่อลงดิน และวงจรกระแสไหลกลับ – ข้อกำหนดการป้องกันไฟฟ้าดูด (protective provisions against electric shock)

6.2.1 ทั่วไป

วัตถุประสงค์ของการต่อลงดินและการต่อฝากมีเพื่อลดผลกระทบของการเกิดฟ้าผ่าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ดินเนื่องจากการไหลของกระแสผิดพร่องปริมาณมากจากการลัดวงจร ด้วยเหตุนี้เพื่อรับประกันความปลอดภัยต่อผู้โดยสารที่ใช้บริการซึ่งมีความสำคัญเป็นลำดับแรก จึงต้องทำการออกแบบ ติดตั้ง ทดสอบ และตรวจสอบการต่อลงดินและการต่อฝากอย่างรัดกุมก่อนเปิดให้บริการ

6.2.2 การต่อลงดินและวงจรกระแสไหลกลับ – ข้อกำหนดการป้องกันไฟฟ้าดูด (protective provisions against electric shock)

การต่อลงดินและการต่อฝากบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (grounding and bonding system on mainline train) เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด (electric shock) หรือผลกระทบที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายมนุษย์ในระบบไฟฟ้าของการเดินรถขนส่งทางรางให้เป็นไปตาม **มขร. – E – 001 – 2564** มาตรฐานระบบไฟฟ้าของการเดินรถขนส่งทางรางการต่อลงดินและการต่อฝากบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (grounding and bonding system on mainline train) ส่วนการป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้าสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องภายในรถขนส่งทางรางให้สามารถทำงานได้ตามปกติให้เป็นไปตาม **มขร. – R – 008 – 2568** มาตรฐานการป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้าสำหรับรถขนส่งทางราง (protective provisions against electrical hazards on rolling stock)

6.3 ระบบกำลังไฟต่อเนื่อง (uninterruptible power supply: UPS)

6.3.1 ทั่วไป

ระบบกำลังไฟต่อเนื่อง (uninterruptible power supply: UPS) คือ ระบบที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อจุดประสงค์จ่ายไฟให้อย่างต่อเนื่อง UPS ประกอบไปด้วย เรกติไฟเออร์ (rectifier) อินเวอร์เตอร์ (inverter) สแตติกบายพาส (static bypass) บายพาสสำหรับการซ่อมบำรุง (maintenance bypass) แบตเตอรี่ (battery) โดยเรกติไฟเออร์ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนแหล่งไฟกระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แบตเตอรี่ทำหน้าที่ให้พลังงานแก่ระบบผ่านทางอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ แหล่งไฟฟ้าก็สามารถรับโหลดของระบบได้เช่นกันโดยผ่านทางสแตติกบายพาส

ในเหตุการณ์ที่แหล่งจ่ายไฟหลักนั้นไม่สามารถใช้งานได้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจึงต้องได้รับการสนับสนุนโดย UPS

6.3.2 ความปลอดภัยในการติดตั้ง ใช้งาน บำรุงรักษา และทดสอบระบบกำลังไฟต่อเนื่อง (uninterruptible power supply: UPS)

สำหรับข้อกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป คุณลักษณะที่ต้องการด้านความปลอดภัย คุณลักษณะที่ต้องการด้านความเข้าได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า และวิธีระบุสมรรถนะและข้อกำหนดการทดสอบระบบกำลังไฟต่อเนื่อง (uninterruptible power supply: UPS) ให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน มอก.** สำหรับระบบกำลังไฟต่อเนื่องดังต่อไปนี้

1) มอก. 1291 เล่ม 1-2553 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและคุณลักษณะด้านความปลอดภัย
2) มอก. 1291 เล่ม 2-2553 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 2 คุณลักษณะที่ต้องการด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า
3) มอก. 1291 เล่ม 3-2555 ระบบกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง เล่ม 3 วิธีระบุสมรรถนะและข้อกำหนดการทดสอบ

6.4 แบตเตอรี่ (battery – rechargeable battery)

6.4.1 ทั่วไป

หลักการทำงานของแบตเตอรี่ คือ การเปลี่ยนพลังงานเคมีที่กักเก็บไว้ในก้อนแบตเตอรี่เป็นพลังงานไฟฟ้า ด้วยการเชื่อมต่อโครงสร้างหลักของแบตเตอรี่ 3 ส่วน คือ ขั้วไฟฟ้าประจุลบ (anode) ที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ขั้วไฟฟ้าประจุบวก (cathode) ที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) ซึ่งเป็นสารละลายหรือวัสดุที่นำไฟฟ้าได้

แบตเตอรี่ทุติยภูมิที่ชาร์จไฟใหม่ได้ (rechargeable batteries) ที่หากจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่ (ที่เราเรียกกันว่าชาร์จแบตเตอรี่) ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับ เป็นการเติมพลังให้แบตเตอรี่ เราจึงใช้งานสลับกับชาร์จวนไปได้จนกว่าแบตเตอรี่จะเสื่อม ตัวอย่างแบตเตอรี่ทุติยภูมิชนิดชาร์จไฟใหม่ได้ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรดที่นิยมใช้กับรถยนต์ทั่วไป แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ที่เหมาะมักใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดพกพา แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ที่เก็บประจุไฟฟ้าได้มากและนาน นอกจากนี้ยังมีแบตเตอรี่อีกสองชนิดที่ใช้ต่อเนื่องได้ยาวนานมาก ๆ เหมาะกับระบบกำลังไฟต่อเนื่อง (UPS) และเก็บกักพลังงานหมุนเวียน คือ แบตเตอรี่โซเดียมซัลเฟอร์และแบตเตอรี่ที่มีการไหลของส่วนเก็บพลังงาน [2]

6.4.2 สถานีชาร์จและการทดสอบแบตเตอรี่ในหัวรถจักรพลังงานแบตเตอรี่ (battery electric locomotive)

การทดสอบความเข้ากันได้ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สถานีชาร์จ และแบตเตอรี่ ในหัวรถจักรพลังงานแบตเตอรี่ (battery electric locomotive) ให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. EC-6001:2568* มาตรฐานการทดสอบความเข้ากันได้ทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic compatibility: EMC) สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่**

2) **สทร. EC-6002:2568* มาตรฐานการทดสอบสถานีชาร์จ (charging station) สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่**

3) **สทร. EC-6003:2568* มาตรฐานการทดสอบแบตเตอรี่สำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ (onboard battery)**

6.4.3 ความปลอดภัย การทดสอบ และการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ

ข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ และมาตรฐานความปลอดภัยในการตรวจสอบและการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ**

2) **สทร. SS-5XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งแบตเตอรี่บนรถไฟ**

3) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ**

4) **สทร. SS-7XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ**

7. ความปลอดภัยด้านระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (communication and train control)

7.1 งานระบบควบคุมระบบอาณัติสัญญาณจากศูนย์กลาง

ข้อกำหนดทั่วไป คุณสมบัติพื้นฐาน และฟังก์ชันการทำงาน การเชื่อมต่อระบบควบคุมอาณัติสัญญาณจากศูนย์กลางกับอุปกรณ์อาณัติสัญญาณของขบวนรถไฟตามสถานี มาตรฐานความปลอดภัย และการทดสอบระบบเพื่อเป็นข้อกำหนดในการเลือกใช้อุปกรณ์หลัก และ/หรืออุปกรณ์ย่อย ในระบบควบคุมอาณัติสัญญาณจากศูนย์กลางให้สามารถทำงานร่วมกันกับระบบบังคับสัมพันธ์และอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบอาณัติสัญญาณของขบวนรถไฟที่มีการติดตั้งใช้งานอยู่ก่อนแล้วตามสถานี และ/หรือที่ถูกติดตั้งใหม่บนโครงข่ายรถไฟในประเทศไทยให้เป็นไปตาม **มขร. – SC – 006 – 2567** มาตรฐานระบบควบคุมระบบอาณัติสัญญาณจากศูนย์กลางสำหรับโครงข่ายรถไฟฟ้าในเมือง (centralized traffic control and signaling system standard for urban guided transport train)

7.2 งานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ (automated people mover standards) ด้านระบบอาณัติสัญญาณ

ให้เป็นไปตาม **มขร. – SC – 005 – 2567** มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านระบบอาณัติสัญญาณ (automated people mover standard: signaling system part)

7.3 ความปลอดภัยสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการส่งสัญญาณ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ (safety related electronic systems for signaling – communication, signaling, and processing systems)

สำหรับความปลอดภัยสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการส่งสัญญาณ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน EN 50129 (IEC 62425)**: railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety related electronic systems for signaling

7.4 ความปลอดภัยในการสื่อสารของระบบส่งสัญญาณ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ (safety-related communication in transmission systems – communication, signaling, and processing systems)

สำหรับความปลอดภัยในการสื่อสารของระบบส่งสัญญาณ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน EN 50159 (IEC 62280)**: railway applications – communication, signaling, and processing systems – safety-related communication in transmission systems

7.5 ระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (optical fiber communication systems: OFCS)

7.5.1 ทั่วไป

สายสายไฟเบอร์ออปติก คือ สายสัญญาณที่ใช้แก้วมาทำเป็นตัวนำสัญญาณ หุ้มด้วยใยพิเศษป้องกันการกระแทก เป็นสายชนิดใหม่ที่สามารถส่งข้อมูลและโอนถ่ายข้อมูลได้แบบความเร็วสูง โดยสายบางประเภทอาจทำมาจากพลาสติกที่มีความโปร่งแสงและมีความยืดหยุ่นสูง แต่โดยทั่วไปในงานสื่อสารนิยมใช้ประเภทที่มีตัวนำเป็นแก้ว สายสายไฟเบอร์ออปติกสามารถส่งสัญญาณได้ไกลหลักหลายร้อยกิโลเมตรและมีแบนด์วิดท์ (bandwidth) หรือความสามารถสูงสุดในการส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายต่อหนึ่งหน่วยเวลา (มักวัดเป็น Mbps: megabits per second) ดีกว่าสายเคเบิลประเภทอื่น ๆ ที่ทำมาจากทองแดง

7.5.2 ความปลอดภัยในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety of optical fiber communication systems: OFCS)

ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและการทดสอบระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสงให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety general requirement of optical fiber communication systems: OFCS)**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety inspection of optical fiber communication systems: OFCS)**

7.6 สายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control)

สายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบราง (railway electric and fiber cables) ถูกออกแบบมาเพื่อความคงทนต่อสภาพแวดล้อมทางระบบราง เพื่อการส่งกระแสไฟฟ้า การรับส่งสัญญาณและข้อมูลระหว่างส่วนต่าง ๆ ในระบบราง โดยมาตรฐานข้อกำหนดและการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control) ให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – general safety specification)**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – safety testing)**

8. ความปลอดภัยด้านล้อเลื่อน (rolling stock)

