



สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

รายงานฉบับสรุป สำหรับผู้บริหาร



การศึกษาและจัดทำคู่มือการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษา
งานโครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ



มกราคม 2561



สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

รายงานฉบับสรุปสำหรับผู้บริหาร

ISBN xxx-xxxx-xxxx

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2558

โดย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

(สนข.) 35 ถนนเพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี

กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 02-2151515 โทรสาร 02-2155500

กิตติกรรมประกาศ



ที่ปรึกษาขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ที่ได้มอบความไว้วางใจให้มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นผู้ดำเนินการโครงการศึกษาและจัดทำคู่มือการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุง รักษางานโครงสร้างทางรถไฟและมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความร่วมมือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก คุณชัยวัฒน์ ทองคำคูณ ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ดร.ชยธรรม์ พรหมศร รองผู้อำนวยการสำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร และ ดร.พิเชฐ คุณาธรรมรักษ์ ผู้อำนวยการสำนักโครงการ พัฒนาระบบราง

เพื่อให้การดำเนินการโครงการนี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ที่ปรึกษาได้แสวงหาคณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยในประเทศ และผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ ซึ่งที่ปรึกษาต้องขอขอบคุณทุกท่านในความวิริยะอุตสาหะ การทุ่มเทและอุทิศเวลาในการทำงานด้วยความเต็มใจเพื่อความสำเร็จของโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยทีมผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย รศ.ดร.พิชัย นิमितยงสกุล (สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย) ดร.ภูริภัส สุนทรนนท์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) ดร.พงษ์พิพัฒน์ อานันทนสกุล (มหาวิทยาลัยมหิดล) ผศ.ดร.วิจันวงศ์ กรีพละ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต เฉลิมพระเกียรติสกลนคร) ผศ.ดร.กฤษ ชัยมูล (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม) ดร.เฉลิมพล กาญจนวรรณท์ (นักวิจัยอิสระ) Dr. Jinyu Choi (Korea Railroad Research Institute) Dr. Jitaek Oh (Korea Research Institute) Dr. Seon Keun Hwang (Korea Railroad Research Institute) และนักวิจัยท่านอื่นๆจาก Korea Railroad Research Institute ที่ได้ช่วยวาง รากฐานการดำเนินงานและสนับสนุนข้อมูลอันเป็นประโยชน์ตั้งแต่โครงการแผนพัฒนามาตรฐานระบบรางจนมาถึงโครงการ ปัจจุบัน ตลอดจนนักวิจัยและคณะทำงานสนับสนุนทุกท่าน ที่ร่วมมือร่วมใจทุ่มเทการทำงานจนโครงการแล้วเสร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายที่ปรึกษาขอขอบคุณคณะกรรมการกำกับการศึกษา และคณะกรรมการตรวจการจ้างที่ได้กรุณาชี้แนะ ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาปรับปรุงผลการศึกษาโครงการฯ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการประสานงานด้านต่างๆ จนทำให้การศึกษาโครงการฯ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ
ผู้จัดการโครงการ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว
รองผู้จัดการโครงการ
มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ



ภายใต้นโยบายการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการให้บริการโครงข่ายด้านระบบขนส่งมวลชนระบบราง ที่มุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งทางรางในช่วงทศวรรษนี้ของประเทศไทยมีความท้าทายที่สำคัญ คือ การทำให้ระบบรางของประเทศ มีระดับความปลอดภัยและการให้บริการเป็นมาตรฐานเดียวกัน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร หรือ สนข. กระทรวงคมนาคม ได้เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย ซึ่งมีความจำเป็นต่อการยกระดับความปลอดภัยและการให้บริการระบบรางของประเทศที่ลงทุนไปอย่างมหาศาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเทียบเท่าระดับสากล จึงได้ดำเนินการศึกษาแผนพัฒนามาตรฐานระบบรางของประเทศ ซึ่งได้ดำเนินการแล้วเสร็จในปีที่ผ่านมา ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่นำทางซึ่งประกอบด้วย วิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ แผนยุทธศาสตร์ และแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนา มาตรฐานระบบรางของประเทศไทยในระยะ พ.ศ. 2560-2570 ทั้งนี้ เนื่องจากโครงสร้างทางรถไฟถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญที่สุดที่จะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย คุณภาพในการให้บริการ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบขนส่งทางรางในระยะยาว ประกอบกับในทศวรรษนี้จะอยู่ในช่วงของการออกแบบและก่อสร้างงานโยธาและโครงสร้างทางรถไฟ ดังนั้นแผนปฏิบัติการในระยะเร่งด่วน จึงได้กำหนดไว้ว่าภายในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีข้อกำหนดและคุณสมบัติเฉพาะ รวมทั้งมาตรฐานและคู่มือสำหรับงานด้านโครงสร้างทางรถไฟ

เพื่อให้บรรลุผลตามแผนปฏิบัติการที่ได้วางไว้ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) จึงได้ว่าจ้างที่ปรึกษาจัดทำมาตรฐานและคู่มือการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารวบรวมและเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟทั้งในประเทศและต่างประเทศ และเพื่อจัดทำมาตรฐานและคู่มือสำหรับการออกแบบ การก่อสร้างและการบำรุงรักษางานด้านโครงสร้างทางรถไฟ เพื่อนำไปสู่ความปลอดภัยและเป็นเอกภาพ รวมทั้งช่วยให้การซ่อมบำรุงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับการลงทุน โดยผ่านขั้นตอนการทบทวน ศึกษาและเปรียบเทียบมาตรฐานต่างๆทั่วโลก อาทิ ยุโรป (European Norms (EN) and International Union of Railways (UIC)) สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย เกาหลีใต้ จีนและญี่ปุ่น เป็นต้น เกิดเป็นผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จนตกผลึกออกมาเป็นมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ จำนวน 10 มาตรฐาน คู่มือการออกแบบและก่อสร้าง 1 เล่ม และคู่มือการบำรุงรักษา 1 เล่ม โดยมุ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานและคู่มือที่จัดทำขึ้นนี้จะเป็พื้นฐานสำคัญในการผลักดันระบบรางของประเทศให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อความปลอดภัยในการเดินทางของประชาชนและยกระดับในการให้บริการเทียบเท่าสากล รองรับการเดินทางระบบรางของประเทศไทยได้อย่าง มั่นคงและยั่งยืน

สารบัญ

1 เหตุผลและความจำเป็น

1

2 วัตถุประสงค์โครงการ

3

3 เป้าหมายของการศึกษา

4

4 ภาพรวมแนวทางการดำเนินงาน

6

โครงสร้างทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง (BALLASTED TRACK)

6

โครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง (BALLASTLESS TRACK)

7

5 สรุปผลการทบทวนข้อกำหนดและมาตรฐาน โครงสร้างทางรถไฟ

9

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ
ของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS

10

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ
ของประเทศญี่ปุ่น

12

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ
ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

14

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ
ของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

16

สารบัญ (ต่อ)

5 สรุปผลการทบทวนข้อกำหนดและมาตรฐาน โครงสร้างทางรถไฟ (ต่อ)

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ ของสหรัฐอเมริกา	18
กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ ของประเทศออสเตรเลีย	20
กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟ ของประเทศไทย	21
ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบรถไฟความเร็วสูงและระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง	25

6 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ 28

สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบและวางแผนเส้นทาง	29
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง	30
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดพื้นคอนกรีต	31
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานรางเชื่อมยาว	31
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ	33
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานตำแหน่งเปลี่ยนผ่านบนทางรถไฟ	36
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ	37
สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานความปลอดภัยบนทางรถไฟ	38

สารบัญ (ต่อ)

7 สรุปภาพรวมมาตรฐานโครงสร้าง ทางรถไฟ

39

8 สรุปภาพรวมคู่มือการออกแบบและก่อสร้าง โครงสร้างทางรถไฟ

43

การออกแบบทางรถไฟ

44

การก่อสร้างและการตรวจสอบรับรองทางรถไฟ

47

9 สรุปภาพรวมคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้าง ทางรถไฟ

49

ทั่วไป

49

สาระสำคัญของคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

49

การตรวจประเมินและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

54

การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

55

แผนงานด้านความปลอดภัยและแผนเผชิญเหตุต่อภัยพิบัติ

56

สารบัญ (ต่อ)

10 สรุปผลการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อ มาตรฐานและคู่มือ	57
---	----

11 แนวทางและแผนปฏิบัติการนำมาตรฐาน และคู่มือไปใช้ประโยชน์	61
--	----

12 บทสรุป	65
-----------	----

สรุปแนวทางการดำเนินงานเพื่อยกร่างมาตรฐานและคู่มือ	65
---	----

องค์ประกอบของผลผลิตจากการดำเนินการศึกษา	66
---	----

แนวทางการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์	68
--	----

สารบัญตาราง

ตารางที่ 6-1 การศึกษาเชิงเปรียบเทียบสำหรับมาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ	29
ตารางที่ 9-1 แสดงวงรอบของการตรวจประเมินทางรถไฟ	53
ตารางที่ 9-2 แสดงค่าวงรอบของการบำรุงรักษาขององค์ประกอบต่าง ๆ บนทางรถไฟ	54
ตารางที่ 11-1 แผนปฏิบัติงานการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์	63

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 แผนที่นำทางเพื่อการพัฒนามาตรฐานระบบรางของประเทศไทย	2
รูปที่ 4-1 องค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง	6
รูปที่ 4-2 องค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง	7
รูปที่ 4-3 ภาพรวมแนวทางการดำเนินงานของโครงการ	8
รูปที่ 5-1 กรอบโครงสร้างมาตรฐานตามลำดับขั้นในการบังคับใช้	9
รูปที่ 5-2 กรอบโครงสร้างมาตรฐานประเทศญี่ปุ่นก่อนและหลังการปรับปรุง ปี ค.ศ. 2002	13
รูปที่ 5-3 โครงสร้างองค์กรที่ดูแลกำกับการพัฒนามาตรฐานด้านระบบรางในประเทศสหรัฐอเมริกา	19
รูปที่ 5-4 โครงสร้างกฎหมาย ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย	21

สารบัญรูป

รูปที่ 5-5	แผนผังกรอบมาตรฐานของประเทศไทยและองค์ประกอบสำคัญ	22
รูปที่ 5-6	ผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) ระบบรางของประเทศไทย	22
รูปที่ 7-1	การเชื่อมโยงของมาตรฐานกับการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟ	40
รูปที่ 9-1	ขั้นตอนการดำเนินการวางแผนตรวจสอบและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ	50
รูปที่ 9-2	แสดงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพของทางรถไฟ	52
รูปที่ 9-3	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของทางรถไฟและรอบของการซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน	53
รูปที่ 9-4	ลักษณะการส่งผ่านเสียงดังจากแหล่งบนทางรถไฟไปสู่ผู้รับ	55
รูปที่ 10-1	บรรยากาศในการประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อร่างมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ	57
รูปที่ 10-2	บรรยากาศงานสัมมนากลุ่มเป้าหมาย	58
รูปที่ 10-3	บรรยากาศในงานสัมมนารับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	58
รูปที่ 10-4	บรรยากาศการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 1	59
รูปที่ 10-5	บรรยากาศการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 2	60
รูปที่ 12-1	องค์ประกอบของมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ ทั้ง 10 มาตรฐาน	68



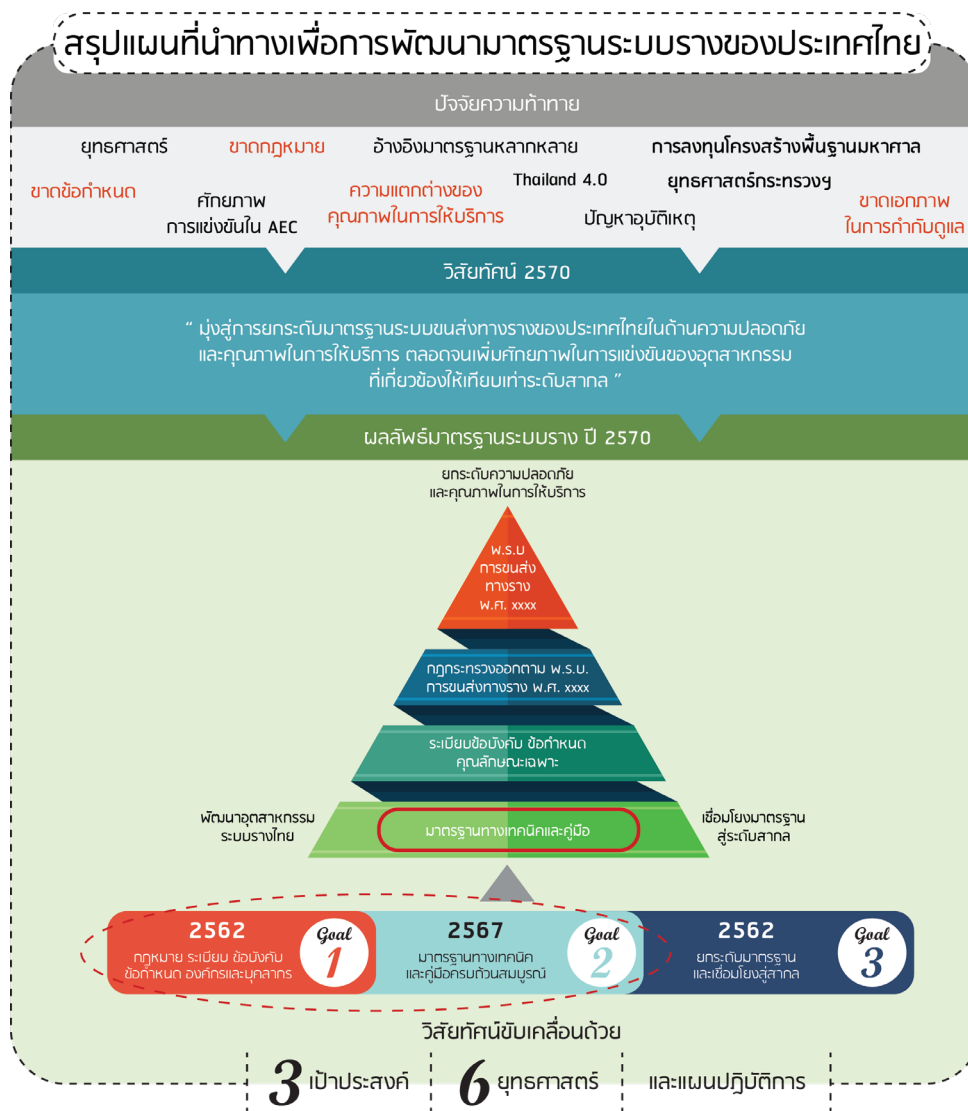
1 | เหตุผลและความจำเป็น

นโยบายการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการให้บริการโครงการด้านระบบขนส่งมวลชนด้วยระบบรางไปโดยปรับโครงสร้างการบริหารจัดการที่โดยมีการแยกบทบาทและภารกิจของหน่วยงานระดับนโยบาย หน่วยงานกำกับดูแล และหน่วยงานปฏิบัติที่ชัดเจน รวมไปถึงการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแลงานทางด้านระบบราง เพื่อทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานการให้บริการ ความปลอดภัยการลงทุนโครงสร้าง และการบำรุงรักษา รวมทั้งการบริหารจัดการ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการพัฒนาการระบบรางให้เป็นโครงข่ายหลักของประเทศ ตลอดจนมีการพิจารณาปรับปรุงกฎหมายระเบียบที่เกี่ยวข้องกับสาขาการขนส่ง และการประกอบกิจการโลจิสติกส์ให้ทันสมัยสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันและมีความชัดเจนในทางปฏิบัติ