8.1 ข้อกำหนดคุณลักษณะรถขนส่งทางรางให้เป็นไปตาม **มขร. – R – 002 – 2564** มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง (recommended general standard for rolling stock)

8.2 มาตรฐานสำหรับตัวรถ APM (automated people mover) ที่มีความเร็วของรถระหว่างการเดินรถไม่เกิน 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (60 ไมล์ต่อชั่วโมง) ให้เป็นไปตาม **มขร. – R – 007 – 2567** มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ ด้านเครื่องกลและตัวรถ (automated people mover standard: mechanical and vehicle part)

8.3 กระจกนิรภัย (safety glazing) ที่ติดตั้งบนรถไฟ

วัสดุกระจกนิรภัย (safety glazing) ที่ใช้ติดตั้งเพื่อเป็นกระจกกันลมหน้าหรือบานกระจกส่วนอื่น หรือใช้เป็นส่วนกั้นสำหรับยานยนต์โดยทั่วไปเรียกว่า “กระจกนิรภัยสำหรับยานยนต์” ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้เรียกว่า “กระจกนิรภัย” สำหรับข้อกำหนดและการทดสอบกระจกตัวรถไฟรวมทั้งหน้าต่างทั้งหมดให้เป็นไปตาม **มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ**

8.4 ความปลอดภัยของวัสดุ (material safety) ที่ใช้ในรถไฟ

8.4.1 ทั่วไป

งานด้านความปลอดภัยของวัสดุที่ใช้ในรถไฟครอบคลุมทั้งความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ และปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ

8.4.2 งานด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ

สำหรับข้อกำหนดและมาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุ (materials) ที่ใช้ในรถไฟให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ**

8.4.3 งานด้านปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบ (materials and components) ที่ใช้ในรถไฟ

สำหรับข้อกำหนดและการทดสอบปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ**

8.5 สายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ

สำหรับข้อกำหนดและมาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ**

9. ความปลอดภัยด้านงานราง (trackwork)

9.1 **การแบ่งประเภททางรถไฟ**ให้เป็นไปตาม **มขร. – C – 001 – 2564 มาตรฐาน**การแบ่งประเภททางรถไฟ (track classification)

9.2 **งานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านโครงสร้างพื้นฐานและงานโยธา**ให้เป็นไปตาม **มขร. – C – 010 – 2567** มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านโครงสร้างพื้นฐานและงานโยธา (automated people mover standard: infrastructure and civil part)

9.3 **ข้อกำหนดทั่วไปและเกณฑ์ทางเทคนิคเกี่ยวกับการกำหนดระยะพิกัดโครงสร้าง (structure gauge) เพื่อการดำเนินการเดินรถอย่างปลอดภัย รวมถึงระบุการคำนวณ และการตรวจสอบพิกัดโครงสร้างเพื่อกำหนดขนาดของทางรถไฟให้สามารถดำเนินการได้โดยปราศจากความเสี่ยงต่าง ๆ** ให้เป็นไปตาม **มขร. – C – 011 – 2567** มาตรฐานพิกัดโครงสร้างทางรถไฟ (structure gauge)

9.4 **งานด้านความปลอดภัยทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน**ให้เป็นไปตาม **มขร. – C – 013 – 2568** มาตรฐานทางตัดผ่านต่างระดับระหว่างทางรถไฟกับถนน (grade separated crossing)

9.5 **งานด้านความปลอดภัยสำหรับการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในเขตขนส่งทางรางระดับดินและการลดความสูญเสียกรณีเกิดอุบัติเหตุรถไฟตกรางและชนกับสิ่งปลูกสร้าง**ให้เป็นไปตาม **มขร. – C – 015 – 2568** มาตรฐานการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในเขตขนส่งทางรางระดับดินและการลดความสูญเสียกรณีเกิดอุบัติเหตุรถไฟตกรางและชนกับสิ่งปลูกสร้าง

9.6 ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ (track safety and ride quality performances)

คุณภาพการขับขี่ (ride quality) สำหรับตัวรถต้องเคลื่อนที่ภายในขีดจำกัดความสะดวกสบายของผู้โดยสาร โดยการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพการขับขี่ให้เป็นไปตาม **มขร.** – R – **007 – 2567** มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านเครื่องกลและตัวรถ ส่วนข้อกำหนดและการทดสอบประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ**

9.7 ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing safety)

9.7.1 ทั่วไป

การจัดการบริเวณจุดตัดทางรถไฟมักเน้นไปที่การให้สัญญาณและการป้องกันการฝ่าฝืนเป็นหลักร่วมกับการใช้แผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ (level crossing panel) เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่ยวดยานพาหนะในการข้ามผ่านทางเสมอระดับ

9.7.2 งานด้านความปลอดภัยจุดตัดทางถนนและทางรถไฟเสมอระดับให้เป็นไปตาม มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟเสมอระดับ

9.7.3 งานด้านความปลอดภัยจุดตัดทางถนนและทางรถไฟต่างระดับให้เป็นไปตาม มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟต่างระดับ

9.7.4 งานด้านการติดตั้ง การจัดการ และการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณจุดตัด

ให้เป็นไปตาม **มขร. – X – XXX – XXXX** มาตรฐานการติดตั้ง การจัดการ และการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณจุดตัด

9.7.5 งานบริเวณจุดตัดทางรถไฟกับถนนที่ต้องมีการใช้แผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ (railway level crossing panel)

สำหรับงานบริเวณจุดตัดทางรถไฟกับถนนที่ต้องมีการใช้แผ่นปูทางผ่านเสมอระดับประเภทแผ่นยางให้เป็นไปตามมาตรฐาน **มอก. 3052-2563** แผ่นยางปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟ (TIS 3052-2563 rubber railway level crossing panel) ซึ่งครอบคลุมแผ่นยางปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟที่มีเฉพาะ

แผ่นยางอย่างเดียวไม่รวมแผ่นยางปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟที่ทำจากการนำแผ่นยางไปประกอบร่วมกับวัสดุอื่น เช่น แผ่นพลาสติก เรซิ่น หรือแผ่นคอนกรีต และไม่รวมการออกแบบและการติดตั้ง ส่วนข้อกำหนดและการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing: level crossing panel – safety requirements/ testing) นอกเหนือจากแผ่นยางให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ (level crossing panel) ที่ใช้บริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing)**
2) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing: level crossing panel – safety requirements)**
3) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing: level crossing panel – safety testing)**

10. ความปลอดภัยและความมั่นคงด้านระบบสารสนเทศ (information and operational technologies: IT and OT)

10.1 ทั่วไป

ความมั่นคงในระบบสารสนเทศ (IT system security) คือ ความสามารถของระบบไอที (IT: information technology) ในการป้องกันไม่ให้เข้าถึงข้อมูล การแก้ไขหรือการลบโดยไม่ได้รับอนุญาต รวมทั้งการป้องกันข้อมูลสารสนเทศและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการจัดเก็บ ส่ง และถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศนั้นให้รอดพ้นจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ (cyber threat) และการโจมตีทางไซเบอร์ (cyber attack)

10.2 ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ในระบบขนส่งทางรางให้เป็นไปตามประมวลแนวปฏิบัติ กรอบมาตรฐานและมาตรฐานขั้นต่ำด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์สำหรับผู้ให้บริการขนส่งทางราง ที่จัดทำโดยกรมการขนส่งทางราง

10.3 อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology equipment) ในระบบราง

สำหรับข้อกำหนดและการทดสอบอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบรางเพื่อความมั่นคงปลอดภัยให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety general requirement)**
2) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety testing)**

10.4 ความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ

การออกแบบ การพัฒนาข้อกำหนดและการทดสอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ (software for railway control and protection systems – communication, signaling, and processing systems) ให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์ (software design and development requirements) สำหรับระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ**
2) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ**
3) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ**

11. ความปลอดภัยอื่น ๆ (others)

11.1 ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV)

11.1.1 ทั่วไป

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (closed-circuit television: CCTV) หมายถึง ระบบที่มีการใช้กล้องวิดีโอ ส่งสัญญาณไปยังชุดจอภาพ ในสถานที่เฉพาะ ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องบันทึกวีดีโอดิจิทอล (digital video recorder หรือ DVR) แทนการบันทึกแบบม้วนวีดีโอ เนื่องจากมีคุณภาพและประสิทธิภาพที่สูงกว่า เช่น สามารถบันทึกต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

11.1.2 ข้อกำหนดและการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ใช้ในระบบราง

สำหรับข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปสำหรับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน **มอก. 62368 เล่ม 1-2563** ส่วนการออกแบบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบบันทึกและส่งสัญญาณ การทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยและการทำงานร่วมกันของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดตั้งบนรถไฟและระบบย่อย และการทดสอบคุณลักษณะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ในระบบรางให้เป็นไปตาม**มาตรฐาน สทร.** ดังต่อไปนี้

1) **สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง**
2) **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบบันทึกและส่งสัญญาณของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง**
3) **สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยและการทำงานร่วมกันของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดตั้งบนรถไฟและระบบย่อย (interoperability of on-board video surveillance/CCTV and subsystems)**

11.2 สัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)

ข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัส (visual, acoustic, and tactile signals) ในระบบราง เช่น คุณลักษณะของสี เสียง และสัมผัส รวมทั้งเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์เพื่อความปลอดภัยที่มีเนื้อหาครอบคลุมถึงคุณลักษณะและสัญลักษณ์ทางด้านสัมผัสสำหรับผู้พิการทางสายตาให้เป็นไปตาม **สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)**

11.3 ความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟ (safety standard for working in rail corridor)

11.3.1 ทั่วไป

การทำงานบนทางรถไฟเป็นงานที่มีอันตรายสูงจากความเสี่ยงต่าง ๆ บนทางรถไฟที่ทำการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม หรือทดสอบขบวนรถ เช่น ผู้ปฏิบัติงานถูกรถไฟชน เกี่ยว และลาก

11.3.2 ความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟฟ้าในระบบรถไฟฟ้าทางหลักในเขตเมืองให้เป็นไปตาม **มขร. – S – 001 – 2564** มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟฟ้าในระบบรถไฟฟ้าทางหลักในเขตเมือง (safety standard for working in urban passenger heavy rail track – UPHR)

11.3.3 ความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟระหว่างเมือง (intercity/main line) ให้เป็นไปตาม **มขร. – X – XXX – 25XX** มาตรฐานข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟระหว่างเมือง (safety standard for working in inter-city/main-line passenger heavy rail track – I/MPHR)

12. เอกสารอ้างอิง

[1] UIC. (2016). Railway Standardization Strategy Europe. UIC-ETF. Retrieved Jan 31, 2025, from https://uic.org/europe/IMG/pdf/rail_standardisation_strategy_europe_light.pdf.

[2] เวทีวุฒาจารย์, ร. (2024). ประเภทของแบตเตอรี่. NSTDA. Retrieved Mar 4, 2025, from https://www.nstda.or.th/home/news_post/charge-up-battery-type/.

[3] กรมการขนส่งทางราง. (2022). มขร. – SC – 002 – 2565 มาตรฐานระบบป้องกันเหตุอันตรายของขบวนรถโดยอัตโนมัติสำหรับระบบอาณัติสัญญาณรถไฟแบบ ETCS Level 1 บนโครงข่ายรถไฟสายประธาน Automatic Train Protection System for ETCS Level 1 Mainline Train. Retrieved Jan 27, 2025, from https://www.drt.go.th/library/sc0022565.

[4] ISO. (2025). Retrieved Dec 15, 2025, from https://www.iso.org/search.html.

[5] IEEE. (2025). IEEE Standard Search. IEEE Standards Association. Retrieved Dec 15, 2025, from https://standards.ieee.org/search/.

[6] RISSB. (2025). Rail Industry Safety and Standards Board, Codes of Practice, Guidelines and Rules. Rail Industry Safety and Standards Board. Retrieved Dec 15, 2025, from https://www.rissb.com.au/.

[7] Railway Bureau. (2006). Railway Bureau – Index. Retrieved Dec 15, 2025, from https://www.mlit.go.jp/english/2006/h_railway_bureau/Laws_concerning/index.html.

[8] BSI. (2025). British Standards Institution – Search. Retrieved Nov 24, 2025, from https://standardsdevelopment.bsigroup.com/search/Standards?Term=Rails%20and%20railway%20components&Source=category.

[9] IZP Dresden. (2023). EN 50126 Railway RAMS Standard: Specification, Verification and Management. IZP Dresden mbH.

[10] APTAAdmin. (2025). Rail Transit Systems Standards. American Public Transportation Association. Retrieved Feb 22, 2025, from https://www.apta.com/research-technical-resources/standards/rail/.

[11] กรมการขนส่งทางราง. (2024). มขร. – S – 003 – 2567 มาตรฐานความปลอดภัยทั่วไปของระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติ กรมการขนส่งทางราง กระทรวงคมนาคม. Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/stds-003– 2567.

[12] กรมการขนส่งทางราง. (2021). มขร. – S – 001 – 2564 มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟฟ้าในระบบรถไฟฟ้าทางหลักในเขตเมือง (Safety Standard for Working in Urban Passenger Heavy Rail Track – UPHR). Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/uphr.

[13] กรมการขนส่งทางราง. (2021). มขร. – E – 001 – 2564 มาตรฐานระบบไฟฟ้าของการเดินรถขนส่งทางรางการต่อลงดินและการต่อฝากบนโครงข่ายรถไฟสายประธาน (Grounding and Bonding System on Mainline Train). Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/groundingbonding.

[14] กรมการขนส่งทางราง. (2024). มขร. – SC – 005 – 2567 มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านระบบอาณัติสัญญาณ. Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/standard/stdsc-005– 2567.

[15] กรมการขนส่งทางราง. (2024). มขร. – R – 007 – 2567 มาตรฐานระบบขนส่งผู้โดยสารอัตโนมัติด้านเครื่องกลและตัวรถ. Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/standard/stdr-007– 2567.

[16] กรมการขนส่งทางราง. (2025). มขร. – R – 008 – 2568 มาตรฐานการป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้าสำหรับรถขนส่งทางราง (Protective Provisions Against Electrical Hazards on Rolling Stock). Retrieved Mar 2, 2026, from https://www.drt.go.th/library/stdr-008-2568.

ภาคผนวก ก.

ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคงที่ สทร. จะจัดทำ

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(1-4) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ที่ใช้ในระบบราง		
(1)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง	1) IEC 61508-1: functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – part 1: general requirements (see functional safety and IEC 61508) 2) IEC 61508-2: functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – part 2: requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (see functional safety and IEC 61508)
(2)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง	1) IEC 61508-3: functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – part 3: software requirements
(3)	สทร. SS-4XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(4)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงานของระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดโปรแกรมได้ในระบบราง	1) IEC 61508-1: functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – part 1: general requirements (see functional safety and IEC 61508) 2) IEC 61508-2: functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – part 2: requirements for electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (see functional safety and IEC 61508)
(5-8) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ (battery – rechargeable battery)		
(5)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ	1) EN/IEC 62485-1: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 1: general safety information 2) EN/IEC 62485-2: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 2: stationary batteries 3) EN/IEC 62485-3: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 3: traction batteries 4) EN/IEC 62485-4: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 4: valve-regulated lead-acid batteries for use in portable appliances 5) EN/IEC 62485-5: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 5: safe operation of stationary lithium-ion batteries
(6)	สทร. SS-5XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งแบตเตอรี่บนรถไฟ	
(7)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ	
(8)	สทร. SS-7XXX:25XX มาตรฐานความปลอดภัยในการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ที่ติดตั้งบนรถไฟ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		6) EN/IEC 62485-6: safety requirements for secondary batteries and battery installations – part 6: safe operation of lithium-ion batteries in traction applications 7) EN/IEC 61000-1-2: electromagnetic compatibility (EMC) – part 1-2: general – methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena 8) APTA-RT-VIM-RP-009: recommended practice for battery systems periodic inspections and maintenance 9) มอก. 3026-2563 (UN R100) มาตรฐานสำหรับแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า 10) IEEE 485: IEEE recommended practice for sizing lead-acid batteries for stationary applications 11) IEC 60335-2-29 household and similar electrical appliances – safety – part 2-29: particular requirements for battery chargers 12) IEC 60623 secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells 13) IEC 60896-21 stationary lead-acid batteries – part 21: valve regulated types – methods of test 14) DIN 43534 lead storage batteries – maintenance-free, sealed, immobilized electrolyte – rated capacities, voltages, main dimensions, construction-details, requirements

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(9-10) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety of optical fiber communication systems: OFCS)		
(9)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety general requirement of optical fiber communication systems: OFCS)	1) EN 60825-1: safety of laser products – part 1: equipment classification and requirements 2) EN 60825-2: safety of laser products – part 2: safety of optical fiber communication systems (OFCS) 3) มอก. 2050-2548 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 1-1 ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป 4) มอก. 2051-2543 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 1-2 ข้อกำหนดคุณลักษณะทั่วไป – ขั้นตอนการตรวจสอบพื้นฐานของเคเบิล 5) มอก. 2052 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3: ข้อกำหนดคุณลักษณะเคเบิลภายนอกอาคาร 6) มอก. 2165-2561 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3(10): เคเบิลภายนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมชนิดติดตั้งในท่อร้อยสาย ฝังดินโดยตรง และแขวนในอากาศโดยใช้ลวดพัน 7) มอก. 2166 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3(20): เคเบิลภายนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคม แขวนในอากาศรับน้ำหนักตัวเองได้ 8) มอก. 2167 เคเบิลเส้นใยนำแสง เล่ม 3(30): เคเบิลภายนอกอาคาร – ข้อกำหนดคุณลักษณะเป็นรายกลุ่ม สำหรับเคเบิลเส้นใยนำแสงโทรคมนาคมสำหรับผ่านทะเลสาบ แม่น้ำ และบริเวณชายฝั่ง

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(10)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในระบบสื่อสารด้วยสายใยแก้วนำแสง (safety inspection of optical fiber communication systems: OFCS)	1) EN 60825-1: safety of laser products – part 1: equipment classification and requirements 2) EN 60825-2: safety of laser products – part 2: safety of optical fiber communication systems (OFCS) 3) EN 60332-1-2 tests on electric and optical fiber cables under fire conditions – part 1-2: test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – procedure for 1 kW pre-mixed flame 4) มอก. 2756 เล่ม 1(3)-2559 วิธีทดสอบสายไฟฟ้าและเคเบิลเส้นใยนำแสงในภาวะที่เกิดการลุกไหม้ เล่ม 1(3) การทดสอบความต้านทานการลุกลามของเปลวไฟในแนวดิ่งสำหรับสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนหรือเคเบิล เส้นเดี่ยว – วิธีดำเนินการประเมินหยด/อนุภาคที่ติดไฟ
(11-12) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control)		
(11)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – general safety specification)	1) UL 1581: standard for safety – for reference standard for electrical wires, cables, and flexible cords 2) EN 50262: cable gland for electrical installations 3) EN 50264-1: railway applications – railway rolling stock power and control cables having special fire performance – general requirements 4) EN 50288-7: multi-element metallic cables used in analogue and digital communication and control – part 7: sectional specification for instrumentation and control cables

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		5) EN 50525-1: electric cables – low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (U0/u) – part 1: general requirements 6) IEC 60603-7-1: connectors for electronic equipment – part 7-1: detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors. 7) IEC 60227-1: polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – part 1: general requirements 8) IEC 60227-3: polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – part 3: non-sheathed cables for fixed wiring; amendment 1 9) IEC 60228: conductors of insulated cables 10) IEC 60502-1: power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – part 1: cables for rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3.6 kV) 11) BS 6004: electric cables. PVC insulated and PVC sheathed cables for voltages up to and including 300/500 V, for electric power and lighting 12) มอก. 11-2553 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(12)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิลที่ใช้ในระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (electric and fiber cable for communication systems and train control – safety testing)	1) UL 1666: standard for test for flame propagation height of electrical and optical-fiber cables installed vertically in shafts 2) UL 1685: standard for vertical-tray fire-propagation and smoke-release test for electrical and optical-fiber cables 3) EN 50525-3-41: cables with special fire performance – single core non-sheathed cables with halogen-free crosslinked insulation, and low emission of smoke. 4) EN IEC 60332-1: tests on a single vertical insulated wire or cable. 5) EN IEC 60332-1-2: tests on electric and optical fiber cables under fire conditions – part 1-2: test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – procedure for 1 kW pre-mixed flame 6) IEC 60754-1: test on gases evolved during combustion of materials from cables – part 1: determination of the halogen acid gas content 7) IEC 60754-2: test on gases evolved during combustion of materials from cables – part 2: determination of acidity (by pH measurement) and conductivity 8) IEC 63294: test methods for electric cables with rated voltages up to and including 450/750 V 9) มอก. 2657 เล่ม 1-2559: วิธีทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการไหม้ไฟของวัสดุจากสายไฟฟ้า