การพัฒนาการระบบขนส่งมวลชนระบบรางของประเทศถือเป็นส่วนสำคัญที่ต้องมีการดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐาน ทั้งทางด้านการออกแบบ การก่อสร้าง การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และสร้างความมั่นใจทั้งต่อผู้ให้บริการ และผู้ใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน แต่เนื่องจากปัจจุบันการพัฒนาการระบบขนส่งทางรางของประเทศ ยังขาดมาตรฐาน และหลักการออกแบบ การก่อสร้างและการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟที่เหมาะสมต่อการใช้งานและ/หรือการปฏิบัติ ส่งผลทำให้โครงการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งทางรางของประเทศต้องอ้างอิงมาตรฐาน และการใช้งานและ/หรือการปฏิบัติ จากแบบอย่างที่ดีในต่างประเทศ (Best Practices) ส่งผลให้ประสบปัญหาด้านความเป็นเอกภาพของการดำเนินงาน การตัดสินใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการเลือกมาตรฐาน และการใช้งานและ/หรือการปฏิบัติที่เหมาะสม ตลอดจนความเชื่อมั่นของผู้ใช้บริการ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ถือเป็นความท้าทายต่อการพัฒนาระบบขนส่งทางรางของประเทศ และงานด้านวิศวกรรมระบบราง ที่ต้องตระหนักถึงการพัฒนาระบบขนส่งทางรางของประเทศให้มีมาตรฐาน และความปลอดภัยในการให้บริการต่อผู้ใช้บริการ และคุณภาพโครงสร้างทางรถไฟที่ดีของประเทศ รวมถึงคุณภาพเชิงวิศวกรรมที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทางสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้เห็นความสำคัญของการพัฒนามาตรฐานระบบขนส่งทางรางของประเทศ จึงได้ดำเนินการจัดทำโครงการการศึกษาแผนพัฒนามาตรฐานระบบรางของประเทศไทย ซึ่งได้ดำเนินการศึกษาแล้วเสร็จในปี พ.ศ.2559 โดยได้แผนที่นำทางเป็นผลลัพธ์จากการศึกษาซึ่งประกอบด้วย วิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ แผนยุทธศาสตร์ และแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนามาตรฐานระบบรางของไทยในระยะปี พ.ศ.2560-2570 ที่ครอบคลุมทุกด้านของระบบราง ดังรูปที่ 1-1





รูปที่ 1-1 แผนที่นำทางเพื่อการพัฒนามาตรฐานระบบรางของประเทศไทย

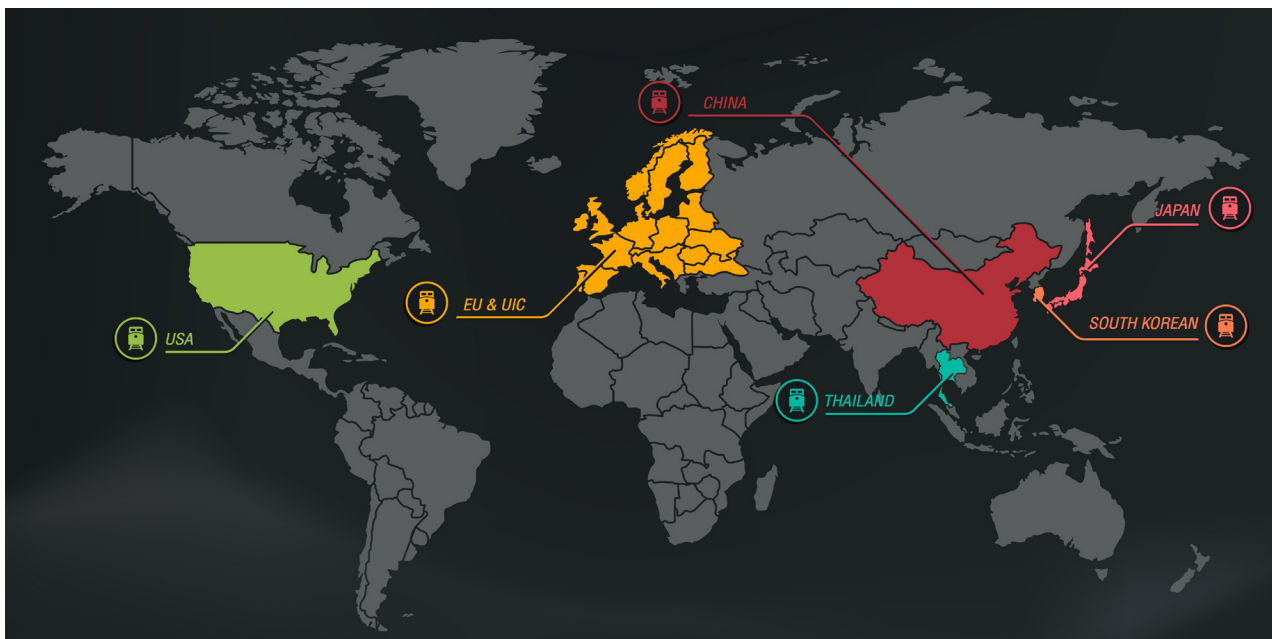
ดังนั้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่ได้วางไว้ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) จึงได้จัดทำมาตรฐานและคู่มือการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟขึ้นโดยผ่านขั้นตอนการทบทวน ศึกษาและเปรียบเทียบมาตรฐานต่าง ๆ ทั่วโลก อาทิ ยุโรป (European Norms (ENs) and International Union of Railways (UIC)) สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย เกาหลีใต้ จีนและญี่ปุ่น เป็นต้น เกิดเป็นผลลัพธ์ที่ผ่านกระบวนการรับฟังความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จนตกผลึกออกมาเป็นมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ จำนวน 10 มาตรฐาน คู่มือการออกแบบ และก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ 1 เล่ม และคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ 1 เล่ม





2 | วัตถุประสงค์โครงการ

2.1 เพื่อศึกษารวบรวมและเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษางานโครงสร้างทางรถไฟทั้งในประเทศและต่างประเทศ



2.2 เพื่อจัดทำมาตรฐานและคู่มือสำหรับการออกแบบ การก่อสร้างและการบำรุงรักษางานด้านโครงสร้างทางรถไฟ เพื่อนำไปสู่ความปลอดภัยและเป็นเอกภาพ รวมทั้งช่วยให้การซ่อมบำรุงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ากับการลงทุน





3 | เป้าหมายของการศึกษา

การศึกษาและจัดทำคู่มือการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษางานโครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟเพื่อนำไปสู่ความปลอดภัยและความเป็นเอกภาพทางด้านการดำเนินงานระบบขนส่งทางรางและงานด้านวิศวกรรมระบบรางของประเทศ และเพื่อให้บรรลุตามแผนปฏิบัติการด้านการพัฒนามาตรฐานระบบรางของไทยในระยะปี พ.ศ.2560 - 2570 โดยมีผลลัพธ์จากการศึกษาที่ประกอบด้วย 10 มาตรฐาน และ 2 คู่มือโดยมีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ จำนวน 10 มาตรฐาน



- ❖ มขร S-T-001-256x มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ
- ❖ มขร S-T-002-256x มาตรฐานเขตโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ มขร S-T-003-256x มาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง
- ❖ มขร S-T-004-256x มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง
- ❖ มขร S-T-005-256x มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง
- ❖ มขร S-T-006-256x มาตรฐานรางเชื่อมยาว
- ❖ มขร S-T-007-256x มาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ
- ❖ มขร S-T-008-256x มาตรฐานตำแหน่งเปลี่ยนผ่านบนทางรถไฟ
- ❖ มขร S-T-009-256x มาตรฐานความปลอดภัยบนทางรถไฟ
- ❖ มขร S-T-010-256x มาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ

คู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ



- ❖ การออกแบบและก่อสร้างเขตโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ การออกแบบและวางแนวเส้นทางรถไฟ
- ❖ การออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง
- ❖ การออกแบบโครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง
- ❖ การวิเคราะห์และตรวจสอบรางเชื่อมยาว
- ❖ องค์ประกอบโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ การออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟบริเวณจุดเปลี่ยนผ่าน
- ❖ ความปลอดภัยในการทำงานบนทางรถไฟ
- ❖ การออกแบบและก่อสร้างทางระบายน้ำ





คู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ



- ❖ งานวางแผนการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ การตรวจประเมินสภาพทางรถไฟ
- ❖ งานบำรุงรักษาซ่อมแซมโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ ความปลอดภัยในงานบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ
- ❖ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม
- ❖ แผนเผชิญเหตุต่อภัยพิบัติ

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟจำนวน 10 มาตรฐาน คู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ 1 เล่มและคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ 1 เล่ม ที่จัดทำขึ้นนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นที่เป็นรากฐานสำคัญในการผลักดันระบบรางของประเทศไทยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ที่มีความปลอดภัยและมีระดับในการให้บริการเทียบเท่าสากล



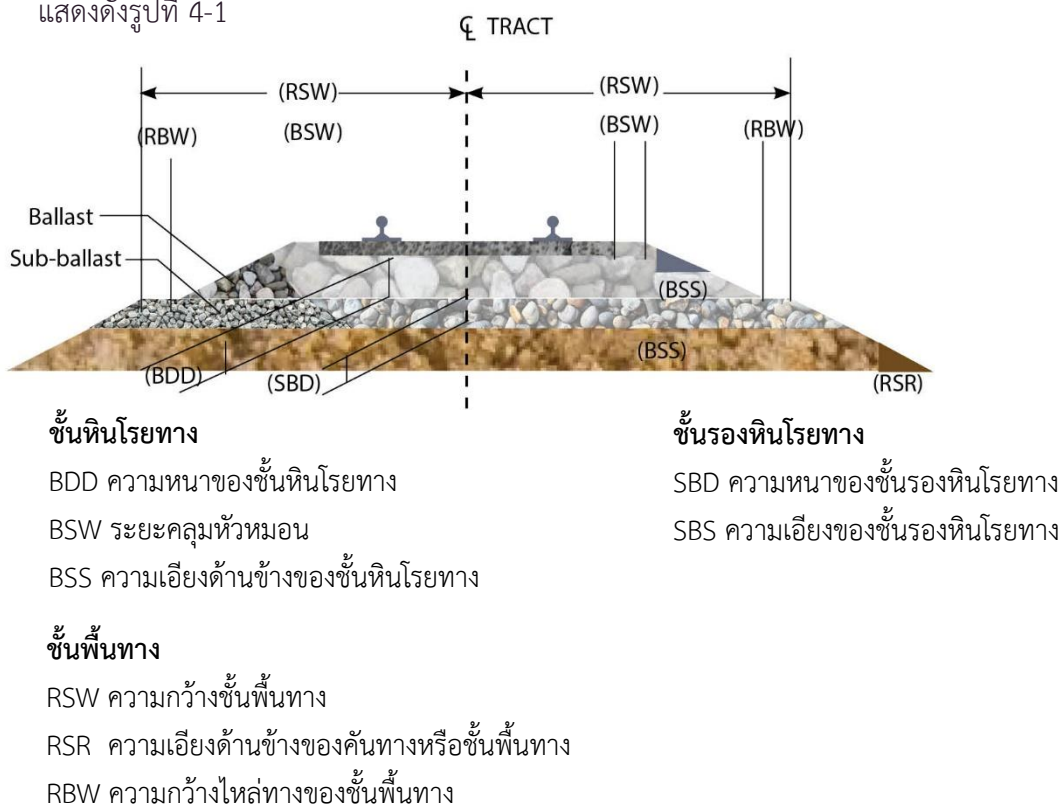


4 | ภาพรวมแนวทาง การดำเนินงาน

แนวทางการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการนั้นจำเป็นต้องเริ่มต้นจากการกำหนดนิยามของโครงสร้างทางรถไฟทั้งนี้โครงสร้างทางรถไฟสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทตามลักษณะขององค์ประกอบของโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

4.1 โครงสร้างทางรถไฟชนิดหินโรยทาง (Ballasted Track)

โครงสร้างทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง ถือเป็นโครงสร้างทางรถไฟที่มีการใช้กันมาอย่างยาวนานทั่วโลก เนื่องจากค่าก่อสร้างต่อระยะทางที่ไม่สูงมากนัก การดูดซับเสียงและแรงกระแทกได้ดี การซ่อมบำรุงสามารถทำได้ง่าย โครงสร้างทางรถไฟที่วิ่งระหว่างเมือง ของการรถไฟแห่งประเทศไทย จะเป็นโครงสร้างแบบมีหินโรยทาง โดยมีองค์ประกอบโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทางแสดงดังรูปที่ 4-1



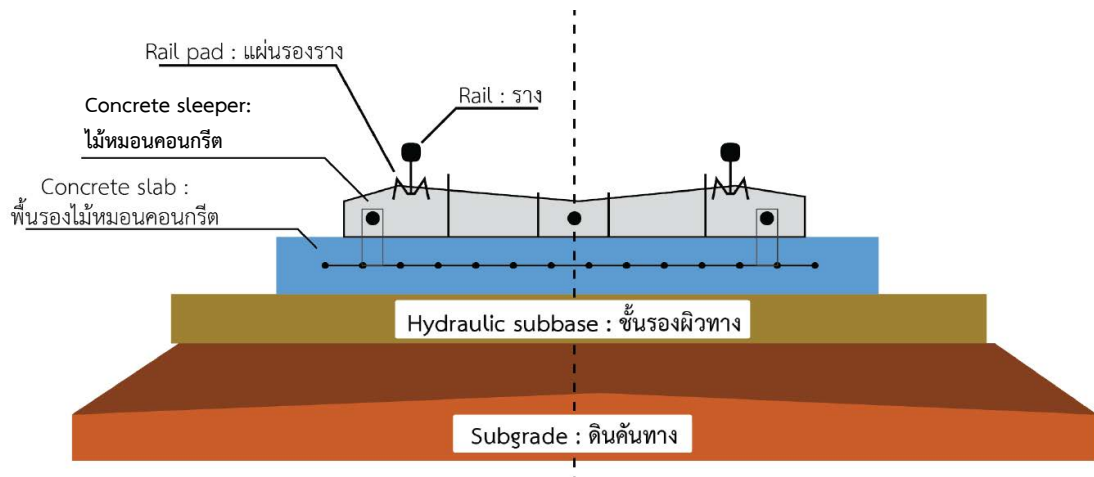
รูปที่ 4-1 องค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง (Ballasted Track)





4.2 โครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง (Ballastless Track)

โครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง (Ballastless Track) หรือโครงสร้างทางรถไฟที่วางอยู่บนแผ่นพื้นคอนกรีต หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Concrete Slab Track โครงสร้างทางรถไฟชนิดนี้เพิ่งมีการพัฒนาขึ้นในไม่กี่ทศวรรษมานี้ เนื่องจากมีความแข็งแรง มีอายุการใช้งานยาวนาน มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม จึงนิยมใช้กับทางรถไฟฟ้ามหานครในเมือง (Urban Transit System) และรถไฟความเร็วสูง (High Speed Rail) ซึ่งมีหลายรูปแบบเป็นการเฉพาะตามแต่ละมาตรฐานและผลิตภัณฑ์ โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน องค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง ได้แก่ รางรถไฟ (Rail) แผ่นยางรองราง (Rail Pad) เครื่องยึดเหนี่ยวราง (Fastening System) หมอนคอนกรีต (Concrete Sleeper) แผ่นพื้นคอนกรีต (Concrete Slab) และชั้นรองพื้นทางหรือสะพาน (Subgrade or Viaduct) (รูปที่ 4-2)



รูปที่ 4-2 องค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง (Ballastless Track)

กิจกรรมหลักตามแนวทางการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ มีดังต่อไปนี้

- 01** การรวบรวมข้อมูลประเภทปฐมภูมิและทุติยภูมิทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (ENs, สหรัฐอเมริกา, UIC, จีน, ญี่ปุ่น, เกาหลีใต้ และออสเตรเลีย) จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) และศึกษาเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Study) เพื่อนำไปสู่บทสรุปของข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้เหมาะสมที่สุดกับบริบทของประเทศไทย

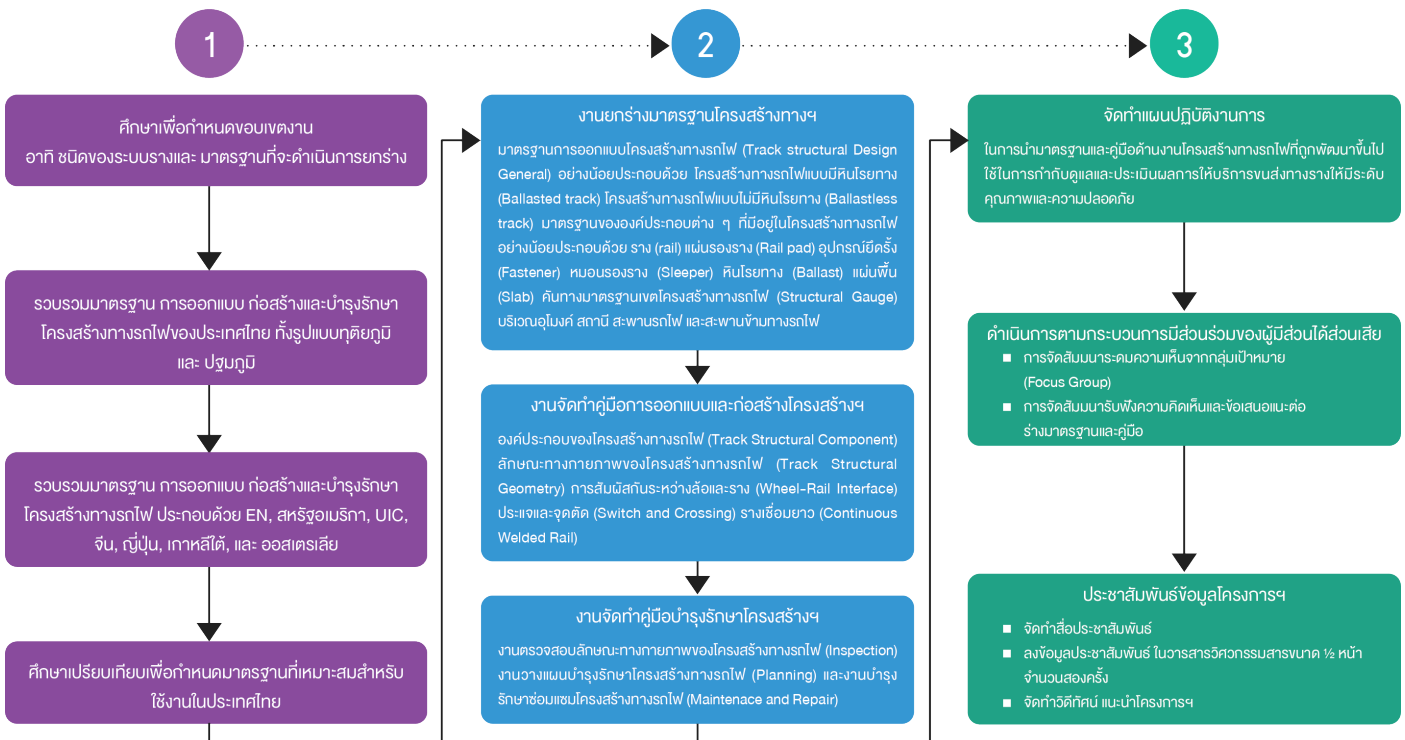
02 การยกร่างมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ การจัดทำคู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ และการจัดทำคู่มือบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ





03 การจัดทำแผนปฏิบัติงาน เพื่อประโยชน์ในการกำกับดูแล รวมถึงการประเมินผลการให้บริการที่เน้นคุณภาพและความปลอดภัย การดำเนินการตามกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยการจัดสมัมนาระดมความเห็นจากกลุ่มเป้าหมาย การจัดสมัมนาระดมความเห็นจากผู้แทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อร่างมาตรฐานและคู่มือ และการประชาสัมพันธ์ข้อมูลโครงการ โดยการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ การตีพิมพ์ข้อมูลประชาสัมพันธ์ในวารสารวิชาชีพ ตลอดจนการจัดเวทีทัศน์แนะนำโครงการ

ภาพรวมแนวทางการดำเนินงานของโครงการที่แสดงถึงรายละเอียดของกิจกรรมหลักตามแนวทางการดำเนินงานเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-3 ภาพรวมแนวทางการดำเนินงานของโครงการ



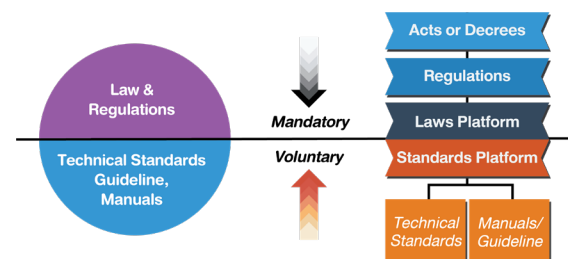


5 | สรุปผลการทบทวนข้อกำหนด และ มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ

แนวทางการทบทวนและศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐาน การออกแบบ การก่อสร้าง และการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟทำให้เกิดการทบทวนกฎหมายและข้อกำหนดไปจนถึงมาตรฐานและคู่มือ โดยมุ่งเน้นไปที่ข้อกำหนดและมาตรฐานของประเทศต่างๆ รวม 6 ประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย และประเทศไทย และ 1 ภูมิภาค ได้แก่ กลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และยิ่งรวมถึง International Union of Railways (UIC) อีกด้วย ซึ่งผลการทบทวนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแสดงถึงโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของประเทศต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อีกทั้งข้อเด่นและข้อด้อย รวมถึงความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุดภายใต้บริบทของประเทศไทย

หรือความพึงพอใจของผู้ที่จะนำไปใช้งาน (Voluntary) ได้แก่ มาตรฐานประเภทมาตรฐานทางเทคนิค (Technical Standard) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Product Standard) และคู่มือ (Manual) รูปที่ 5-1 แสดงกรอบโครงสร้างมาตรฐานที่แบ่งตามลำดับชั้นของการบังคับใช้ หลายประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีระบบรางได้มีการวางโครงสร้างมาตรฐานไว้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากในประเทศที่ก้าวหน้าเหล่านั้น การพัฒนามาตรฐานไม่ใช่เป็นเพียงแค่การยกระดับความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตเท่านั้น แต่จะส่งผลไปถึงการพัฒนาบุคลากร การพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรม ตลอดจนจะส่งผลถึงการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศอย่างมีนัยสำคัญด้วย สำหรับประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้ริเริ่มพัฒนากกรอบโครงสร้างมาตรฐานของประเทศไทยภายใต้แผนพัฒนามาตรฐานของประเทศไทย

กรอบโครงสร้างมาตรฐาน (Standardization Platform) คือ โครงสร้างมาตรฐานตามลำดับชั้นของการบังคับใช้ สามารถแบ่งได้ 2 ส่วนหลัก คือ (ก) มาตรฐานที่สามารถบังคับใช้ตามกฎหมาย (Mandatory) ได้แก่ พระราชบัญญัติ (Acts) ประกาศ ข้อกำหนด/กฎกระทรวง (Regulations) และคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications) ถือเป็นมาตรฐานที่สามารถใช้อำนาจบังคับใช้ได้ตามกฎหมาย และ (ข) มาตรฐานที่ขึ้นอยู่กับความสมัครใจ



รูปที่ 5-1 กรอบโครงสร้างมาตรฐานตามลำดับชั้นในการบังคับใช้





5.1 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ International Union of Railways (UIC)

กรอบโครงสร้างมาตรฐานระบบโครงสร้างทางรถไฟของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ International Union of Railways (UIC) สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลักๆ ได้แก่



01 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน Technical Specifications for Interoperability (TSIs)

กรอบมาตรฐาน Technical Specifications for Interoperability (TSIs) เป็นมาตรฐานที่มีการบังคับใช้ในกลุ่มประเทศยุโรปด้วยความสมัครใจ ซึ่งเน้นไปที่การทำให้ระบบรถไฟที่แตกต่างกันนั้นสามารถใช้งานร่วมกันได้ (Interoperability) โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยุโรปให้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบรถไฟทั่วไปและระบบรถไฟความเร็วสูง และมีการรวมกันของมาตรฐานสำหรับรถไฟปกติและมาตรฐานรถไฟความเร็วสูง ทั้งนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้มาตรฐาน TSIs สำหรับระบบรางแบบปิด อย่างไรก็ตามมีการแนะนำในเรื่องต่างๆที่ต้องปฏิบัติ แต่ไม่ได้ให้รายละเอียดว่าต้องปฏิบัติอย่างไร และมีรายละเอียดรองรับระบบรถไฟความเร็วสูงได้ถึง 350 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



03 กรอบโครงสร้างมาตรฐานยุโรป European Standards (ENs)

การใช้งานร่วมกันได้ของระบบราง (Interoperability) และมีความครบถ้วนในด้านเนื้อหาข้อแนะนำทางเทคนิคสำหรับงานวิศวกรรม

กรอบมาตรฐาน European Standard (ENs) เป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรป ครอบคลุมทั้งในด้านวัสดุ อุปกรณ์ และการบริการ โดยมีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประเทศในทวีปยุโรป และสร้างมาตรฐานให้เป็นหนึ่งเดียวกัน กรอบมาตรฐาน ENs ที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งทางรางมีมากกว่า 1,000 มาตรฐาน ทั้งนี้กรอบมาตรฐาน ENs ไม่ได้ทำการแยกหมวดระบบรางหรือตัวรถไฟออกมาเหมือนกับกรอบมาตรฐาน UIC เป็นการรวมกันของมาตรฐานจาก



02 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน International Union of Railways (UIC)

International Union of Railways (UIC) เป็นองค์การความร่วมมือด้านระบบรางในระดับนานาชาติซึ่งก่อตั้งในปี ค.ศ 1922 ในกรุงปารีส มีสมาชิกจากเกือบทุกภูมิภาคของโลก UIC ทำการพัฒนาข้อกำหนดทางด้านระบบรางโดยเน้นให้มีความสามารถใช้งานร่วมกันได้ (Interoperability) ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับระบบรางโดยเฉพาะที่สามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบรถไฟทั่วไปและระบบรถไฟความเร็วสูง แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ Obligation, Recommendation และ Information มีการเผยแพร่ออกมาโดยไม่มีผลบังคับใช้ในทางกฎหมายกับประเทศสมาชิก ยังสามารถนำมาใช้อ้างอิงสำหรับการสร้างข้อกำหนดด้านการออกแบบ ตลอดจนมีรายละเอียดในด้าน

- European Committee for Standardization (CEN)
- European Committee for Electro technical Standardization (CENELEC)
- European Telecommunications Standard Institute (ETSI)





ทั้งนี้มาตรฐานจาก CEN จะเป็นมาตรฐานทางด้านวิศวกรรม มาตรฐานจาก CENELEC จะเป็นมาตรฐานทางด้านระบบไฟฟ้า และมาตรฐานจาก ETSI จะเป็นมาตรฐานทางด้านระบบการสื่อสาร โดยมาตรฐาน ENs เป็นมาตรฐานที่มีการบังคับใช้ในกลุ่มสมาชิก European Union (EU) และมีความสอดคล้องกันกับมาตรฐาน International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเป็นมาตรฐานนานาชาติ ทำให้ถือได้ว่ามาตรฐาน ENs เป็นมาตรฐานนานาชาติ (International Standard) ไปด้วย ข้อกำหนดการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษาทางรถไฟของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป ได้มีการจัดตั้งหน่วยงาน European Railway Agency ขึ้นเมื่อ ปี ค.ศ. 2004 ภายใต้ REGULATION (EC) No 881/2004 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนด้านเทคนิค

สำหรับกลุ่มองค์กรที่รับผิดชอบ และควบคุมดูแลในการพัฒนาศักยภาพการแข่งขันในการให้บริการขนส่งระบบราง ด้วยการยกระดับการใช้งานระบบรางร่วมกัน และพัฒนาแนวทางด้านความปลอดภัยของระบบรางในกลุ่มประเทศยุโรป โดยปราศจากข้อจำกัดด้านพรมแดนด้วยหลักประกันด้านความปลอดภัยในระดับสูง ทั้งนี้ภายหลังปี ค.ศ. 2006 มีการพัฒนามาตรฐานภายใต้ TSIs ครอบคลุมการขนส่งระบบรางในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปในแทบทุกด้าน ทำให้ในปัจจุบันระบบมาตรฐาน TSIs ได้เข้ามาเปลี่ยนโครงสร้างและบทบาทของการมาตรฐานระบบรางในยุโรปไปอย่างสิ้นเชิง ซึ่งในอนาคตอันใกล้ระบบมาตรฐาน TSIs อาจจะเข้ามามีบทบาทในฐานะมาตรฐานหลักสำหรับกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปต่อไป