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(13-14) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับกระจกนิรภัย (safety glazing) ที่ติดตั้งบนรถไฟ		
(13)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ	1) EN 17530 railway applications – interior glazing for rail vehicles 2) ISO 22752 railway applications – bodyside windows for rolling stock 3) ANSI Z26.1: American national standard for safety glazing materials for glazing motor vehicles and motor vehicle equipment operating on land highways – safety standard 4) SAE J 673 (SAE J673): automotive safety glazing materials 5) BS 857: safety glass for land transport 6) EN 15152: railway applications – windscreens for trains 7) 49 CFR part 223: safety glazing standards – locomotives, passenger cars and cabooses 8) มอก. 2602-2556 กระจกนิรภัยสำหรับยานยนต์
(14)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับกระจกนิรภัยที่ติดตั้งบนรถไฟ	
(15-16) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับวัสดุ (material safety) ที่ใช้ในรถไฟ		
(15)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ	1) มขร. – R – 002 – 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง (recommended general standard for rolling stock) 2) APTA PR-CS-S-034-99: design and construction of passenger railroad rolling stock 3) ASTM D 2724-87: standard test methods for bonded, fused, and laminated apparel fabrics 4) ASTM D 3574-95: standard test methods for flexible cellular materials-slab, bonded, and molded urethane foams
(16)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(17-18) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบ (materials and components) ที่ใช้ในรถไฟ		
(17)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดปฏิกิริยาต่อความร้อน ไฟ และพฤติกรรมการติดไฟของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ในรถไฟ	1) มขร. – R – 002 – 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง (recommended general standard for rolling stock) 2) EN 45545-2: fire protection on railway vehicles – part 2: requirements for fire behavior of materials and components 3) EN 50264-1: railway applications – railway rolling stock power and control cables having special fire performance – general requirements 4) ASTM C 1166-00: standard test method for flame propagation of dense and cellular elastomeric gaskets and accessories 5) ASTM D 3675-98: standard test method for surface flammability of flexible cellular materials using a radiant heat energy source. 6) ASTM E 162-98: standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source. 7) ASTM E 648-00: standard test method for critical radiant flux of floor-covering systems using a radiant heat energy source. 8) ASTM E 662-01: standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials 9) ASTM E 1354-99: standard test method for heat and visible smoke release rates for materials and products using an oxygen consumption calorimeter
(18)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของวัสดุที่ใช้ในรถไฟ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		10) ASTM E 1537-99: standard test method for fire testing of upholstered furniture 11) ASTM E 1590-01: standard test method for fire testing of mattresses. 12) ASTM E 119: standard test methods for fire tests of building construction and materials 13) ASTM E 119-00a: standard test methods for fire tests of building construction and materials 14) ISO 5658-1,2,4: reaction to fire tests – spread of flame ○ part 1: guidance on flame spread (technical report) ○ part 2: lateral spread on building and transport products in vertical configuration ○ part 4: intermediate-scale test of vertical spread of flame with vertically oriented specimen 15) DIN 54837: testing of materials, small components and component sections for rail vehicles – determination of burning behavior using a gas burner 16) EN ISO 5659-2: plastics – smoke generation part 2: determination of optical density by a single-chamber test 17) EN ISO 4589-2: plastics – determination of burning behavior by oxygen index part 2: ambient-temperature test 18) NFX 70-100-1-2: toxicity apparatus – fire tests – analysis of gaseous effluents ○ part 1: methods for analyzing gases stemming from thermal degradation

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		○ part 2: tubular furnace thermal degradation method 19) UL-94: tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances
(19-20) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ		
(19)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ	1) EN 50305: railway applications – railway rolling stock cables having special fire performance – test methods 2) EN 50306: railway applications – railway rolling stock cables having special fire performance; thin wall 3) IEC 60228: conductors of insulated cables 4) EN 61034-1-2: measurement of smoke density of cables burning under defined conditions ○ part 1: test apparatus ○ part 2: test procedure and requirements 5) EN 60332-1-2: tests on electric and optical fiber cables under fire conditions ○ part 1-1: test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – apparatus ○ part 1-2: test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – procedure for 1 kW pre-mixed flame 6) EN 60332-2-1-2: tests on electric and optical fiber cables under fire conditions ○ Part 2-1: test for vertical flame propagation for a single small, insulated wire or cable – apparatus
(20)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของสายไฟและสายเคเบิล (Electric wire and cable) ที่ใช้ในรถไฟ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		○ Part 2-2: test for vertical flame propagation for a single small, insulated wire or cable – procedure for diffusion flame 7) EN 60332-3-24: tests on electric and optical fiber cables under fire conditions – part 3-24: test for vertical flame spread of vertically mounted bunched wires or cables – category c 8) EN 60332-3-25: tests on electric and optical fiber cables under fire conditions – part 3-25: test for vertical flame spread of vertically mounted bunched wires or cables – category d 9) IEC 60502-1: power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – part 1: cables for rated voltages of 1 kV and 3 kV 10) BS 3988: specification for wrought aluminum for electrical purposes – solid conductors for insulated cables 11) APTA PR-E-RP-009-98: ampacities for wire and cable used on passenger rolling stock with flame, smoke and toxicity considerations 12) APTA PR-E-RP-002-98: installation of wire and cable on passenger rolling stock 13) APTA PR-E-S-001-98: electrical insulation integrity 14) IEC 60840 power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (U_m = 36 kV) up to 150 kV (U_m = 170 kV) – test methods and requirements

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		15) IEC 62067 power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (U_m = 170 kV) up to 500 kV (U_m = 550 kV) – Test methods and requirements 16) IEC 60502-2 power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – part 2: cables for rated voltages from 6 kV (U_m = 7,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) 17) IEC 60502-1 power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) – part 1: cables for rated voltages of 1 kV (U_m = 1,2 kV) and 3 kV (U_m = 3,6 kV) 18) มอก. 11-2553 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์ 19) มอก. 2657 เล่ม 1-2559: วิธีทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการไหม้ไฟของวัสดุจากสายไฟฟ้า
(21-22) ชุดมาตรฐานประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ (track safety and ride quality performances)		
(21)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ	1) UIC 518: testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behavior – safety – track fatigue – running behavior 2) EN 14363: railway applications – testing and simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – running behavior and stationary tests
(22)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายสำหรับทางรถไฟในการให้บริการ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		3) คู่มือการบำรุงรักษา โครงสร้างทางรถไฟ โดย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) 4) มขร. – X – XXX – 25XX มาตรฐานความปลอดภัยว่าด้วยการให้บริการในเขตสถานีและชานชาลา
(23-25) ชุดมาตรฐานด้านความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing safety)		
(23)	สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับ (level crossing panel) ที่ใช้บริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing)	1) มอก. 3052-2563 แผ่นยางปูทางผ่านเสมอระดับทางรถไฟ (TIS 3052-2563 rubber railway level crossing panel) 2) AREMA cooper E-80 loading 3) BS EN 1991-1-1 actions on structures – general actions – densities, self-weight, imposed loads for buildings 4) BS EN 1991-2 actions on structures – traffic loads on bridges 5) AS 3600:2018 concrete structures 6) APTA-RT-RGC-RP-003-03: rail transit grade crossing safety assessment 7) AS 7658: level crossings – rail industry requirements 8) RIS-0793-CCS Iss 1: level crossing systems 9) มขร. – C – 009 – 2566 มาตรฐานการซ่อมบำรุงทางของรถไฟสายประธาน 10) มขร. – X – XXX – 25XX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟเสมอระดับ 11) มขร. – X – XXX – 25XX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับจุดตัดทางถนนและทางรถไฟต่างระดับ 12) มขร. – X – XXX – 25XX มาตรฐานการติดตั้ง การจัดการ และการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณจุดตัด 13) คู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
(24)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing: level crossing panel – safety requirements)	
(25)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับแผ่นปูทางผ่านเสมอระดับบริเวณจุดตัดทางรถไฟ (railway grade/level crossing: level crossing panel – safety testing)	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		14) เอกสารความปลอดภัยสำหรับโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งระบบราง โดยการรถไฟแห่งประเทศไทย 15) คู่มือบำรุงทาง โดยการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.)
(26-27) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology equipment) ในระบบราง		
(26)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปของอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety general requirement)	1) EN 60950-1: information technology equipment – safety – part 1: general requirements 2) EN 60950-22: information technology equipment – safety – part 22: equipment to be installed outdoors 3) EN 62368-1: audio/video, information and communication technology equipment – part 1: safety requirements
(27)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศในระบบราง (safety testing)	
(28-30) ชุดมาตรฐานด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ		
(28)	สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบและการพัฒนาซอฟต์แวร์ (software design and development requirements) สำหรับระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ	1) EN 50716: railway applications – requirements for software development 2) IEC 62279: railway applications – communication, signaling, and processing systems – software for railway control and protection system
(29)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยทั่วไปในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(30)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยในการทำงาน (functional safety) สำหรับซอฟต์แวร์ของระบบป้องกันและควบคุมรถไฟ – ระบบประมวลผล สื่อสาร และอาณัติสัญญาณ	
(31-33) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV)		
(31)	สทร. SS-1XXX:25XX มาตรฐานการออกแบบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง	1) EN 62676 series (part 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 2-3, 3, 4): video surveillance systems for use in security applications 2) IEC TS 62580-2: electronic railway equipment – on-board multimedia and telematic subsystems for railways – part 2: video surveillance/CCTV services 3) IEC 62262: degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code) 4) EN 50121-3-2: railway applications – electromagnetic compatibility – part 3-2: rolling stock – apparatus 5) APTA IT-CCTV-RP-001-11: (recommended practice) selection of cameras, digital recording systems, digital high-speed networks and trainlines for use in transit-related CCTV systems 6) IEC 62638-1: audio/video, information and communication technology equipment – part 1: safety requirements 7) มอก. 62368 เล่ม 1-2563: บริภัณฑ์เสียง วีดิทัศน์ บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย
(32)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับระบบบันทึกและส่งสัญญาณของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (video surveillance/CCTV) ในระบบราง	
(33)	สทร. SS-6XXX:25XX มาตรฐานการทดสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยและการทำงานร่วมกันของระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ติดตั้งบนรถไฟและระบบย่อย (safety and interoperability of on-board Video surveillance/CCTV and subsystems)	

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
(34) ชุดมาตรฐานคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)		
(34)	สทร. SS-2XXX:25XX มาตรฐานข้อกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยสำหรับสัญญาณภาพ เสียง และสัมผัสด้านความปลอดภัยในระบบราง (visual, acoustic, and tactile signals)	1) EN/IEC 61310-1: safety of machinery – Indication, marking and actuation – part 1: requirements for visual, acoustic, and tactile signals 2) EN/IEC 61310-2: safety of machinery – Indication, marking and actuation – part 2: requirements for marking 3) EN/IEC 61310-3: safety of machinery – Indication, marking and actuation – part 3: requirements for the location and operation of actuators 4) DOT standard 703: SIGNS 5) ANSI Z535.1: standard for safety colors 6) AS 1428.4.1: design for access and mobility – part 4.1: means to assist the orientation of people with vision impairment – tactile ground surface indicators 7) AS 7632: railway infrastructure – signage 8) มอก. 635 เล่ม 1: สีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย – เล่ม 1 สีและรูปแบบ หรือ TIS 635: 2011: Thailand industrial standard – color and sign for safety 9) คู่มือปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรม การออกแบบสภาพแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทุกคน (universal design code of practice) ฉบับ พ.ศ. 2552 10) มาตรฐานสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการและผู้สูงอายุ (สนข.) 11) มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับเครื่องหมายจราจรพื้นฐานทั่วไป

ที่	ชื่อมาตรฐาน	ต้นร่าง
		12) มขร. – X – XXX – XXXX มาตรฐานและข้อกำหนดสำหรับเครื่องหมายจราจรแบบตอบสนอง

ภาคผนวก ข.