มาตรฐานควบคุมทางเทคนิคสำหรับทางรถไฟของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรปมีเนื้อหาส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานโยธาและทางรถไฟจะอยู่ในหมวดที่ 1, 2, 4 และ 5 โดยมีรายละเอียดสำคัญประกอบด้วย

- 01 ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ของ TSIs
- 02 องค์ประกอบของเนื้อหาข้อกำหนด Directive 2008/57/EC ได้แก่
 - 01 ขอบเขตของวัตถุประสงค์ (Section 2)
 - 02 ส่วนที่จำเป็นของระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Section 3)
 - 03 การสร้างระบบข้อมูลและข้อมูลจำเพาะด้านเทคนิค (Section 4)
 - 04 การระบุถึงการใช้งานทางมาตรฐานร่วมกัน (Interoperability) ซึ่งจะต้องครอบคลุมทั้งยุโรป ซึ่งมีความจำเป็นที่จะใช้ทำงานร่วมกันภายใต้สหภาพการรถไฟ (section 5)
 - 05 ขั้นตอน (States) ในแต่ละกรณีภายใต้การพิจารณา โดยขั้นตอนนี้จะใช้เพื่อประเมินความสอดคล้องหรือความเหมาะสมสำหรับการทำงานร่วมกัน (Section 6)
 - 06 กลยุทธ์ (Strategy) นี้ใช้สำหรับการนำไปใช้กับ TSIs (Section 7)
 - 07 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Staff Concerned) ผู้ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ (Professional) และผู้ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านสุขภาพและด้านความปลอดภัยในการดำเนินงาน (Operation) และการบำรุงรักษาของระบบโครงสร้างทางรถไฟให้ใช้ตามที่ระบุไว้ใน TSIs (Section 4)
- 03 องค์ประกอบของระบบโครงสร้างพื้นฐาน และการบำรุงรักษาที่เกี่ยวข้องกับระบบโครงสร้างพื้นฐาน มีรายละเอียดระบุใน Annex II (2.1. Infrastructure) ของ Directive 2008/57/EC





5.2 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศญี่ปุ่น

กฎหมายและมาตรฐานของรถไฟในประเทศญี่ปุ่นมีวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงมาตลอดกว่า 30 ปี ซึ่งในการปรับปรุงและเพิ่มเติมข้อบังคับกฎและกฎกระทรวง ครอบคลุมถึงหลักการการปกครอง มาตรฐานและการปฏิบัติงาน มาตรฐานการรถไฟของประเทศญี่ปุ่นในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลัก คือ

01 มาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards, JIS) มาตรฐาน JIS ได้รับการพิจารณาโดยคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards Committee, JISC) และรัฐมนตรีว่าการกระทรวง และตีพิมพ์โดยสมาคมมาตรฐานประเทศญี่ปุ่น (Japanese Standards Association, JSA)

02 มาตรฐานการรถไฟประเทศญี่ปุ่น (Japanese National Railways Standards, JRS)

- การรถไฟแห่งชาติญี่ปุ่น (Japanese National Railways, JNR) การปฏิรูปการรถไฟญี่ปุ่นให้เป็นบริษัทมหาชนเรียกว่า JNR ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1949 ดำเนินการสร้างทางรถไฟความยาวกว่า 2,000 กิโลเมตรทั่วประเทศ ญี่ปุ่น ยกเว้นเขตโอกินาวา และเป็นผู้ประกอบการรถไฟที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ อย่างไรก็ตาม JNR ถูกแปรรูปออกเป็นบริษัทรถไฟในปี ค.ศ. 1987 เนื่องจากเกิดปัญหาภาระหนี้สินและปรับปรุงกระบวนการจัดการ

- มาตรฐานสินค้าของ JNR มาตรฐาน JRS เป็นมาตรฐานสินค้าของรถไฟจัดตั้งขึ้นโดย JNR สินค้าที่ JNR ชื่อนั้นไม่ใช่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทั่วไป แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับทางรถไฟ ได้แก่ ตัวรถไฟ สัญญาณ อุปกรณ์ และหมอนรางรถไฟ ตั้งแต่ JNR แยกตัวออกมา มีการสร้างมาตรฐานของสินค้าที่เป็นรูปแบบสำคัญสำหรับ JNR และจัดตั้งคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าและกรอบโครงสร้างสำหรับส่งเสริมมาตรฐาน JRS

- การแปรรูป JNR และล้มเลิก JRS โดยในปี ค.ศ. 1987 JNR ถูกแปรรูปออกเป็นบริษัทรถไฟญี่ปุ่น และในเวลาเดียวกัน JRS ถูกยกเลิก ตัวเลขสินค้ากว่า 2,800 ขึ้นอยู่ในระหว่างขั้นตอนสุดท้ายของ JNR บางส่วนของ JRS ถูกเปลี่ยนแปลงเป็น JIS อย่างไรก็ตาม หลายๆ ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในข้อกำหนดของ JRS

03 มาตรฐานด้านเทคนิคการรถไฟประเทศญี่ปุ่น (Technical Regulatory Standards on Japanese Railways) มาตรฐานด้านเทคนิคการรถไฟประเทศญี่ปุ่นเป็นที่รู้จักในนาม SHOREI และเป็นชื่อของมาตรฐานทางเทคนิคที่จัดตั้งขึ้นโดยกระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐานคมนาคม และการท่องเที่ยว (MLIT) เนื้อหาคำสั่งของรัฐมนตรีในหลักการกฎระเบียบที่จำเป็นต่อประสิทธิภาพการทำงาน ที่เรียกว่า กฎระเบียบที่ใช้สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกทางรถไฟ โครงสร้างตัวรถไฟและการดำเนินงานกิจการรถไฟ

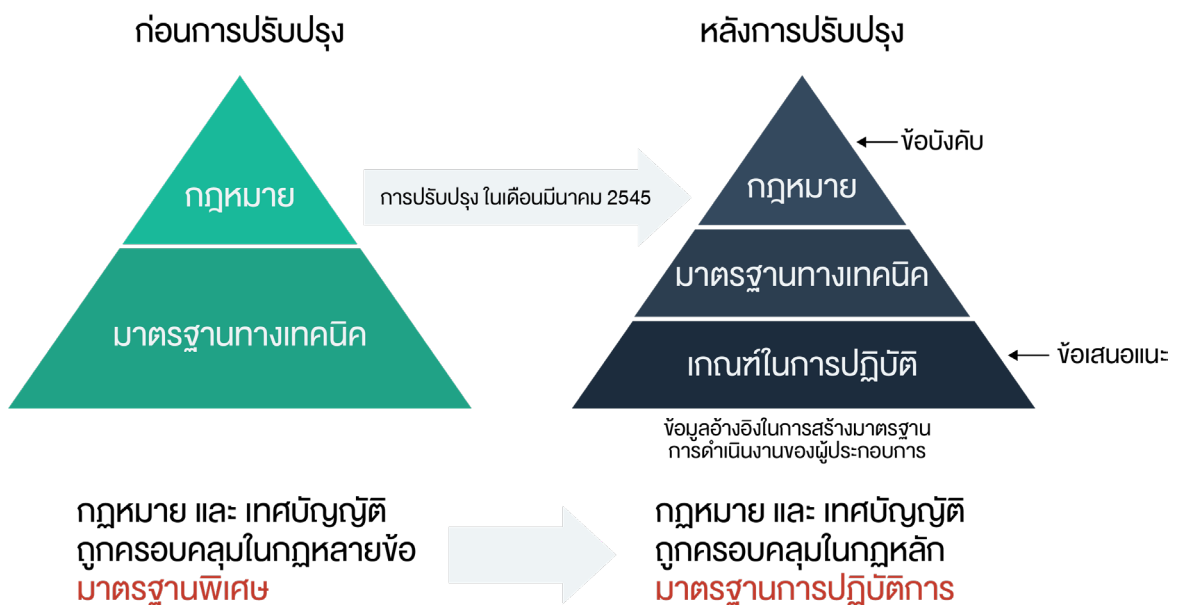
04 มาตรฐานสมาคมอุตสาหกรรมล้อเลื่อนรถไฟประเทศญี่ปุ่น (Japan Association of Rolling Stock Industries Standards, JRIS) มาตรฐาน JRIS เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมของล้อเลื่อนรถไฟ โดยสมาคมอุตสาหกรรมล้อเลื่อนรถไฟประเทศญี่ปุ่น (Japan Association of Rolling Stock Industries, JARI) มาตรฐานเหล่านี้จะประกอบด้วย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐานการทดสอบ และมาตรฐานการออกแบบอุปกรณ์และส่วนประกอบ





ข้อกำหนดการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษาทางรถไฟของประเทศไทยได้เกิดจากการทบทวนปรับปรุงมาตรฐานระบบรางครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 2002 ซึ่งในการปรับปรุงครั้งนั้นได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อบังคับและกฎกระทรวงที่ครอบคลุมถึงการ การปกครอง มาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยในปีดังกล่าวประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานกลางที่มีเนื้อหาครอบคลุมมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบรางของประเทศ คือ มาตรฐานควบคุมทางเทคนิค

สำหรับระบบรางของประเทศไทย (Technical Regulatory Standards on Japanese Railways) และมีการปรับปรุงโดยการประกาศในกฎกระทรวงเพิ่มเติมและลดทอนเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จนกระทั่งปัจจุบันนับเป็นฉบับปรับปรุงแก้ไขปี ค.ศ. 2012 โดยโครงสร้างมาตรฐานหลักของประเทศไทยก่อนและหลังการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 5-2



รูปที่ 5-2 กรอบโครงสร้างมาตรฐานประเทศไทยก่อนและหลังการปรับปรุง ปี ค.ศ. 2002

มาตรฐานควบคุมทางเทคนิคสำหรับระบบรางของประเทศไทย (Technical Regulatory Standards on Japanese Railways) จัดทำขึ้นโดยสำนักงานระบบราง สังกัดกระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน การขนส่ง และการท่องเที่ยว มาตรฐานควบคุมทางเทคนิคฉบับนี้แบ่งออกเป็น 120 มาตรฐานในทั้งหมด 11 หมวด โดยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานโยธาและทางรถไฟ จะอยู่ในหมวดที่ 1, 3, 4 และ 5 มีรายละเอียดที่สำคัญประกอบด้วย มาตรฐานโดยผู้ประกอบการ (Implementation Standard) การป้องกันเสียงรบกวนรุนแรง การขนส่งอย่างราบรื่นของผู้สูงอายุและคนพิการ ขนาดทาง (Gauge) แนวเส้นทาง (Alignment) รัศมีโค้งราบ (Radius of curvature) การยกโค้ง (Cant) การขยายขนาดทาง (Gauge





Widening) โค้งเปลี่ยน (Transition Curve) ความลาด (Gradient) โค้งตั้ง (Vertical Curve) ขนาดโครงสร้าง (Structure Gauge) ทางรถไฟ (Track) โครงสร้าง (Structure) สิ่งอำนวยความสะดวกในการป้องกันภัยพิบัติและเหตุการณ์อื่นๆ สิ่งอำนวยความสะดวกของสถานีรถไฟใต้ดิน การป้องกันรถไฟที่ควบคุมไม่อยู่ การไม่ให้มีการบุกรุกทางวิ่ง

อุปกรณ์อำนวยความสะดวกเพื่อการอพยพ ป้ายบอกทาง สิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณสถานี ขานขาลา การเข้าถึงของผู้โดยสาร โรงจอดและซ่อมบำรุง (Depot) จุดตัดถนน (Intersection with Road) และทางผ่านเสมอระดับ (Level Crossing)

5.3 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

โครงสร้างมาตรฐานของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน แบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ โดยแบ่งได้เป็น มาตรฐานแห่งชาติ (National Standards), มาตรฐานวิชาชีพ (Professional Standards), มาตรฐานท้องถิ่น (Local Standards), และมาตรฐานองค์กร (Enterprise Standards) มาตรฐานทั้งสี่จะมีระดับขึ้นในการนำไปใช้แทนที่กันได้ กล่าวคือ มาตรฐาน Professional standards สามารถถูกใช้งานแทนที่ National Standards หรือ Enterprise Standards สามารถถูกใช้งานแทนที่ Local standards ได้ เป็นต้น โดยการประยุกต์ใช้กับงานประเภทหนึ่งๆ นั้น จะเลือกใช้มาตรฐานเพียงมาตรฐานเดียว เพื่อป้องกันการสับสน

01 มาตรฐานแห่งชาติ (National Standards) มาตรฐานนี้โดยปกติจะถูกเรียกว่า “GB Standards” ซึ่งถูกพัฒนาเป็นมาตรฐานทางด้านเทคนิคที่ถูกใช้ไปทั่ว ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในปี 2006 นั้น มีจำนวนมาตรฐาน GB ที่ถูกประกาศไปถึง 21,410 หัวข้อ โดยใน 15% นั้นเป็น มาตรฐานที่ต้องปฏิบัติตาม (Mandatory) และ 85% นั้นเป็นมาตรฐานที่เลือกปฏิบัติได้ตามความสมัครใจ (Voluntary) ประเภทของมาตรฐาน GB สามารถสังเกตได้โดยดูสัญลักษณ์นำหน้ามาตรฐาน เช่น GB หมายถึง มาตรฐานที่ต้องปฏิบัติตาม GB/T หมายถึง มาตรฐานที่เลือกปฏิบัติได้ตามความสมัครใจ และ GB/Z หมายถึง ข้อเสนอแนะต่างๆ (Guidelines) เป็นต้น มาตรฐาน GB โดยส่วนใหญ่มักถูกดัดแปลงมาจาก มาตรฐานระดับนานาชาติ เช่น ISO, IEC และ UIC

เป็นต้น นอกจากนี้ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ยังตั้งเป้าหมายในการเพิ่มจำนวนมาตรฐาน GB โดยเน้นหนักไปที่การศึกษาเชิงเปรียบเทียบกับ มาตรฐานระดับนานาชาติอีกด้วย

02 มาตรฐานวิชาชีพ (Professional Standards) มาตรฐานนี้โดยปกติจะถูกเรียกว่า “Industry Standards” ซึ่งจะถูกพัฒนาและใช้งานเมื่อหัวข้อที่สนใจนั้นไม่มี ระบุอยู่ในมาตรฐาน GB ลักษณะการบังคับใช้ก็จะ คล้ายคลึงกับมาตรฐาน GB โดยแบ่งเป็นมาตรฐานที่ ต้องปฏิบัติตาม (GB) และมาตรฐานที่เลือกปฏิบัติได้ ตามความสมัครใจ (GB/T) มาตรฐานชนิดนี้จะถูก ใช้กับหน่วยงานทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศ (Industry Sectors)





03 มาตรฐานท้องถิ่น (Local Standards) มาตรฐานนี้จะถูกใช้ในท้องถิ่นต่างๆ ซึ่งในบางกรณีอาจจะมี ความจำเป็นทางด้านความปลอดภัยหรือข้อ จำกัดทางอุตสาหกรรม จึงทำให้มาตรฐานดังกล่าว ถูกเรียกว่า “Provincial Standards” โดย มาตรฐานนี้จะถูกพัฒนาและใช้งานก็ต่อเมื่อหัวข้อ ที่สนใจนั้นไม่มีระบุอยู่ในมาตรฐาน GB และ Professional Standards สัญลักษณ์ของมาตรฐาน นี้คือ “DB+*” สำหรับมาตรฐานที่ต้องปฏิบัติตาม และ “DB+*/T” สำหรับมาตรฐานที่เลือกปฏิบัติ ได้ตามความสมัครใจ โดยเครื่องหมาย * นั้นคือ

ตัวเลขซึ่งบ่งบอกถึงข้อมูลของพื้นที่ที่บังคับใช้

04 มาตรฐานองค์กร (Enterprise Standards) มาตรฐานนี้จะถูกพัฒนาและใช้ในระดับหน่วยงาน ในกรณีที่หัวข้อที่สนใจนั้นไม่มีระบุในอยู่มาตรฐาน GB, Professional Standards, หรือ Local Standards อย่างไรก็ตามทางจิ้นยังคงพยายามสนับสนุน ให้หน่วยงานต่างๆ มีการใช้มาตรฐาน GB, Professional Standards, และ Local Standards ให้มากที่สุด

ข้อกำหนดการออกแบบเส้นทางรถไฟของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อาจถือได้ว่าเป็นมาตรฐาน Professional Standards ซึ่งในสาธารณรัฐประชาชนจีนเทียบได้กับข้อกำหนด (Regulation) ของประเทศอื่นๆ โดยสามารถ บังคับใช้ได้ตามกฎหมายและต้องยึดถือปฏิบัติ มาตรฐานประเภท Railway Professional Standards มีตัวอย่าง คือ TB มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ โดยมาตรฐานเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งใน มาตรฐานการก่อสร้างระบบรางของจีนฉบับภาษาอังกฤษ ที่เผยแพร่โดยสำนักพิมพ์ China Railway Publishing House

มาตรฐานการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีดังต่อไปนี้

(ก) มาตรฐาน TB 10082-2005 Code for Design of Railway Track เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการ ออกแบบโครงสร้างทางรถไฟทั้งหมด มาตรฐานฉบับนี้ ได้รับการรวบรวมตามข้อกำหนดของเอกสาร Tie Jian She Han 2004 ฉบับที่ 42 เอกสารที่เกี่ยวกับการ พิมพ์และประกาศใช้งาน การรวบรวม การวางแผน ข้อกำหนด บรรทัดฐานและเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการก่อสร้างทางรถไฟสำหรับปี พ.ศ. 2546 เป็นต้นไป วิศวกรผู้เชี่ยวชาญที่จะนำมาตรฐานนี้ไปใช้ต้องระลึก ไว้เสมอว่า “ผู้โดยสารมาอันดับหนึ่ง รองรับการให้ บริการการขนส่ง เสริมสร้างความแข็งแกร่งของ โครงสร้างพื้นฐานและทำงานได้ง่ายไม่ซับซ้อน การเพิ่ม ประสิทธิภาพของระบบ และความมุ่งมั่นในการ การพัฒนา” และบูรณาการกับเงื่อนไขที่เป็นรูปธรรม

ของโครงการและสภาพท้องถิ่นอย่างสร้างสรรค์ มาตรฐานต้องปลอดภัย มีความน่าเชื่อถือ มีความสมบูรณ์ ประหยัดและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง และไม่ดัดแปลงและคัดลอกมาตรฐาน หน่วยสำรวจ และออกแบบที่ดำเนินการ (หรือนำมาใช้) มาตรฐาน จะต้องไม่ลดหน่วยงานการออกแบบและบุคลากร ด้านการออกแบบตามกฎหมายใด ๆ ควบคุม และ / หรือ ความรับผิดชอบคุณภาพของโครงการทั้งระบบและ การทำงานของระบบ มาตรฐาน TB 10082-2005 Code for Design of Railway Track นี้ ประกอบ ไปด้วย 13 บท ตั้งแต่บททั่วไป นิยามศัพท์ การออกแบบ วางแนวเส้นทาง ไปจนกระทั่งถึงข้อกำหนดสำหรับ องค์ประกอบทางรถไฟ ซึ่งมักกำหนดเป็นค่าตัวเลข ซึ่งเกิดจากการวิจัยและประสบการณ์ที่สั่งสมจาก





ผู้เชี่ยวชาญนำมากลั่นกรองเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ภายในประเทศ และเฉพาะทางรถไฟขนาดมาตรฐานที่มีความเร็วไม่เกิน 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเท่านั้น มีรายละเอียดสำคัญภายในมาตรฐานฉบับนี้ประกอบด้วย

(ข) มาตรฐาน TB 10413-2003 Standard for Constructional Quality Acceptance of Railway Track Engineering ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้กำหนดเกณฑ์คุณภาพในการควบคุมงานก่อสร้างใหม่และการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ จัดทำขึ้นตามข้อกำหนดของเอกสาร Tie Jian She Han 2001 No. 72 ข้อควรปฏิบัติ และการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นไปตามมาตรฐานสำหรับวิศวกรรมก่อสร้างทางรถไฟ

ปี 2544 ที่ออกโดยกระทรวงการรถไฟแห่งประเทศไทย รัฐประชาชนจีนบนพื้นฐานของการทบทวนมาตรฐานการตรวจสอบและประเมินผลทางวิศวกรรมทางรถไฟ (TB10413-98) ประกอบด้วย 14 บท คือ บทบัญญัติทั่วไป ข้อตกลง พื้นฐานการวางแผนทาง ชันรองพื้นทางและชั้นหินโรยทาง ทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง รางเชื่อมยาว รอยต่อราง ทางหลักและการขยายตัวบริเวณรอยต่อทาง ระดับทางตัดและการป้องกัน เครื่องกั้น (Guard rail) เส้นทางและสัญญาณ อุปกรณ์ต้านการเกิดการยึดติดตัวหรือการเปลี่ยนรูป (Anti-creeping Equipment) การประเมินคุณภาพของการปฏิบัติงาน

5.4 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

กรอบโครงสร้างมาตรฐานของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี สามารถแบ่งได้ตามระดับชั้นความเข้มข้นของการบังคับใช้ เริ่มจากกฎหมายพระราชบัญญัติ (Acts) กฎกระทรวง (Enforcement Decrees) ระเบียบข้อบังคับ (Enforcement Rules and Administrative Rules) ซึ่งจะกำกับดูแลโดยหน่วยงานกำกับดูแลของรัฐบาล สังกัดกระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน และคมนาคม (Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, MOLIT) สำหรับในส่วนของการข้อกำหนด มาตรฐาน และคู่มือจะดำเนินการยกร่างและใช้งานโดยหน่วยงานด้านการก่อสร้าง ได้แก่ องค์การเครือข่ายการรถไฟประเทศสาธารณรัฐเกาหลี (Korea Rail Network Authority, KRNA) และหน่วยงานด้านการเดินรถ ได้แก่ บริษัทการรถไฟประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

(Korea Railroad Corporation, KORAIL) ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่ากรอบโครงสร้างมาตรฐานระบบรางของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี มีการแบ่งระดับการบังคับใช้ควบคู่ไปกับอำนาจหน้าที่และหน่วยงาน โดยอาศัยการออกกฎหมายและการตราพระราชบัญญัติเป็นเครื่องมือในการให้อำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ประเทศสาธารณรัฐเกาหลีมีการจัดทำมาตรฐานการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานระบบราง ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อขยายและพัฒนาเครือข่าย และสร้างระบบขนส่งทางรางและสถานี โดยมีการกำหนดคู่มือ และกฎเกณฑ์ในการดำเนินงาน การออกแบบ และการก่อสร้างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินโครงการ ประกอบไปด้วย (ก) ข้อบังคับด้าน





การก่อสร้าง โดยจะกำหนดมาตรฐานการออกแบบ และข้อกำหนดในการก่อสร้างต่างๆ และ (ข) ข้อกำหนดเพิ่มเติมในการก่อสร้าง นอกจากนี้การสร้างแบบแผนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมระบบรางก็เป็นสิ่งสำคัญ อาทิ การจัดทำนโยบายของอุตสาหกรรมการขนส่ง การกำหนดทิศทางและการแต่งตั้งบุคลากรในองค์กร แผนการสนับสนุนโครงการทั้งในด้านการลงทุน บุคลากร และเทคโนโลยีด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องและนำเข้ามาใช้ตลอดจนนโยบายความปลอดภัย เพื่อยกระดับคุณภาพในการก่อสร้างให้ก้าวหน้าไปทั่วประเทศ ซึ่งทั้งหมดนี้ดำเนินการอยู่ภายใต้การคำนึงถึงข้อจำกัดทางทรัพยากร งบประมาณ และโครงสร้างพื้นฐาน ปัจจุบันรัฐบาลของประเทศสาธารณรัฐเกาหลีได้กำหนดระดับการควบคุมการออกแบบของแต่ละโครงสร้าง ให้แตกต่างกันไปตามระดับขั้นการควบคุม โดยอ้างอิงตามมาตรฐานการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานระบบรางของประเทศ

ข้อกำหนดสำหรับมาตรฐานการก่อสร้างทางรถไฟของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี (Provisions on Railroad Construction Standards) ซึ่งข้อกำหนดนี้จัดทำขึ้นโดยหน่วยงานกำกับดูแลของรัฐบาลสังกัดกระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน และคมนาคม (MOLIT) สำหรับในส่วนของข้อกำหนดมาตรฐาน และคู่มือจะดำเนินการยกร่างและใช้งานโดยหน่วยงานด้านการก่อสร้าง (KRNA) และหน่วยงานด้านการเดินรถ (KORAIL)

มาตรฐานควบคุมทางเทคนิคสำหรับระบบรางของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ได้มีการประกาศใช้และแก้ไขเพิ่มเติมมาทั้งสิ้น 4 ครั้ง คือ ปี ค.ศ. 2009, ปี ค.ศ. 2012, ปี ค.ศ. 2013 และข้อกำหนดที่ใช้ใน

ปัจจุบัน คือ ปี ค.ศ. 2014 โดยแบ่งออกเป็น 71 มาตราในทั้งหมด 5 หมวด ทั้งนี้เนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานโยธาและทางรถไฟ จะอยู่ในหมวดที่ 1 2 และ 3 (มาตราที่ 1 ถึง มาตราที่ 27) มีรายละเอียดสำคัญ ประกอบด้วย ความสัมพันธ์กับข้อกำหนดอื่นๆ (Relationship with Other Regulations) การออกแบบทางรถไฟ เพื่อรองรับความเร็วออกแบบ (Design Speed) ขนาดทาง (Gauge) รัศมีโค้งราบ (Radius of Curvature) การยกโค้ง (Cant) ทางตัดผ่านทางโค้งเปลี่ยน (Insertion of Transition Curve) ระยะที่ยอมให้ของทางตรง และทางโค้ง (Minimum Length of Straight Line and Circular Curve) ความลาด (Gradient of Railroad) โค้งดิ่ง (Vertical Curve) ระยะขยับ (Slack) แนวเขตก่อสร้าง (Construction Gauge) ระยะห่างระหว่างทาง (Center to Center Distance of a Track) ระดับชั้นของคันทาง (Formation Level Width) การออกแบบทางรถไฟ (Considerations for Track Design) ทางตัดผ่าน (Railroad Crossing) ป้ายบอกทาง (Track Signs) ตำแหน่งของสถานี (Location of Station) การวางผังของรางในสถานี (Track Layout at Station) ชานชาลา (Platform) อุปกรณ์อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยบนชานชาลา (Convenient and Safety Facilities on Platform) งานก่อสร้างสถานีรถไฟ (Station Construction) อุปกรณ์หมุนกลับทิศทางรถไฟ (Turntable) อุปกรณ์เบี่ยงปะทะและเครื่องช่วยหยุด (Buffer Stop and Anti-roll Equipment) และงานก่อสร้างโรงจอดและซ่อมบำรุง (Depot Construction)





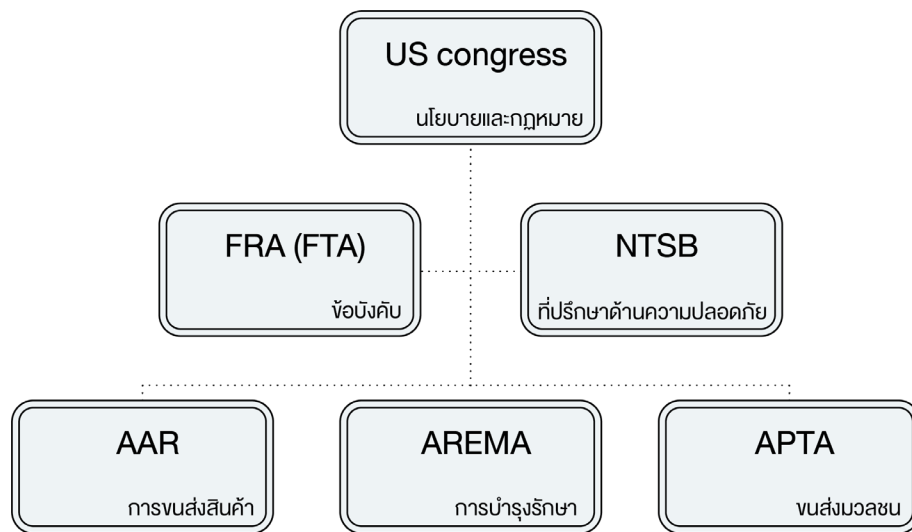
5.5 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศสหรัฐอเมริกา

กรอบโครงสร้างมาตรฐานในประเทศสหรัฐอเมริกาจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ประมวลกฎหมายข้อบังคับส่วนกลาง (Code of Federal Regulation, CFR) ที่ถูกกำหนดโดยสำนักบริหารกิจการรถไฟ (FRA) สังกัดกระทรวงคมนาคม และมาตรฐาน (Standards) ที่ถูกกำหนดโดยองค์กรด้านระบบรางของประเทศ ได้แก่ สมาคมการขนส่งทางรางประเทศสหรัฐอเมริกา (Association of American Railroads, AAR) และสมาคมการขนส่งสาธารณะประเทศสหรัฐอเมริกา (American Public Transportation Association, APTA) ซึ่งแต่ละองค์กรหน้าที่และบทบาทในการกำกับดูแลในภาคส่วนที่แตกต่างกัน แต่ยังมีความเกี่ยวเนื่องและสอดคล้องกัน โดยที่ FRA เป็นตัวแทนของรัฐบาลส่วนกลางร่วมกับคณะกรรมการความปลอดภัยทางด้านการขนส่งแห่งชาติ (National Transportation Safety Board, NTSB) ทำหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัยในระบบรางของประเทศ โดยที่ FRA มีขอบเขตหน้าที่ดูแลกำกับ รถไฟขนส่งสินค้า รถไฟขนส่งมวลชนระหว่างเมือง และการขนส่งในระบบรางอื่น ๆ ยกเว้นระบบการขนส่งรถไฟฟ้าภายในเมืองซึ่งจะถูกกำกับดูแลโดย สำนักบริหารกิจการรถไฟฟ้าในเมือง (Federal Transit Administration, FTA) โดยจะมีหน้าที่ออกข้อบังคับด้านความปลอดภัยเช่นเดียวกัน