ระดับของระบบรักษาความปลอดภัย (SIL)

ระดับของระบบรักษาความปลอดภัย (SIL) ของระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเครื่องมือวัด (SIS) ถูกกำหนดโดยปัจจัยการลดความเสี่ยง (RRF) ที่ SIS ให้ไว้สำหรับอุปกรณ์ภายใต้การควบคุม (EUC) ซึ่ง SIS จะป้องกันความเสี่ยงทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นและเป็นตัวชี้วัดความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดของ SIS แนวคิด SIL เป็นผลโดยตรงจากมาตรฐาน IEC 61508 ซึ่งไม่ใช่เฉพาะทางรถไฟ สำหรับอุตสาหกรรมระบบราง CENELEC ได้พัฒนามาตรฐาน EN 50126, EN 50128 และ EN 50129 ซึ่งมาจาก IEC 61508 เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะทางรถไฟ [3]

"SIL 4" การป้องกันอุบัติเหตุระดับรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนในวงกว้าง

"SIL 3" การป้องกันอุบัติเหตุระดับรุนแรงที่ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บจำนวนมาก

"SIL 2" การป้องกันอุบัติเหตุระดับรุนแรงที่ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บ

"SIL 1" การป้องกันอุบัติเหตุขนาดเล็กที่ส่งผลกระทบในวงแคบ

ตารางที่ ข1 แสดงค่าระดับ PFD และ PFH

ระดับ	โหมดความต้องการต่ำ : ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดตามความต้องการ (PFD)	โหมดความต้องการสูง : ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดต่อชั่วโมง (PFH)
SIL 4	10^{-5} ถึง 10^{-4}	10^{-9} ถึง 10^{-8}
SIL 3	10^{-4} ถึง 10^{-3}	10^{-8} ถึง 10^{-7}
SIL 2	10^{-3} ถึง 10^{-2}	10^{-7} ถึง 10^{-6}
SIL 1	10^{-2} ถึง 10^{-1}	10^{-6} ถึง 10^{-5}

ภาคผนวก ค.
นิยามที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม

“การครอบครองพื้นที่บนทางรถไฟฟ้า” (track possession) หมายถึง การอนุมัติปิดทาง หรือการครอบครองส่วนของเส้นทางที่ถูกปิดกั้นจากสภาพปกติและอยู่ในสภาพปลอดภัยเพื่องานทางวิศวกรรม หรือการจัดการเหตุการณ์ ผู้ควบคุมการเดินรถไฟฟ้าและผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจะเป็นผู้รับผิดชอบในการทำให้พื้นที่ส่วนนี้อยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

“การเชื่อมด้วยความร้อน” (exothermic welding) หมายถึง การใช้ความร้อนจากการติดไฟของดินปืนเพื่อหลอมละลายทองแดงให้เข้าด้วยกัน

“การต่อฝาก” (bonding) หมายถึง การต่อถึงกันอย่างถาวรของส่วนที่เป็นโลหะให้เกิดเป็นทางนำไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าและสามารถนำกระแสที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัย

“การต่อฝากไฟฟ้าเสมอ” (equipotential bonding) หมายถึง การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างส่วนนำไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ศักย์ไฟฟ้าเท่า

“การต่อลงดินของโครงสร้าง” (structure earth) หมายถึง โครงสร้างที่ทำจากชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักดินได้

“การติดตามแบบเรียลไทม์” (real-time monitoring) หมายถึง การติดตามตำแหน่ง ค่าความเร็วของรถไฟและระยะทางในการเคลื่อนที่ตลอดเวลาที่เดินรถ

“การลงห้ามล้อฉุกเฉิน” (emergency braking) หมายถึง การลงห้ามล้อต่อเนื่องจนหยุดสนิท ในอัตราที่ไม่ต่ำกว่าอัตราการรับประกันขั้นต่ำ (guaranteed rate)

“การลงห้ามล้อปกติ” (service braking) หมายถึง การลงห้ามล้อการเคลื่อนที่ของตัวรถในอัตราที่ถือว่าสะดวกสบายสำหรับการใช้งานเป็นประจำในการหยุดให้บริการและ/หรือชะลอความเร็ว

“การฝึกซ้อม” (tabletop drill) หมายถึง การฝึกจำลองหรือการฝึกเชิงทฤษฎีที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ทำโดยการอภิปราย

“การรักษาความลับในระบบสารสนเทศ” หมายถึง ความสามารถของระบบในระบบสารสนเทศในการป้องกันการเปิดเผยข้อมูลไปยังบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาต

“เขตพิกัดความปลอดภัย” (clearance gauge) หมายถึง พื้นที่ที่ผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรทำงานอยู่ ซึ่งสามารถเกิดอุบัติเหตุในงานด้านปฏิบัติการ หรือในงานซ่อมบำรุงอุปกรณ์บนทางรถไฟฟ้า หรือในการทดสอบขบวนรถและระบบที่เกี่ยวข้อง บนทางวิ่งยกระดับ ทางวิ่งระดับพื้นดิน ทางวิ่งระดับใต้พื้นดิน

"ความปลอดภัยในการปรับใช้" หมายถึง ความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงานที่องค์กรนำไปปรับใช้เพื่อจัดการเครือข่ายของสัญญาณและอุปกรณ์ และครอบคลุมในอีกแง่หนึ่งซึ่งรวมถึงวิธีการที่นำไปใช้ในการเพิ่มอุปกรณ์ใหม่หรือแทนที่อุปกรณ์ตัวเก่าโดยที่ยังคงรักษาเสถียรภาพของความมั่งคงและปลอดภัย

"ความปลอดภัยสำหรับสัญญาณ" หมายถึง ความปลอดภัยสำหรับของระบบทางเทคนิคและเทคโนโลยีทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบการส่งสัญญาณและกลไกที่ใช้สำหรับการเผชิญกับการโจมตีหรือความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้

"ความมั่นคงปลอดภัยของเครือข่าย" หมายถึง ความปลอดภัยสำหรับเครือข่ายในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันเครือข่ายโทรคมนาคมซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการข้อมูลของการส่งสัญญาณ

"ความล้มเหลว" (failure) หมายถึง การทำงานที่ไม่สามารถทำตามหน้าที่ตามที่ต้องการได้

"ความสามารถในการใช้งาน" หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาอุปกรณ์ระบบหรือการติดตั้ง ให้อยู่ในสภาพการทำงานที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้ตามข้อกำหนดการปฏิบัติงานที่ระบุไว้ล่วงหน้า

"ความสามารถในการซ่อมแซม" หมายถึง ความสามารถของอุปกรณ์เครื่องจักรหรือระบบที่เสียหายหรือขัดข้องกลับคืนสู่สภาพการใช้งานที่ยอมรับได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด (เวลาซ่อม)

"ความเสี่ยงด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์" (cybersecurity risk) หมายถึง ผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากภัยคุกคามโดยใช้ช่องโหว่ของระบบ รวมถึงผลกระทบที่ตามมาหรือที่เกิดจากเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์นั้นต่อองค์กร

"ค่าความเร็วที่จำกัดไว้" (permitted speed) หมายถึง ค่าความเร็วในการเดินรถที่ถูกกำหนดไว้โดยระบบอาณัติสัญญาณ

"จุดจ่ายไฟประธาน" (bulk supply point) หมายถึง ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีไฟฟ้าประธาน

"ตัวนำต่อฝาก" (bonding conductor) หมายถึง ตัวนำที่ใช้ต่อระหว่างส่วนที่เป็นโลหะที่ต้องการต่อถึงกันทางไฟฟ้า

"ตัวนำต่อลงดิน" (earth conductor) หมายถึง ตัวนำที่ทำหน้าที่เป็นเส้นทางนำกระแสไฟฟ้าระหว่างโครงสร้างและหลักดิน

"ตัวนำสายดิน/สายดิน" (grounding/earthing conductor) หมายถึง ตัวนำที่ทำให้เส้นทางกระแสไฟฟ้าลงดินของอุปกรณ์ในตัวรถและวัสดุโลหะ/สื่อกระแสไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ตัวถังรถ โครง แคร่ โดยผ่านทางอิเล็กโทรดของสายดิน (grounding electrodes)

"บัสบาร์การต่อลงดิน" (earthing busbar) หมายถึง บัสบาร์ที่เป็นส่วนของการติดตั้งระบบต่อลงดิน และเป็นจุดเชื่อมต่อร่วมทางไฟฟ้าของตัวนำต่อฝาก

“บัสบาร์ศักย์ไฟฟ้าเสมอหลัก” (main equipotential busbar: MEB) หมายถึง บัสบาร์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อทางไฟฟ้ากับตัวนำต่อฝากจากบัสบาร์หรืออุปกรณ์เพื่อให้ศักย์ไฟฟ้าเสมอ ก่อนเชื่อมต่อเข้ากับการต่อลงดินของโครงสร้างผ่านตัวนำต่อลงดิน

“ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน” หมายถึง เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นของระบบที่มีประสิทธิภาพตามข้อกำหนดการบริการ อ้างอิงตามมาตรการ QoS (คุณภาพของบริการ) อาทิเช่น ความล่าช้า การประเมินข้อมูลเฉพาะที่มีประโยชน์ และปริมาณข้อมูลที่ส่งจากต้นทาง

“ผู้ควบคุมการเดินรถไฟฟ้า” (line/depot controller: LC/DC) หมายถึง ผู้ทำหน้าที่อนุมัติปิด และเปิดเส้นทางเพื่อป้องกันพื้นที่ที่ถูกครอบครอง ไม่ให้ยานพาหนะใด ๆ และการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในพื้นที่ที่มีผู้ปฏิบัติงาน

“ผู้ควบคุมทางวิศวกรรม” (engineering controller: EC) หมายถึง ผู้ทำหน้าที่ควบคุมการตัด และต่อกระแสไฟฟ้าจากระบบจ่ายไฟฟ้าขับเคลื่อน