โดยกฎข้อบังคับของ สำนักงานการรถไฟฟากลาง (FRA) เป็นไปตามประมวลกฎหมายรัฐธรรมนูญแห่งชาติซึ่งอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของรัฐสภาแห่งสหรัฐอเมริกา (US Congress) ซึ่งมีหน้าที่กำหนดแนวนโยบายสาธารณะด้านระบบรางและ

บัญญัติกฎหมาย โดยมีกฎหมายที่สำคัญได้แก่ Rail Safety Improvement Act 2008 (Title 49 United States Code) โดยหน่วยงาน สำนักงานการรถไฟฟากลาง (FRA) จะรับนโยบายมาเป็นข้อปฏิบัติในการกำหนดมาตรการและข้อบังคับต่าง ๆ (Sub parts I Code of Federal Regulation) ของระบบรางสำหรับการขนส่งสินค้าและการขนส่งมวลชนทั้งในแง่ของระบบการเดินรถ ระบบรางรถไฟและอุปกรณ์ที่ใช้กัน รวมทั้งกำกับดูแลอุปกรณ์ความปลอดภัยของตัวรถไฟ เช่น สมรรถนะการเบรคตัวรถไฟ และการป้องกันการชนของขบวนรถไฟเป็นต้นในส่วนของการอุตสาหกรรมด้านรถไฟขนส่งสินค้า สมาคมการขนส่งทางรางแห่งสหรัฐอเมริกา (AAR) จะเป็นผู้กำหนดและเผยแพร่คู่มือมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และกำหนดข้อปฏิบัติ ส่วนของการอุตสาหกรรมการรถไฟขนส่งมวลชน มีหน่วยงาน ATPA เป็นผู้กำกับดูแลในการกำหนดมาตรฐาน ส่วนของการซ่อมบำรุงระบบรางจะมีการกำหนดมาตรฐานโดย สมาคมวิศวกรรมระบบรางและการบำรุงรักษา (AREMA) ซึ่งข้อมาตรฐานที่ถูกกำหนดจะอยู่ภายใต้หลักความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ ของระบบราง รวมทั้งการซ่อมบำรุงทางเดินรถไฟ โดยให้สอดคล้องตามข้อบังคับของสำนักงานการรถไฟฟากลาง (FRA) และการกำหนดมาตรฐานการเดินรถไฟข้ามเขต (Interchange) โดยการดำเนินการตามมาตรฐานจะบังคับใช้ในรูปแบบของความสมัครใจ (Voluntary) แต่เป็นแนวทางให้สอดคล้องกับกฎข้อบังคับตามกฎหมาย สรุปกรอบโครงสร้างมาตรฐานด้านระบบของประเทศสหรัฐอเมริกาสามารถแสดงได้ดังแผนภาพด้านล่าง ดังรูปที่ 5-3





รูปที่ 5-3 โครงสร้างองค์กรที่ดูแลเกี่ยวกับการพัฒนามาตรฐานด้านระบบรางในประเทศสหรัฐอเมริกา

ข้อกำหนดสำหรับมาตรฐานการก่อสร้างทางรถไฟของประเทศสหรัฐอเมริกาของสำนักงานการรถไฟกลาง (FRA) นั้นเป็นสำนักงานที่สังกัดภายใต้กระทรวงคมนาคม สำนักงานนี้ได้ถูกจัดตั้งตามแผนกระทรวงคมนาคมขึ้นใน ปี ค.ศ. 1966 ด้วยมีจุดประสงค์เพื่อประกาศและบังคับใช้กฎข้อบังคับด้านความปลอดภัยในกิจการรถไฟ บริหารงานโครงการด้านการรถไฟ ทำการศึกษาและวิจัยเพื่อรับรองความปลอดภัยในการขนส่งระบบราง และสนับสนุนนโยบายการขนส่งทางรางของรัฐบาล ทำการซ่อมแซมรางรถไฟ โดยกฎข้อบังคับประกาศเพื่อบังคับใช้โดย สำนักงานการรถไฟกลาง (FRA) เรียกว่า ประมวลกฎข้อบังคับกลาง หรือ Code of Federal Regulations (CFR) โดยประมวลกฎหมายด้านการคมนาคมขนส่งทางรางจะอยู่ลำดับที่ 49 (49 CFR) ซึ่งระบุข้อบังคับด้านความปลอดภัย การให้บริการ และการบำรุงรักษาระบบรางในประเทศ โดยมาตรฐานที่มีการเผยแพร่จะถูกทบทวน และรับรองว่ามีความสอดคล้องกับข้อบังคับ 49 CFR จะมีด้วยกันทั้งหมด 43 ส่วน (200-299) ทั้งนี้ประมวลกฎข้อบังคับกลางในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบทางรถไฟจะเป็นข้อบังคับ FRA regulations, 49 CFR Ch. II PART 213-TRACK SAFETY STANDARDS (Subpart AD)

มาตรฐานควบคุมทางเทคนิคสำหรับระบบรางของประเทศสหรัฐฉบับนี้ เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานโยธาและทางรถไฟ รวมทั้งสิ้น 4 หมวด (Subpart A ถึง Subpart D) ประกอบด้วย PART 213: Track Safety Standard ส่วนที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป (Subpart A General), PART 213 : Track Safety Standard ส่วนที่ 2 ชั้นรองพื้นทางรถไฟ (Subpart B Roadbed), PART 213 : Track Safety Standard ส่วนที่ 3 ลักษณะทางรถไฟ (Subpart C Track Geometry), และ PART 213 : Track Safety Standard ส่วนที่ 4 โครงสร้างทางรถไฟ (Subpart D-Track Structure)





5.6 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศออสเตรเลีย

กรอบโครงสร้างมาตรฐานของโครงสร้างกฎหมายและมาตรฐานของระบบรางในประเทศออสเตรเลียในปัจจุบัน มีหน่วยงานเฉพาะที่มีลักษณะเป็นหน่วยงานกลางคอยกำกับดูแลกฎหมายเกี่ยวกับระบบราง คือ สำนักงานควบคุมความปลอดภัยทางรถไฟแห่งชาติ (Office of the National Rail Safety Regulator, ONRSR) อย่างไรก็ตามแต่ละรัฐยังคงออกกฎหมายเกี่ยวกับระบบรางของตนเองเพียงแต่กฎหมายที่ออกนั้นมีลักษณะเป็นกฎหมายแห่งชาติ คือ คล้ายคลึงกันทุกรัฐมีแตกต่างกันเพียงในบางมาตราตามความเหมาะสมของแต่ละรัฐเท่านั้น และใช้ชื่อที่เหมือนกันโดยมีชื่อรัฐที่ออกกฎหมายนั้นกำกับในวงเล็บ เช่น Rail Safety National Law (South Australia) ทั้งนี้เพื่อให้การกำกับดูแลกฎหมายในแต่ละรัฐเป็นไปด้วยความเรียบร้อย หน่วยงานที่เคยกำกับดูแลกฎหมายเกี่ยวกับระบบรางเดิมของรัฐนั้นๆ ถูกเปลี่ยนสภาพเป็นหน่วยงานสาขาของ ONRSR ในขณะที่มาตรฐานต่างๆ ของระบบรางจากเดิมที่พัฒนาและออกทั้งหมดโดย Standards Australia ก็เปลี่ยนมาเป็นมาตรฐานบางส่วนพัฒนาโดยหน่วยงานที่มีชื่อว่า คณะกรรมการมาตรฐานและความปลอดภัยอุตสาหกรรม (Rail Industry Safety and Standards Board, RISSB) และออกหรือเผยแพร่ภายใต้การรับรองของ Standards Australia โดยมาตรฐานที่พัฒนาโดย RISSB จะมีชื่อของทั้งสองหน่วยงาน เช่น AS/RISSB 7630 เป็นต้น นอกจากมาตรฐานแล้ว RISSB ยังพัฒนากฎเกณฑ์ (Rules) หลักปฏิบัติ (Codes of Practice) และแนวทาง (Guidelines) รวมทั้งเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถไฟด้วย

ข้อกำหนดการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษา รวมถึงมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ ของประเทศออสเตรเลีย Rail Safety National Law National Regulations 2012 โดยมาตรฐานที่มีรหัสหน้าหน้าเป็น AS มีเนื้อหารายละเอียดสำคัญ ประกอบด้วย เบื้องต้น (Preliminary), รางเหล็ก (Steel Rails), แผ่นเหล็กประกบราง (Fishplates), แผ่นเหล็กหมอนรองราง (Sleeper Plates), สลักเกลียวต่อรางและแป้นเกลียว (Fishbolts and Nuts), แหวนสปริง (Spring Washers), ตะปูรางหัวสุนัข (Dogspikes), สมอกันรางเดิน (Rail Anchors), ตะปูยึดรางแบบสปริงสำหรับแผ่นเหล็กหมอนรองราง (Spring Fastening Spikes for Sleeper Plates), หมอนคอนกรีตอัดแรง (Restressed Concrete Sleepers), หมอนเหล็ก (Steel Sleepers), ตะปูเกลียวและวัสดุฝังยึดแบบเกลียว (Screw Spikes and Threaded Inserts), ชุดยึดเหนี่ยวแบบยึดหยุนประกอบเสร็จ (Resilient Fastening Assemblies), การเชื่อมรางเหล็ก (Welding of Steel Rail), ชุมทาง ประแจ และทางตัด (Turnouts, Switches, and Crossings), มวลรวมและหินสำหรับเป็นหินโรยทาง (Aggregates and Rock for Engineering Purposes Railway Ballast)

ส่วนมาตรฐานที่มีรหัสหน้าหน้าเป็น AS/RISSB มีเนื้อหารายละเอียดสำคัญ ประกอบด้วย (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-การจำแนกทางรถไฟ), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-ระยะปลอดภัยทางรถไฟ), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-ความเสถียรของทางรถไฟ), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-ทางตัดข้ามทางรถไฟ), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-เรขาคณิต



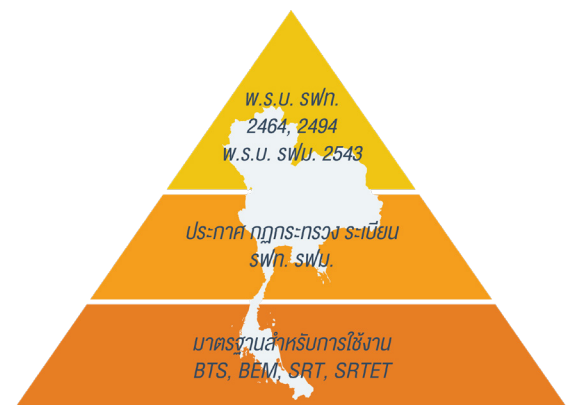


ของทางรถไฟ-โครงสร้างพื้นฐาน), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-เรขาคณิตของทางรถไฟ-โครงสร้างทางรถไฟ-โครงสร้างพื้นฐาน), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-งานดิน-โครงสร้างพื้นฐาน, โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-โครงสร้างทางรถไฟ-โครงสร้างพื้นฐาน), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-ชุมทางและงานทางรถไฟพิเศษ-โครงสร้างพื้นฐาน), (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-อุทกวิทยาและชลศาสตร์), และ (โครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ-การสำรวจ)

5.7 กรอบโครงสร้างมาตรฐาน ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางรถไฟของประเทศไทย

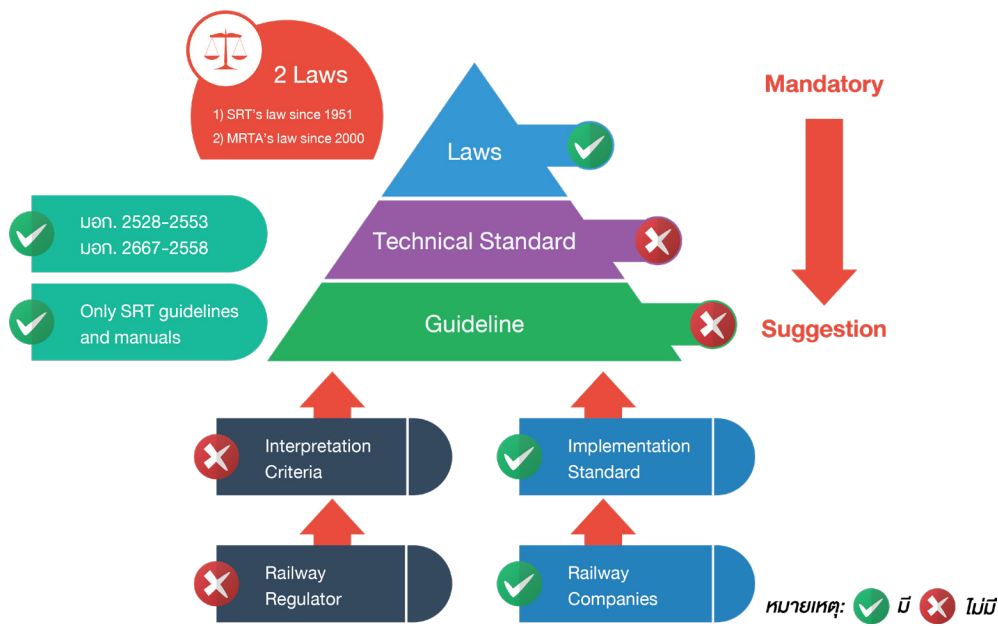
ในปัจจุบันการออกแบบและก่อสร้างตามโครงการต่างๆ ส่วนมากมักอ้างอิงจากมาตรฐานต่างประเทศเป็นหลัก เช่นเดียวกับการดำเนินการของการรถไฟแห่งประเทศไทย การอ้างอิงมาตรฐานแทบทั้งหมดเป็นมาตรฐานจากต่างประเทศเท่านั้น สำหรับการบริหารงานด้านการเดินรถและความปลอดภัยจะขึ้นอยู่กับบริษัทผู้รับจ้างเดินรถจะดำเนินการตามโครงสร้างกฎหมายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง (Implementation Standards) สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 5-4 จะเห็นว่า ประเทศไทยมีเพียงกฎหมายหลัก 3 ฉบับ ข้อบังคับและประกาศที่ออกตามความในพระราชบัญญัติ และมาตรฐานที่ประกาศใช้ของผู้เดินรถเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 5-5 จะเห็นว่า ประเทศไทยยังขาดข้อมูลทั้งในส่วนของ Technical Standards, Guidelines, และ Railway