“ผู้ควบคุมพื้นที่ครอบครอง” (APOSTLE/PICOP) หมายถึง บุคคลที่ได้รับการมอบหมายให้ประสานงานกับผู้ควบคุมการเดินรถไฟฟ้า (LC/DC) หรือผู้ควบคุมทางวิศวกรรม (EC) ในการเข้าทำงานในเขตพิกัดความปลอดภัย (clearance gauge)

“พื้นที่เปิด” (free field) หมายถึง พื้นที่ที่ใช้สำหรับการทดสอบเสียงแบบไอโซโทรปิกที่เป็นเนื้อเดียวกันซึ่งปราศจากขอบเขต

“มาตรระยะทาง” (odometer) หมายถึง อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วที่เพลาล้อรถไฟ สำหรับใช้ในการคำนวณ เช่น ค่าความเร็ว ระยะทาง อัตราเร่ง และอัตราการลดความเร็ว

“ระบบการเดินรถอัตโนมัติ” (automatic train operation: ATO) หมายถึง ระบบย่อยภายในระบบ ATC ที่ทำหน้าที่ เช่น การควบคุมความเร็ว การหยุดตามโปรแกรม การควบคุมเวลาในการเปิดปิดประตู และฟังก์ชันอื่น ๆ ที่กำหนดให้กับผู้ควบคุมขบวนรถ

“ระบบควบคุมการเดินรถอัตโนมัติ” (automatic train control: ATC) หมายถึง ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของรถอัตโนมัติที่มีการบังคับในเรื่องความปลอดภัย และควบคุมทิศทางการเดินรถไฟฟ้า โดยที่ระบบย่อย ATC ประกอบด้วย ระบบการเดินรถอัตโนมัติ (ATO) ระบบป้องกันเหตุอันตรายของรถอัตโนมัติ (ATP) และระบบติดตามการเดินรถอัตโนมัติ (ATS)

“ระบบควบคุมรถไฟตามมาตรฐานยุโรป” (European train control system : ETCS) หมายถึง ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งถูกออกแบบ พัฒนาและดำเนินการเพื่อที่จะทำให้หลักการของ ERTMS กลายมาเป็นระบบปฏิบัติการเดินรถ เทคโนโลยีของ ETCS มีระดับต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดการทำงานร่วมกันในลักษณะต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความจุและสมรรถภาพของเส้นทางเดินรถ โดยแบ่งเป็น 4 level ได้แก่ level 0 1 2 และ 3

“ระบบควบคุมราง” (rail control system) หมายถึง ระบบใด ๆ (แอปพลิเคชันอุปกรณ์หรือเครือข่าย) ที่ควบคุมการทำงานของรถไฟหรือทางรถไฟ ซึ่งรวมถึงการส่งสัญญาณและการสับเปลี่ยนการทำงานของรถจักรหรือรถไฟทุกรูปแบบ (ทั้งแบบอิสระหรือผ่านผู้ให้บริการ) ระบบสื่อสารระบบราง การจัดการผู้โดยสาร การถอนกำลังหรือการข้ามระดับ)

“ระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ” (overhead contact system: OCS) หมายถึง ระบบการจ่ายไฟฟ้าให้แก่รถไฟฟ้าโดยใช้สายสัมผัสเหนือศีรษะเพื่อใช้ขับเคลื่อนรถไฟฟ้า

“ระบบติดตามการเดินรถอัตโนมัติ” (automatic train supervision: ATS) หมายถึง ระบบย่อยภายในระบบ ATC ที่ตรวจสอบและจัดการการทำงานโดยรวมของระบบ APM และจัดให้มีการเชื่อมต่อระหว่างระบบและผู้ควบคุมส่วนกลาง (central control operator)

“ระบบป้องกันเหตุอันตรายของขบวนรถโดยอัตโนมัติ” (automatic train protection : ATP) หมายถึง ระบบย่อยภายในระบบ ATC ที่มีการป้องกันเบื้องต้นสำหรับผู้โดยสาร พนักงานและอุปกรณ์จากอันตรายในการปฏิบัติงานภายใต้การควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งครอบคลุมการควบคุมไม่ให้รถไฟใช้ความเร็วเกินกำหนด หากเกิดเหตุผิดปกติจะสั่งการห้ามล้อโดยอัตโนมัติ

“ระบบวัดคุมความปลอดภัย” (safety instrumented system: SIS) หมายถึง เครื่องมือที่ประกอบไปด้วยชุดควบคุมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดเหตุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อคน ทรัพย์สิน อุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อม

“ระบบห้ามล้อ” (braking system) หมายถึง ระบบควบคุมอัตโนมัติจะส่งคำสั่งห้ามล้อปกติ (service brake) หรือห้ามล้อฉุกเฉิน (emergency brake) ในกรณีที่รถไฟเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนด

“ระยะเวลาระหว่างขบวน” (headway) หมายถึง การแบ่งเวลาระหว่างขบวนรถสองขบวน ซึ่งทั้งสองขบวนเดินทางในทิศทางเดียวกันบนทางวิ่งบังคับเดียวกัน ซึ่งวัดจากเวลาที่ส่วนหัวของรถขบวนหลักผ่านจุดอ้างอิงที่กำหนด จนถึงเวลาที่ส่วนหัวของรถที่ตามมาผ่านจุดอ้างอิงเดียวกัน

“แรงดันช่วงก้าว” (step voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าระหว่างเท้า ณ ตำแหน่งที่มนุษย์ยืนที่มีระยะห่างกัน 1 เมตร

“แรงดันสัมผัส” (touch voltage) หมายถึง แรงดันไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งที่มือสัมผัสกับโครงสร้างหรืออุปกรณ์เทียบกับตำแหน่งที่มนุษย์ยืน

“วงดิน” (earth loop) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่เกิดจากการต่อลงดินแบบหลายจุด

“สถานีไฟฟ้าขับเคลื่อน” (traction substation: TSS) หมายถึง สถานีไฟฟ้าย่อยสำหรับจ่ายไฟให้กับระบบขับเคลื่อนของรถไฟฟ้า

“สายดินขึงอากาศ” (aerial earth wire: AEW) หมายถึง สายตัวนำที่ทำหน้าที่เป็นสายดินและป้องกันฟ้าผ่าโดยติดตั้งอยู่บนเสาระบบจ่ายไฟฟ้าชนิดสัมผัสเหนือศีรษะ

“สายดินป้องกัน” (protective earth) หมายถึง สายไฟเส้นที่มีไว้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อการใช้ไฟฟ้า

“เส้นทางอิมพีแดนซ์ต่ำ” (low impedance path) หมายถึง เส้นทางต่อลงดินที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ

“หลักดิน” (earth electrode) หมายถึง ตัวนำหรือกลุ่มตัวนำซึ่งต่อโดยตรงเข้ากับดิน

“ห้องโดยสาร” (passenger compartment) หมายถึง ตัวรถถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ ซึ่งผู้โดยสารไม่สามารถหรือไม่ได้รับอนุญาตให้เคลื่อนย้าย โดยในแต่ละพื้นที่ดังกล่าวจะถูกกำหนดให้เป็นห้องโดยสาร ทั้งนี้ถ้าพื้นที่ไม่ได้แบ่งแยกรถทั้งคันต้องเป็นห้องโดยสาร

“อุบัติเหตุ” (accident) หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดโดยไม่ได้วางแผนหรือควบคุม ทำให้เกิดการบาดเจ็บ เจ็บป่วย ล้มตาย หรือเกิดการสูญเสียต่อบุคคลหรือความเสียหายต่อวัตถุ

ภาคผนวก ง.

สรุปองค์ประกอบแผนพัฒนาและประมวลมาตรฐานระบบขนส่งทางรางสำหรับประเทศไทย ของ สทร. ที่จะจัดทำ

แผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของ สทร.
1. ประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (electrification: EC)
2. ประมวลมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (environment and energy: EE)
3. ประมวลมาตรฐานด้านระบบการเดินรถและซ่อมบำรุง (operation and maintenance: OP)
4. ประมวลมาตรฐานด้านระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication: SC)
5. ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง (safety and security: SS)
6. ประมวลมาตรฐานด้านล้อเลื่อน (rolling stock: RS)

สำหรับรายละเอียดมาตรฐานของ สทร. ที่จะจัดทำในระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2570-2574) จากประมวลมาตรฐานทั้ง 6 เล่ม จะถูกรวบรวมและแสดงในแผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของ สทร. ส่วนขอบเขตการดำเนินงานและผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบของประมวลมาตรฐานทั้ง 6 เล่ม จะมีรายละเอียดโดยสมบูรณ์ดังแสดงในรายงานการจัดทำประมวลมาตรฐานทั้ง 6 เล่ม

ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการสืบค้นเนื้อหาประมวลมาตรฐานทั้ง 6 เล่ม ภายใต้แผนพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของ สทร. บทสรุปขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบของประมวลมาตรฐานทั้ง 6 เล่ม มีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. ประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (Electrification: EC)

1.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า

power supply	subcategories		standard types	related standard	
	(i) subsystems	1) HV switchgear	- specification - testing component	- IEC - EN	- VDE - มอก.
		2) MV switchgear	- specification - testing component	- IEC - EN	- VDE - มอก.
		3) LV switchgear	- specification - testing component	- IEC - EN	- VDE - มอก.
		4) power transformer	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE - มอก.	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - มขร.
		5) traction transformer	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE - มอก.	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - มขร.
		6) auxiliary transformer	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE - มอก.	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - มขร.
		7) rectifier	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - มขร.
		8) UPS	- specification - testing component	- IEC - EN	- VDE - มอก.
		9) harmonic filter plant	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways
		10) overhead contact line	- specification - testing component	- IEC - EN - VDE - JIS	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways
		11) conductor rail	- specification - testing component	- IEC - EN - BS - VDE	- Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - ASCE

1. ประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (Electrification: EC)

1.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (ต่อ)

power supply	subcategories			standard types	related standard	
	(i) subsystems	12) voltage limiting device		- specification - testing component	- IEC - EN - VDE - Technical Regulatory Standards on Japanese Railways	- มขร. - ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
	(ii) system quality	13) supply voltage/frequency		- testing performance	- IEC - EN - VDE - มขร.	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
		14) harmonic distortion		- testing performance	- IEC - EN - VDE - JIS - มอก.	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
		15) voltage fluctuation		- testing performance	- IEC - EN - VDE - JIS - มอก.	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
		16) RST compatibility	different source sections quality index harmonics and dynamic effects regenerative braking	- testing performance	- IEC - EN - VDE - มขร.	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
		17) electromagnetic compatibility		- testing performance	- IEC - EN - VDE - JIS - Technical Regulatory Standards on Japanese Railways	- มขร. - ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า
		18) short-circuit protection		- testing performance	- IEC - EN - VDE	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า

1. ประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (Electrification: EC)