Regulator ที่จะทำหน้าที่ผลักดันข้อกำหนดและมาตรฐานต่างๆ ที่สำคัญไปสู่การบังคับใช้ และการตรากฎหมายในท้ายที่สุด



รูปที่ 5-4 โครงสร้างกฎหมาย ข้อกำหนด และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งทางรางของประเทศไทย

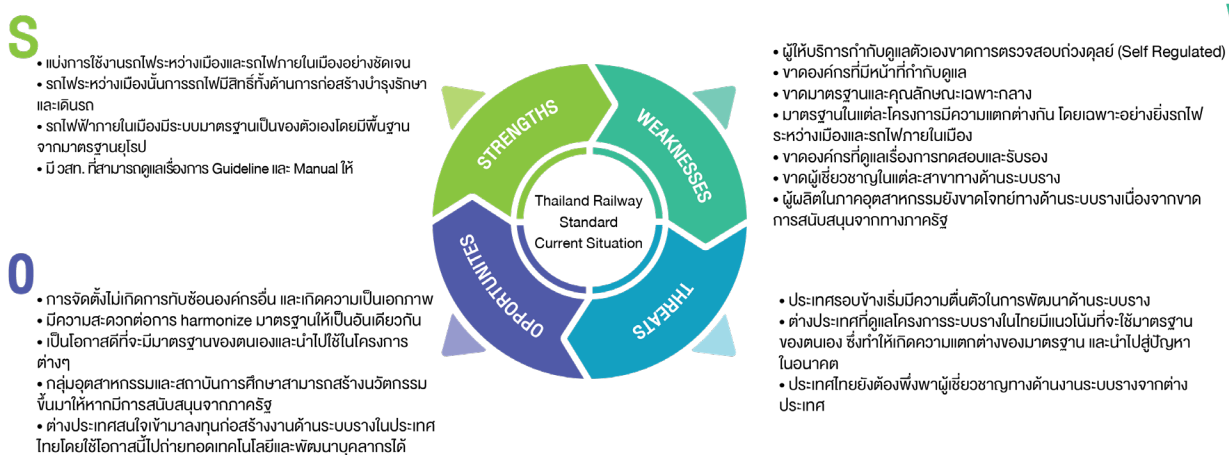




รูปที่ 5-5 แผนผังกรอบมาตรฐานของประเทศไทยและองค์ประกอบสำคัญ

และรูปที่ 5-6 แสดงการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) ระบบรางของประเทศไทย และหากพิจารณาผลการวิเคราะห์ SWOT จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีต้นตอของจุดอ่อนทางด้านระบบราง คือ การที่ไม่มีมาตรฐานเป็นของตนเอง ประกอบกับยังไม่มีมีการตั้งองค์กรกลางที่กำกับดูแลด้านระบบราง ทำให้การควบคุมประสิทธิภาพ การประเมิน รวมไปถึงการพัฒนาทำไม่ได้

ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้หากวิเคราะห์ถึงโอกาสในการใช้ประโยชน์ จากการพัฒนามาตรฐานระบบรางขึ้นมานั้น จะพบว่าสามารถตอบโจทย์ของประเทศได้ครบทั้งหกยุทธศาสตร์ รวมไปถึงสามารถที่จะลดผลกระทบจากปัจจัยคุกคามได้ด้วยเช่นกัน



รูปที่ 5-6 ผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและศักยภาพ (SWOT) ระบบรางของประเทศไทย





กรอบมาตรฐานงานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างทางรถไฟถือเป็นมาตรฐานหลักในการออกแบบก่อสร้างใช้งานและบำรุงรักษาสำหรับโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งทางราง ที่ถือเป็นมูลค่าการลงทุนในสัดส่วนที่สูงที่สุดในโครงการ จากการทบทวนมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกรอบโครงสร้างมาตรฐานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างทางรถไฟในหลายประเทศมีความแตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม กฎหมายตลอดจนมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างและคู่มือของแต่ละประเทศ จากผลการศึกษาสามารถสรุปกรอบโครงสร้างมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับงานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างทางรถไฟ โดยกรอบโครงสร้างมาตรฐานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างทางรถไฟที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ควรมีรายละเอียดสำคัญ ประกอบด้วย

ข้อบังคับ

- | | |
|--|--|
| ○ ระยะห่างระหว่างทางวิ่ง (Distance between Tracks) | ○ องค์ประกอบของสถานี (Station facilities) |
| ○ ข้อจำกัดของโครงสร้าง (Structural Limit) | ○ การวางตำแหน่งในสถานี (Layout in Station) |
| ○ จุดตัดรถไฟ (Railway Crossing) | ○ ชานชาลา (Platform) |
| ○ ตำแหน่งสถานี (Station Location) | ○ โรงซ่อมบำรุง (Depot) |

มาตรฐานทางเทคนิค (บัญญัติถึงรายละเอียดข้อกำหนดของการออกแบบและก่อสร้างระบบราง)

งานปฐพี

- การวางแผน (Planning)
- การสำรวจ (Survey)
- งานโครงสร้างทางปฐพี (Earth Structures)

- งานโครงสร้างกำแพงกันดิน (Earth Retaining Structures)
- งานตอม่อและฐานราก (Abuts, Piers, and Foundations)

งานโครงสร้างรองรับทางวิ่ง

- การวางแผน (Planning)
- งานโครงสร้างทางปฐพี (Earth Structures)
- งานท่อลอดและการระบายน้ำ (Culverts and Drainage Facilities)
- งานโครงสร้างกำแพงกันดิน (Earth Retaining Structures)
- ข้อกำหนดของงานโครงสร้างสะพาน (General Requirements for Bridges)

- งานสะพานเหล็กและสะพานคอมโพสิต (Steel and Steel-Concrete and Composite Bridge)
- งานสะพานคอนกรีต (Concrete Bridges)
- งานตอม่อและฐานราก (Abuts, Piers, and Foundations)





- งานอุโมงค์ (Tunnels)
- ข้อกำหนดของการออกแบบโครงสร้างอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบราง (General Requirement for Railway related Building Design)
- การวางแผนงานก่อสร้าง (Building Planning)
- การวางรูปแบบ (Building Design)

งานโครงสร้างอาคาร

- การวางแผน (Planning)
- งานโครงสร้างทางปฐพี (Earth Structures)
- งานโครงสร้างกำแพงกันดิน (Earth Retaining Structures)
- งานโครงสร้างใต้ดิน (Underground Structures)
- งานตอม่อและฐานราก (Abuts, Piers, and Foundations)
- งานโครงสร้างสถานี (Stations)
- ข้อกำหนดของการออกแบบโครงสร้างอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบราง (General Requirement for Railway related Building Design)
- การวางแผนงานก่อสร้าง (Building Planning)
- การวางรูปแบบ (Building Design)
- การออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง (Structural Design of Buildings)

- การออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้าง (Structural Design of Buildings)
- เครื่องมือกลและอุปกรณ์ต่างๆ (Mechanical Facilities of Buildings)
- อุปกรณ์ป้องกันไฟในอุโมงค์ (Fire Prevention Facilities in Tunnel)
- การจัดวางตำแหน่งและทัศนียภาพ (Landscapes)

- การจัดวางตำแหน่งและทัศนียภาพ (Landscapes)
- ข้อกำหนดด้านการการใช้ร่วมกันของสถานี (General Requirements for Interconnection Facilities)
- การออกแบบศูนย์อำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ (Facilities for the mobility handicapped design)
- การออกแบบศูนย์การเชื่อมต่อสถานีรถไฟและสถานีรถไฟความเร็วสูง (Interconnection Facilities Design of Conventional and High Speed Railroad Stations)
- การออกแบบศูนย์การเชื่อมต่อของสถานีรถไฟใจกลางเมือง (Interconnection Facilities Design of Metropolitan Railroad Stations)





งานโครงสร้างทางรถไฟ (Track Work)

- การวางแผน (Planning)
- งานท่อลอดและการระบายน้ำ (Culverts and Drainage Facilities)
- งานโครงสร้างทางวิ่ง (Tracks)
- การวางแผนงานก่อสร้าง (Construction Planning)
- การวางรูปแบบทางวิ่ง (Track Alignment)
- เครื่องมือกลและอุปกรณ์ต่างๆ (Mechanical Facilities of Buildings)

งานถนน

- การวางแผน (Planning)
- งานท่อลอดและการระบายน้ำ (Culverts and Drainage Facilities)
- ข้อกำหนดของการออกแบบโครงสร้างอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบราง (General Requirement for Railway-related Building Design)
- การจัดวางตำแหน่งและทัศนียภาพ (Landscapes)
- การออกแบบศูนย์การเชื่อมต่อสถานีรถไฟและสถานีรถไฟความเร็วสูง (Interconnection Facilities Design of Conventional and High Speed Railroad Stations)
- การออกแบบศูนย์การเชื่อมต่อของสถานีรถไฟใจกลางเมือง (Interconnection Facilities Design of Metropolitan Railroad Stations)

คู่มือการออกแบบ ก่อสร้าง และบำรุงรักษา (บัญญัติถึงรายละเอียดวิธีการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษา งานด้านวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างทางรถไฟตามกฎหมายข้อกำหนดและมาตรฐานทางเทคนิค)

5.8 ข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบรถไฟความเร็วสูงและระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง

รถไฟความเร็วสูงนับเป็นระบบขนส่งที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและทันสมัย ซึ่งประเทศผู้ผลิตระบบดังกล่าวต่างทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของตนเองรวมทั้งพยายามเพิ่มความเร็วในการให้บริการอย่างต่อเนื่อง มาตรฐานยุโรปได้กำหนดว่ารถไฟที่วิ่งด้วยความเร็ว 200 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไปสำหรับทางเดิม และรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็ว 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับทางที่สร้างขึ้นใหม่โดยเฉพาะนั้น ให้จำแนกว่าเป็นระบบรถไฟความเร็วสูง แนวเส้นทางของระบบรถไฟความเร็วสูงของแต่ละทวีปในแต่ละเส้นทางก็มีความเร็วที่ให้บริการแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ การให้บริการด้วยความเร็วในย่านดังกล่าวจำเป็นต้องมีการควบคุมดูแลอย่างเข้มข้น รวมทั้งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อช่วยให้อุบัติการณ์ความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งในภาพรวมพื้นฐานมีสิ่งที่จะต้องคำนึงในการออกแบบคือ ความปลอดภัย (Safety) ความสะดวกสบายของผู้โดยสาร (Ride Comfort) รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบตลอดอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost) โดยประเทศผู้ผลิตและส่งออกกระบวนรถไฟความเร็วสูงเช่น ฝรั่งเศส เยอรมัน สเปน





ญี่ปุ่น เกาหลีและจีนนั้น จะมีการใช้มาตรฐาน ความคมอยู่ในทุกๆ ส่วน ตั้งแต่งานโครงสร้าง งานทางรถไฟ ตัวรถไฟ รวมไปถึงงานระบบต่างๆ

เทคโนโลยีของระบบรถไฟความเร็วสูงในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากการแข่งขัน เพื่อเป็นผู้นำในด้านเทคโนโลยีของประเทศผู้ผลิต จึงทำให้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้อยู่เสมอ จากเหตุผลดังกล่าว ส่งผลให้ชิ้นส่วน อุปกรณ์ และการซ่อมบำรุงล้วนมีลักษณะเฉพาะตาม ประเภทของรถ รวมไปถึงรายละเอียดและ คุณสมบัติต่างๆ ของทางรถไฟที่อาจทำให้เกิด อุปสรรคในการนำรถไฟความเร็วสูงต่างประเทศมา ให้บริการในสายทางเดียวกันหากมีการใช้ มาตรฐานการออกแบบที่ต่างกัน ซึ่งปัจจัยข้างต้น มีความแตกต่างจากการออกแบบระบบราง โดยทั่วไป (Conventional Railway) หรือ Heavy Rail ที่สามารถใช้มาตรฐานในระดับชาติ ระดับภูมิภาคและระดับสากล มาเป็นข้อกำหนดในการ ออกแบบได้ โดยในกลุ่มประเทศยุโรปได้แก้ปัญหา โดยมีการกำหนดมาตรฐาน TSIs เพื่อให้ระบบ รถไฟสามารถใช้งานร่วมกันได้ (Interoperability) อย่างไรก็ตาม สำหรับระบบที่ผลิตโดยกลุ่มประเทศ นอกสหภาพยุโรป เช่น จีน เกาหลี และญี่ปุ่น ยังไม่ ปรากฏว่ามีการนำไปใช้งานร่วมกันกับระบบอื่นแต่ อยางใด ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่ามาตรฐานและ ข้อกำหนดทางเทคนิคในการออกแบบทางรถไฟ สำหรับรถไฟความเร็วสูงโดยส่วนใหญ่จะอยู่ใน รูปแบบของมาตรฐานเฉพาะผลิตภัณฑ์ หรือ มาตรฐานสำหรับท้องถิ่น ทั้งนี้เนื่องจากประเทศผู้ผลิต สามารถผลิตเทคโนโลยีขึ้นมาเองจึงเป็นประโยชน์ กับ ประเทศในด้านการสนับสนุน พัฒนา อุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังพบว่าทุกประเทศที่มีการ ใช้งานระบบรถไฟความเร็วสูงนั้น มีการออก

ข้อกำหนด (Regulation) เพื่อกำกับดูแลในการ ตรวจสอบคุณภาพของระบบและความควบคุม ความปลอดภัยในการใช้งานด้วย

ระบบขนส่งทางรางในปัจจุบันมีหลายรูปแบบขึ้น อยู่กับความจุ ระยะทางที่ให้บริการ และลักษณะ ทางเทคนิค สำหรับระบบที่ใช้โครงสร้างทางที่แยก ออกจากระบบอื่น (Dedicated Track) หรือระบบ รถไฟรางหนัก (Heavy Rail) มักใช้เป็นระบบขนส่ง หลักมีความจุผู้โดยสารต่อเที่ยวได้จำนวนมาก สามารถออกแบบตามมาตรฐานระดับสากลหรือ ภูมิภาคได้ อาทิ มาตรฐาน TSIs, UIC, ENs, และ ISO เป็นต้น ในระบบรถไฟขนส่งมวลชนยังมีรถไฟ อีกประเภทที่มีขนาดความจุน้อยกว่าเพื่อใช้เป็น ระบบขนส่งขนาดรองในการเคลื่อนย้ายผู้โดยสาร เข้าสู่ระบบหลักต่อไป ระบบขนส่งมวลชนขนาด รองเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมี ข้อดี คือ สามารถใช้งานร่วมกับระบบขนส่งอื่นๆ ได้ สำหรับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองที่นิยมใช้งาน