1.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านระบบไฟฟ้า (ต่อ)

power supply	subcategories		standard types	related standard	
	(ii) system quality	19) earthing and bonding	- design - testing performance	- IEC - EN - VDE - JIS - Technical Regulatory Standards on Japanese Railways - มขร.	- ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า - คู่มือการจัดเตรียมอุปกรณ์ของผู้ขอใช้ไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า 69 หรือ 115 kV การไฟฟ้านครหลวง

2. ประมวลมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Environment and energy: EE)

2.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน

สิ่งแวดล้อมและพลังงาน (environment and energy)	subcategories	standard types		related standards	
	1) เสียงและความสั่นสะเทือน (noise and vibration)	- กฎหมาย - ข้อกำหนด - ข้อแนะนำ - คู่มือ	- วิธีการตรวจวัด - ประมวลหลักการปฏิบัติ	- ISO - EN - DIN - BS - AS	- TSI - IEC - สทร. - มขร.
	2) คุณภาพอากาศ (air quality)	- กฎหมาย - ข้อแนะนำ - คู่มือ - วิธีการตรวจวัด	- วิธีการป้องกันและควบคุม - การทดสอบ	- ISO - EN - BS - U.S. EPA	- NIOSH - มขร. - วสท.
	3) คุณภาพน้ำ (water quality)	- กฎหมาย - แนวปฏิบัติทางเทคนิค	- ข้อแนะนำ - วิธีการตรวจวัด		
	4) คุณภาพดิน (soil quality)	- กฎหมาย	- วิธีการตรวจวัด		
	5) การจัดการสิ่งปฏิกูลและของเสีย (fecal sludge and waste management)	- กฎหมาย - ข้อแนะนำ - คู่มือ	- วิธีการตรวจวัด - วิธีการป้องกันและควบคุม - การทดสอบ	- ISO - EN	
	6) การควบคุมน้ำท่วมและการระบายน้ำ (flood and drainage control)	- กฎหมาย - ข้อกำหนด	- การจัดการ - การออกแบบ	- มขร.	
	7) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change)	- กฎหมาย - ข้อแนะนำ - การจัดการ - การประเมิน	- วิธีการคำนวณ - การรับรอง - คู่มือ - ระเบียบวิธี	- ISO - EN - BS - AS	- มตช. - อบก. - สทร. - มขร.
	8) การจัดการสิ่งแวดล้อมและการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (environmental management and green procurement)	- กฎหมาย - ข้อกำหนด - ข้อแนะนำ	- การจัดการ - การจัดซื้อจัดจ้าง - การซ่อมบำรุง	- ISO - EN - BS	- มอก. - มตช. - อบก.
	9) การจัดการพลังงาน (energy management)	- กฎหมาย - การประเมิน	- การจัดการ - การตรวจวัด	- ISO - EN - TSI	- BS - IEC - มตช.

3. ประมวลมาตรฐานด้านระบบการเดินรถและซ่อมบำรุง (operation and maintenance: OP)

3.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านระบบการเดินรถและซ่อมบำรุง

ระบบการเดินรถและซ่อมบำรุง (operation and maintenance)	subcategories		standard types		related standards	
	1. ส่วนการเดินรถ (operation)	1.1 ล้อเลื่อน (rolling stock)	- ข้อเสนอแนะ - การออกแบบ - การทดสอบ	- การติดตั้ง - การทดสอบประสิทธิภาพ	- EN - RIS - THR RS	- สทร. - มขร.
		1.2 ระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication)	- ข้อเสนอแนะ - การออกแบบ - คุณลักษณะ	- การติดตั้ง - การทดสอบ - การทดสอบประสิทธิภาพ	- UIC - EN - JIS - IEC	- APTA RT OS - สทร. - มขร.
		1.3 สถานี (station)	- ข้อเสนอแนะ - การออกแบบ - คุณลักษณะ - การทดสอบ		- NFPA - EN - JIS - ASME	- ASHREA - สทร. - มขร.
	2. ส่วนการซ่อมบำรุง (maintenance)	2.1 ระบบจ่ายไฟฟ้า (electrification and power supply)	- ข้อเสนอแนะ - การซ่อมบำรุง		- EN - JIS - APTA	- RIS - สทร. - มขร.
		2.2 ล้อเลื่อน (rolling stock)	- ข้อเสนอแนะ - การซ่อมบำรุง - ข้อเสนอแนะการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์		- EN - ISO - IEC	- สทร. - มขร.
		2.3 งานทางรางและโครงสร้างพื้นฐาน (trackwork and infrastructure)	- ข้อเสนอแนะ - การซ่อมบำรุง - ข้อเสนอแนะการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์		- EN - ISO - IEC	- สทร. - มขร.
		2.4 ระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication)	- ข้อเสนอแนะ - ข้อเสนอแนะการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์		- EN - ISO - IEC	- JIS - สทร. - มขร.

4. ประมวลมาตรฐานด้านระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication: SC)

4.1 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร

ระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสาร (signaling and communication)	subcategories		standard types	related standards
	1. ระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสารสำหรับรถไฟฟ้าในเมือง	1.1 ระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติ (automatic train supervision)	- ชุดมาตรฐานรูปแบบทั่วไป (system requirements)	- IEEE - EN
		1.2 ระบบควบคุมตัวรถ (onboard system)	- ชุดมาตรฐานรูปแบบทั่วไป (system requirements) - ส่วนต่อประสาน (interface) - มาตรฐานอุปกรณ์ย่อย (standards for subsystem)	- IEEE - EN - IEC - BS
		1.3 ระบบควบคุมอุปกรณ์ข้างทาง (wayside system)	- ชุดมาตรฐานรูปแบบทั่วไป (system requirements) - ส่วนต่อประสาน (interface) - มาตรฐานอุปกรณ์ย่อย (standards for subsystem)	- IEEE - EN - IEC - ETSI
		1.4 ระบบสื่อสาร (communication system)	- ชุดมาตรฐานระบบสื่อสารย่อย (communication system)	- IEEE - IEC - CFR
	2. ระบบอาณัติสัญญาณและการสื่อสารสำหรับรถไฟฟ้าสายประธาน	2.1 ระบบควบคุมรถไฟอัตโนมัติ (automatic train supervision)	- ชุดมาตรฐานรูปแบบทั่วไป (system requirements) - ส่วนต่อประสาน (interface) - มาตรฐานอุปกรณ์ย่อย (standards for subsystem)	- UNISIG - IEC - EN - TR
		2.2 ระบบควบคุมอุปกรณ์ข้างทาง (wayside system)	- ชุดมาตรฐานรูปแบบทั่วไป (system requirements) - ส่วนต่อประสาน (interface) - มาตรฐานอุปกรณ์ย่อย (standards for subsystem)	- UNISIG - EN
		2.3 ระบบสื่อสาร (communication system)	- ชุดมาตรฐานระบบสื่อสารย่อย (communication system)	- UNISIG - IEC - EN

5. ประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง (safety and security: SS)

5.1 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านความปลอดภัยและความมั่นคง

ความปลอดภัยและความมั่นคง (safety and security)	subcategories	standard types	related standards	
	1) ความปลอดภัยทั่วไป (general safety)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ - วิธีการเชิงระบบ	- EN - IEC - มขร.	
	2) ความปลอดภัยด้านระบบไฟฟ้าและพลังงาน (electrification and power supply)	- ข้อกำหนด - การติดตั้ง - การทดสอบ - การซ่อมบำรุง	- EN - IEC - IEEE - DIN	- APTA - มขร. - มอก. - สทร.
	3) ความปลอดภัยด้านระบบสื่อสารและการควบคุมรถ (communication and train control)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC - UL	- BS - มอก. - สทร.
	4) ความปลอดภัยด้านล้อเลื่อน (rolling stock)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC - UIC - DIN - ISO - ANSI - APTA - ASTM	- SAE - BS - CFR - NFX - มอก. - มขร. - สทร.
	5) ความปลอดภัยด้านงานราง (trackwork)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC - UIC - BS - APTA - ASTM - RIS	- AREMA - สนข. - มขร. - รฟท. - มอก. - สทร.
	6) ความปลอดภัยและความมั่นคงด้านระบบสารสนเทศ (information and operation technologies: IT and OT)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC	- มขร. - สทร.
	7) ความปลอดภัยอื่น ๆ (others)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC - APTA - DOT - ANSI	- AS - สนข. - มขร. - มอก. - สทร.

6. ประมวลมาตรฐานด้านล้อเลื่อน (Rolling stock: RS)

6.1 ขอบเขตการดำเนินงานและบทสรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบประมวลมาตรฐานด้านล้อเลื่อน

6.1.1 ส่วนที่ 1 ระบบขนส่งทางรางสายประธาน (main line) – ส่วนการศึกษารถจักร รถไฟโดยสาร และรถดีเซลราง (locomotives and passengers TSI: LOC&PAS TSI and DMU)

	subcategories		standard types	related standards	
รถจักรและรถไฟโดยสารและรถดีเซลราง (LOC&PAS TSI and DMU)	(i) โครงสร้างและชิ้นส่วนเชิงกล (structure and mechanical part)	1) การพ่วงด้านใน (inner coupling)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ARR - APTP	- JIS - มขร.
		2) การพ่วงด้านท้าย (end coupling)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ARR - APTP	- JIS - มขร.
		3) การพ่วงเพื่อช่วยเหลือ (rescue coupling)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - มขร.	
		4) ทางเดินเชื่อมระหว่างตู้รถไฟ (gangway)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC - RISSB	
		5) ความแข็งแรงของโครงสร้างตัวรถ (strength of vehicle structure)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ISO	- AWS - มขร.
		6) ความปลอดภัยเชิงแก้ไขเมื่อเกิดการชน (passive safety)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร.	
		7) การยึดอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างตัวถังรถ (fixing of devices to carbody structure)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC - RISSB/AS	- ASTM - TIS/มอก. - มขร.
	(ii) การทำงานร่วมกันของรางและพิกัดขอบเขตตัวรถ (track interaction and gauging)	8) พิกัดขอบเขตตัวรถ (loading gauge/TSI: gauging – method, reference profile)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด	- มขร.	
		9) น้ำหนักกดล้อ (wheel load)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - APTA	- RSSB - มขร.
		10) ความเข้ากันได้ของระบบตรวจจับรถไฟ (compatibility with train detection systems)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- CSS TSI - NTSN - RISSB	- TNSW - มขร.
		11) การตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนล้อและเพลา (axle bearing condition monitoring)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - RSSB - มขร.	
		12) พฤติกรรมทางพลศาสตร์ขณะวิ่ง (running dynamic behavior requirements)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC	- RISSB - มขร.
		13) การออกแบบโครงสร้างของโครงแคร่ (structural design of bogie frames)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC	- RISSB - มขร.

6.1.1 ส่วนที่ 1 ระบบขนส่งทางรางสายประธาน (main line) – ส่วนการศึกษารถจักร รถไฟโดยสาร และรถดีเซลราง (locomotives and passengers TSI: LOC&PAS TSI and DMU) (ต่อ)

รถจักรและรถไฟโดยสารและรถดีเซลราง (LOC&PAS TSI and DMU)	subcategories		standard types	related standards	
	(ii) การทำงานร่วมกันของรางและพิกัดขอบเขตตัวรถ (track interaction and gauging)	14) คุณลักษณะทางกลและรูปทรงของชุดล้อ (mechanical and geometrical characteristics of wheelsets)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - มขร.	
		15) คุณลักษณะทางกลและรูปทรงของล้อ (mechanical and geometrical characteristics of wheels)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - มขร.	
	(iii) ระบบห้ามล้อ (braking systems)	16) ข้อกำหนดสำหรับระบบห้ามล้อ (requirements for braking systems)	- การออกแบบ - การทดสอบ	- EN - ISO	- มขร.
		17) ขั้นตอนวิธีการทำงานทั่วไปของระบบห้ามล้อ (braking – general algorithms)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ISO - มขร.	
		18) ระบบป้องกันการไถลของล้อ (wheel slide protection system)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ISO	- UIC - มขร.
		19) ห้ามล้อระบบนิวเมติก (pneumatic/air brake) และห้ามล้อไฟฟ้าระบบนิวเมติก (electropneumatic brake – ep brake)	- การออกแบบ - การทดสอบ	- EN - AAR - BS	- APTA - มขร. - UIC
	(iv) สภาพแวดล้อม (environmental conditions) และผลกระทบทางอากาศพลศาสตร์ (aerodynamic effects)	20) สภาพแวดล้อม (environmental conditions)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - CEN/TR	- JIS
		21) ผลกระทบทางอากาศพลศาสตร์ (aerodynamic effects)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - มขร.	
	(v) ไฟนอกรถและอุปกรณ์เตือนทางเสียงและทางการมองเห็น (external lights and visible and audible warning devices)	22) ไฟนอกรถและอุปกรณ์เตือนทางเสียงและทางการมองเห็น (external lights and visible and audible warning devices)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - มขร. - ขดร.	
	(vi) การดำเนินการในห้องคนขับ (cab and operation)	23) ห้องคนขับ (driver's cab)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC	- มขร. - DOT/FRA.
	(vii) ความปลอดภัยทางอัคคีภัยและการอพยพ (fire safety and evacuation)	24) ความปลอดภัยทางอัคคีภัย (fire safety)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร.	
	(viii) งานด้านการบริการ (servicing)	25) อุปกรณ์เติมเชื้อเพลิง (refueling equipment)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - APTA	- AREMA - RISSB/AS - TNSW
	(ix) งานด้านอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้โดยสาร (passenger-related items)	26) อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับผู้โดยสาร (passenger-related items)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - TSI - IRS - NFPA - AS	- APTP - ASHRAE - ASTM - มขร.

6.1.1 ส่วนที่ 1 ระบบขนส่งทางรางสายประธาน (main line) – ส่วนการศึกษารถจักร รถไฟโดยสาร และรถดีเซลราง (locomotives and passengers TSI: LOC&PAS TSI and DMU) (ต่อ)

	subcategories		standard types	related standards	
รถจักรและรถไฟโดยสารและรถดีเซลราง (LOC&PAS TSI and DMU)	(x) งานด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ขับเคลื่อนของรถ (traction and electrical equipment)	27) อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ขับเคลื่อนของรถ (traction and electrical equipment)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - APTP	- CFR - มขร.

6.1.2 ส่วนที่ 1 ระบบขนส่งทางรางสายประธาน (main line) – ส่วนการศึกษารถไฟขนส่งสินค้า (freight wagons TSI: WAG TSI)

รถไฟขนส่งสินค้า (WAG TSI)	subcategories		standard types	related standards	
	(i) โครงสร้างและชิ้นส่วนเชิงกล (structure and mechanical part)	1) การพ่วงและอุปกรณ์การพ่วงด้านท้าย (end coupling)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ARR	- JIS - มขร.
		2) การพ่วงด้านใน (inner coupling)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ARR - JIS	- UIC - มขร.
		3) ความแข็งแรงของโครงสร้างตัวรถ (strength of vehicle structure)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ARR	- UIC - มขร.
		4) ความถูกต้องสมบูรณ์ของตัวรถ (integrity of the unit)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- IRS - ARR	- BS EN - มขร.
	(ii) การทำงานร่วมกันของรางและพิกัดขอบเขตตัวรถ (vehicle track interaction and gauging)	5) พิกัดขอบเขตตัวรถ (loading gauge/TSI: gauging – method, reference profile)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด	- EN - RIS	- IRS - มขร.
		6) ความเข้ากันได้ของความสามารถในการรับน้ำหนักของราง (compatibility with load carrying capacity of lines)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - BS EN - มขร.	
		7) ความเข้ากันได้ของระบบตรวจจับรถไฟ (compatibility with train detection systems)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- AS - CCS TSI - มขร.	- AREMA C&S Manual
		8) การตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนล้อและเพลา (axle bearing condition monitoring)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - BS EN - RIS	- JIS - มขร.
		9) ความปลอดภัยจากการตกรางเมื่อวิ่งบนทางที่มีการบิด (safety against derailment running on twisted track)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC	
		10) พฤติกรรมทางพลศาสตร์ขณะวิ่ง (running dynamic behavior)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - มขร.	
		11) การออกแบบโครงสร้างของโครงแคร่ (structural design of bogie frame)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR	- JIS - มขร.
		12) คุณลักษณะทางกลและรูปทรงของชุดล้อ (characteristics of wheelsets)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - JIS	- UIC - มขร.
		13) คุณลักษณะของล้อ (characteristics of wheels)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - JIS	- UIC - มขร.
		14) คุณลักษณะของเพลา (characteristics of axles)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR	- JIS - UIC

6.1.2 ส่วนที่ 1 ระบบขนส่งทางรางสายประธาน (main line) – ส่วนการศึกษารถไฟขนส่งสินค้า (freight wagons TSI: WAG TSI) (ต่อ)

รถไฟขนส่งสินค้า (WAG TSI)	subcategories		standard types	related standards
	(ii) การทำงานร่วมกันของรางและพิกัดขอบเขตตัวรถ (vehicle track interaction and gauging)	15) หม้อเพลา/ตลับลูกปืน (axle box/bearings)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - AAR - UIC
	(iii) ระบบห้ามล้อ (braking systems)	16) ระบบห้ามล้อ – ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย (brake – safety requirements)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN
		17) ระบบห้ามล้อ/ห้ามล้อระบบนิวเมติก – ข้อกำหนดฟังก์ชันการทำงานทั่วไป (brake/pneumatic/air brake – general functional requirements)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC
		18) ระบบห้ามล้อ – ประสิทธิภาพของระบบห้ามล้อหลัก (brake performance – in service brake)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC
		19) ระบบห้ามล้อ – ประสิทธิภาพของระบบห้ามล้อสำหรับจอด (brake performance – parking brake)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC
		20) ระบบห้ามล้อ – ความจุความร้อน (brake – thermal capacity)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - ISO
		21) ระบบห้ามล้อ – ระบบป้องกันการไถลของล้อ (brake – wheel slide protection: WSP)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC - ISO
	(iv) สภาพแวดล้อม (environmental conditions)	22) สภาพแวดล้อม (environmental conditions)	- ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - IEC - JIS
	(v) งานด้านการป้องกันระบบ (system protection)	23) ความปลอดภัยทางอัคคีภัย (fire safety)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร.
		24) การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า (protection against electric hazard)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - JIS
		25) อุปกรณ์ติดตั้งสำหรับสัญญาณท้ายรถ (attachment device for rear-end signals)	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- ขดร. - มขร.

6.1.3 ส่วนที่ 2 ระบบขนส่งทางรางในเมืองและชานเมือง (metro/urban/suburban and commuter lines)

	subcategories	standard types	related standards	
ระบบขนส่งทางรางในเมืองและชานเมือง (metro/urban/suburban and commuter lines)	1) พิกัดขอบเขตตัวรถ	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - EN - UIC	
	2) โครงสร้างส่วนบนของยานพาหนะ/ความปลอดภัยในการชน/ข้อต่อและการเชื่อม	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - APTA - EN - JIS	- TB/T - ISO - UIC
	3) เกียร์และบัฟเฟอร์	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- EN - UIC	
	4) แคร่/ชุดล้อ/ล้อ	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ - การติดตั้ง	- มขร. - EN - JIS	
	5) ระบบห้ามล้อ	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - EN - MIL	- ASCE - ISO - AS
	6) ระบบการวิ่ง พฤติกรรมอื่น ๆ และอากาศพลศาสตร์	- ข้อกำหนด - การทดสอบ - วิธีการวัดผลกระทบของการเคลื่อนไหว	- มขร. - EN	- ISO - UIC
	7) ประตูและหน้าต่าง	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ - การติดตั้ง	- มขร. - EN - BS	
	8) ระบบความปลอดภัย	- การออกแบบ - การทดสอบ - การติดตั้ง	- EN - ASTM - NFPA	
	9) แหล่งจ่ายพลังงาน และตัวเก็บประจุไฟฟ้า	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - EN - IEC	
	10) ระบบ HVAC	- ข้อแนะนำ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - EN	- ISO - UIC
	11) ระบบขับเคลื่อน	- การออกแบบ - ข้อกำหนด - การทดสอบ	- มขร. - EN - IEC	

รายนามคณะผู้เชี่ยวชาญ

รศ. ดร.ภูมินท์ กิระวานิช มหาวิทยาลัยมหิดล	หัวหน้าคณะผู้เชี่ยวชาญ
ผศ. ดร.พิชยพัชยา ศรีคร้าม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	คณะผู้เชี่ยวชาญ
รศ. ดร.ตระการ ประภัสพงษา มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะผู้เชี่ยวชาญ
รศ. ดร.สมชาย ปฐมศิริ มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะผู้เชี่ยวชาญ
ดร.ณภัทร เกตุพัตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะผู้เชี่ยวชาญ
ดร.พิพัฒน์พล ลาภอมรภิญโญ มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะผู้เชี่ยวชาญ
ผศ. ดร.พรทิพย์ แก่งอินทร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	คณะผู้เชี่ยวชาญ

กระทรวงคมนาคม
สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)
Rail Technology Research and Development Agency (Public Organization)

แบบฟอร์มรับข้อเสนอแนะ

www.rtrda.or.th info@rtrda.or.th rtrda.thailand @RTRDA_Th
@rtrdathailand rtrda.thailand Rail Technology Research and Development Agency

สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน)
Rail Technology Research and Development Agency (Public Organization)

www.rtrda.or.th info@rtrda.or.th rtrda.thailand @RTRDA_Th
@rtrdathailand rtrda.thailand Rail Technology Research and Development Agency