ในปัจจุบันได้แก่ ระบบรถไฟฟ้ามหานคร (Light Rail Transit, LRT), ระบบรถไฟฟ้ามหานครเดี่ยว (Monorail) และระบบขนส่งมวลชนแบบนำทางอัตโนมัติ (Automated Guided Transit, AGT) ซึ่งในแต่ละ ระบบมีความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีการขนส่ง ความจุ และความเร็ว ทั้งนี้ในการเลือกเทคโนโลยีที่ เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับภาระการคาดการณ์ปริมาณ ผู้โดยสารและข้อจำกัดของสภาพทางกายภาพและ สิ่งแวดล้อม โดยจะเห็นได้จากความสัมพันธ์ ระหว่างชนิดของเทคโนโลยีระบบขนส่งที่เหมาะสม ต่อระยะทางและปริมาณผู้โดยสาร ทั้งนี้ เทคโนโลยี ขนส่งมวลชนขนาดรองเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นต้อง มีการเลือกให้เหมาะสมก่อนเริ่มโครงการ





ปัจจัยสำคัญที่จำเป็นในการเลือกระบบขนส่งมวลชนขนาดรอง มีดังต่อไปนี้

- ความจุและความเร็ว (Capacity and Speed)
- ความปลอดภัยและการอพยพ (Safety and Evacuation)
- ความน่าเชื่อถือ ความพร้อมใช้งาน และการบำรุงรักษา (Reliability, Availability, and Maintainability)
- ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการเดินรถและซ่อมบำรุง (Operations and Maintenance Cost)
- เทคโนโลยีที่เป็นระบบ “เปิด” (Openness of System Technology)
- ความสบายและคุณภาพการให้บริการ (Comfort and Service Quality)
- สุนทรียภาพและการออกแบบ (Esthetics and Design)
- แนวเส้นทางและข้อจำกัดทางกายภาพ (Alignment and Route)
- ข้อพิจารณาในด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Considerations)

อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศไทยหากมีการจัดทำมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับระบบขนส่งมวลชนขนาดรองขึ้นมาโดยการกำหนดเป็นข้อกำหนดหรือมาตรฐานทางเทคนิค อาจส่งผลให้เกิดการเอื้อประโยชน์กับบางผลิตภัณฑ์ หรืออาจทำให้ได้เทคโนโลยีที่ล้าสมัยเนื่องจากระบบรถไฟฟ้าชนิดนี้ยังอยู่ในช่วงที่พัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยตลอดเวลา อีกทั้งประเทศไทยไม่ได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีสำหรับการผลิตชิ้นส่วนหรือประกอบรถไฟฟ้าชนิดดังกล่าว รวมถึงโครงการที่กำลังจะเกิดขึ้นอยู่ในกระบวนการคัดเลือกเทคโนโลยี ซึ่งหากมีการประกาศใช้ข้อกำหนดหรือมาตรฐานทางเทคนิคย่อมจะส่งผลกระทบต่อโครงการดังกล่าวในอนาคต ดังนั้น แนวทางการพัฒนามาตรฐานของระบบรถไฟฟ้าขนาดรองสำหรับงานโครงสร้างทางรถไฟ จึงไม่ควรกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคและคู่มือสำหรับเทคโนโลยีดังกล่าว โดยให้เป็นไปตามเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ ควรกำหนดเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำ (Regulations) โดยเน้นเฉพาะความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้โดยสาร โดยกำหนดเป็นค่าสมรรถนะขั้นต่ำที่ไม่น้อยกว่าระบบรถไฟฟ้าชนิดรางหนัก (Heavy Rail) เท่านั้น โดยจะไม่ลงรายละเอียดทางเทคนิคอันอาจจะส่งผลต่อการเอื้อประโยชน์ให้กับบางผลิตภัณฑ์





6

สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบ

การดำเนินการพัฒนามาตรฐาน และคู่มือสำหรับการออกแบบ ก่อสร้าง และบำรุงรักษา ถือเป็นพันธกิจเร่งด่วนตามแผนยุทธศาสตร์ ผลการทบทวนกรอบโครงสร้างมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนข้อกำหนด (Regulations) ที่ออกตามกฎหมายหลัก (Acts) ของแต่ละประเทศพบว่า กฎหมายและข้อกำหนดจะถูกพัฒนาขึ้นมาจากคู่มือและมาตรฐานตามลำดับ อาทิ ข้อกำหนดของการใช้งานร่วมกันของระบบราง (TSIs) ในกลุ่มสหภาพยุโรป มีพื้นฐานมาจากมาตรฐานของกลุ่มสหภาพยุโรป ตลอดจนคู่มือและรายงานการศึกษาจาก UIC ประเทศญี่ปุ่นได้มีการปรับปรุงจากมาตรฐานที่มีความละเอียดสูง แต่กลับพบว่าเป็นอุปสรรคต่อเทคโนโลยีใหม่ๆ จึงทำการออกมาตรฐานข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Regulatory Standard) ที่เน้นการควบคุมเนื้อหาหลักโดยเน้นสมรรถนะของระบบย่อยและหลัก โดยให้รายละเอียดไปขึ้นกับมาตรฐานที่ออกโดยผู้ประกอบการ (Implementation Standard) แทน ในกรณีประเทศเกาหลีใต้มีความคล้ายคลึงกับประเทศไทยที่แต่เดิมมีการใช้มาตรฐานหลายมาตรฐานปะปนกันจึงได้ทำการพัฒนามาตรฐานของตนเองขึ้น โดยพบว่า มาตรฐานของเกาหลีใต้ก็มีหลักการและพื้นฐานมาจากมาตรฐานของทวีปยุโรปเช่นเดียวกับประเทศออสเตรเลียและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ดังนั้น กระบวนการทบทวนมาตรฐานทางเทคนิคและคู่มือจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนามาตรฐานและคู่มือสำหรับประเทศไทย

การทบทวนมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดแบ่งประเภทชั้นทาง ทั้งในส่วนของมาตรฐาน UIC มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (FRA regulations, 49 CFR Ch. II PART 213—TRACK SAFETY STANDARDS) มาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย (AS/RISSB 7630-2010) และมาตรฐานที่มีการใช้ในประเทศ (คู่มือการปฏิบัติการบำรุงทางตามวาระ) ตารางที่ 6-1 แสดงถึงการจัดแบ่งประเภทของชั้นทางรถไฟของประเทศไทยจะมีปัจจัยในการจัดแบ่งที่สอดคล้องกับมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย ดังนั้น การจัดทำมาตรฐาน มขร S-T-001 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ จึงใช้แนวทางของประเทศไทยเนื่องจากมีความเหมาะสมกับ

ประเทศไทยที่มีหลายขนาดทาง มีหลายระบบที่มีลักษณะทางกายภาพต่างกัน และยังคงความสอดคล้องกับมาตรฐานการจัดแบ่งประเภทชั้นทางรถไฟของประเทศไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน





ตารางที่ 6-1 การศึกษาเชิงเปรียบเทียบสำหรับมาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ

หัวข้อ		Track Classification		
หัวข้อย่อย		ประเภทของรถไฟ	ความเร็วสูงสุด	น้ำหนักลงเพลา
หลักการด้านวิศวกรรม		ประเภทการใช้งานของรถไฟ เช่น รถไฟโดยสาร รถไฟ ขนส่งสินค้า	ความเร็วสูงสุดในการให้ บริการ มีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อชั่วโมง	น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ตกลง เพลาต่อล้อ จำนวน 1 เพลา มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
ประกาศ	EN / UIC		✓	✓
	USA	✓	✓	
	AUS	✓	✓	✓
	INDIA	N/A	N/A	N/A
	THAI (swg)	✓	✓	✓
สรุป		กำหนดตาม AS/RISSB 7630-2010	กำหนดตาม AS/RISSB 7630-2010 หรือ swg.	กำหนดตาม AS/RISSB 7630-2010 หรือ swg.

6.1 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง

01 การออกแบบแนวเส้นทาง (Design Element) มาตรฐานในหลายประเทศอาศัยหลักทางวิศวกรรมอย่างเดียวกันแต่สูตรที่ใช้แตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับ Track Gauge และ ความเร็วที่ใช้ออกแบบ ซึ่งในหลายประเทศมีการแบ่ง Class ความเร็วที่ใช้ไว้อย่างชัดเจนการปรับปรุงมาตรฐานมาใช้ในประเทศไทย ควรพิจารณามาตรฐานการออกแบบของประเทศที่มี Track Gauge ใกล้เคียงกับ Track Gauge ประเทศไทยก่อน

02 ความเร็วที่ยอมให้บนทางรถไฟ (Speed on track) มาตรฐานในหลายประเทศกำหนดไว้ในส่วนของ Regulation Level มีการแบ่ง Class ของรถไฟตามระดับความเร็ว ซึ่งความเร็วของรถไฟที่ใช้ในประเทศไทยเป็นความเร็วใน Class ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป และ UIC และสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศอินเดียมีการแบ่งประเทศใกล้เคียงกับความเร็วของรถไฟในประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบว่า มาตรฐาน CFR 213 ของประเทศสหรัฐอเมริกา และมาตรฐาน UIC ของประเทศกลุ่มยุโรปในพูดถึง Speed on track ใน Section ของการ Design Element ด้วย สำหรับข้อเสนอแนะในการปรับปรุงมาตรฐานระบบรางในประเทศไทย คือ ควรที่จะมีการแบ่ง Class ของรถไฟตามความเร็วให้ชัดเจน





03 Structure Gauge, Layout, และ Clearance มีการกำหนดไว้ในเกือบทุกมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตาม มาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น AREMA ของสหรัฐอเมริกา และรวมถึงประเทศอินเดียมีการอธิบายรายละเอียดในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

04 การนำมาตรฐานต่างประเทศมาปรับใช้ในประเทศไทย จำเป็นต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับกฎหมายที่มีอยู่เดิม ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กฎหมายที่เกี่ยวข้อง Structure Gauge, Layout, และ Clearance ในประเทศไทย มี 2 ฉบับ คือ พ.ร.บ.จัดวางและทางหลวง พุทธศักราช 2464 และพ.ร.บ. การรถไฟแห่งประเทศไทย พุทธศักราช 2494

6.2 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง

01 การทบทวนมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทางของหลายๆประเทศ พบว่า มาตรฐานและข้อกำหนดสามารถจัดหมวดหมู่เป็น 2 ส่วน คือ งานดินในทางรถไฟ (Earthwork) ซึ่งรวมคันทางดินเข้าไปด้วย และ หินโรยทางรถไฟ

02 ลักษณะของข้อกำหนดของจากประเทศต่างๆ นั้น โดยหลักคล้ายกัน อาจจะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดปลีกย่อย ข้อกำหนดสำหรับงานดินจะระบุไว้มากกว่าเมื่อเทียบกับหินโรยทางที่สมบัติของวัสดุสามารถกำหนดได้อย่างชัดเจน เหตุเพราะหลักปฏิบัติของงานดินนั้นเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างยิ่งตามลักษณะของดิน เครื่องมือเครื่องจักรที่มีใช้อยู่ในประเทศนั้นๆ

ข้อกำหนดสำหรับหินโรยทางรถไฟจะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

- ⦿ การผลิตและการจัดการ
- ⦿ การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบ
- ⦿ ข้อกำหนดด้านรูปร่าง
- ⦿ ข้อกำหนดทางกายภาพ

ข้อกำหนดของดินคันทางหรือพื้นทางนั้น จะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

- ⦿ การวิเคราะห์ออกแบบคันทางหรือพื้นทาง
- ⦿ การก่อสร้างคันทาง
- ⦿ การออกแบบและก่อสร้างชั้นรองหินโรยทาง
- ⦿ การปรับปรุงดินพื้นทาง

03 มาตรฐานของงานดินและหินโรยทางของต่างประเทศได้ระบุใช้ในหลายชั้นลำดับกล่าวคือ มาตรฐาน ข้อกำหนด และแนวทางการออกแบบ ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จะรวบรวมมาตรฐานต่างๆและเรียบเรียงไว้ด้วยกันในรูปของคู่มือออกแบบ ในประเทศไทยมีการนำมาตรฐานและข้อกำหนดจากหลายประเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโครงสร้างทาง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิจรรย์ของวิศวกรผู้ออกแบบและดุลยพินิจของวิศวกร การรถไฟแห่งประเทศไทยเป็นหลัก เหตุเพราะยังไม่มีมาตรฐานหรือข้อกำหนดที่พัฒนาเพื่อใช้งานภายในประเทศเอง เป็นการเฉพาะและที่ข้อกำหนดที่ถูกนำมาใช้นั้นยังมิได้ถูกรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบด้วยหน่วยงานเจ้าของทางรถไฟ





04 แนวทางจัดเตรียมมาตรฐานงานดินและหินโรยทางสำหรับประเทศไทย จะได้อ้างอิงการจัดหมวดหมู่ตามมาตรฐานของต่างประเทศ แต่ปรับแก้รายละเอียดด้านเทคนิคให้เข้ากับบริบทของประเทศไทย โดยพิจารณาตามวิธีปฏิบัติทางวิศวกรรมและกฎระเบียบต่างๆ ผลของการพัฒนาข้อกำหนดและมาตรฐานจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ มาตรฐานที่กำหนดกรอบแนวทางการออกแบบโครงสร้างทางรถไฟแบบหินโรยทาง (รวมงานดินและหินโรยทาง) และ คู่มือการออกแบบที่รวบรวมรายละเอียดด้านเทคนิคการวิเคราะห์ที่จำเป็นต่องานโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง มาตรฐานและข้อกำหนดทั้งสองส่วนนี้ใช้งานควบคู่กันอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ เป็นส่วนช่วยพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมขนส่งทางรางของประเทศไทยให้มีมาตรฐานในระดับสากลในที่สุด

6.3 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดพื้นคอนกรีต

การทบทวนมาตรฐานของการออกแบบทางรถไฟ พบว่า มาตรฐาน EN 16432 ได้กล่าวถึงระบบโครงสร้างรองรับทางรถไฟชนิดพื้นคอนกรีตทั้งระบบ โดยมีคำแนะนำถึงรูปแบบพื้นคอนกรีตที่รองรับทางรถไฟอย่างละเอียดในมาตรฐานดังกล่าวได้มีคำแนะนำสำหรับการคำนวณและออกแบบแผ่นพื้นรวมถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงสร้างทางครบกทุกชิ้นส่วนและนอกจากนั้นยังมีตัวอย่างการคำนวณแรงที่กระทำลงพื้นอยู่ในภาคผนวกอย่างชัดเจน ซึ่งโครงสร้างของมาตรฐาน EN 16432 จะมีโครงสร้างที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

KR C-14040 Concrete Track Structure แต่มาตรฐาน KR C-14040 จะเลือกมาในเฉพาะบางหัวข้อที่สำคัญเท่านั้น และมาตรฐาน KR C-14040 จะมีตัวอย่างรายการคำนวณที่ละเอียดกว่า ส่วนในมาตรฐาน AREMA Manual Volume 2 - CHAPTER 8 จะเน้นภาพรวมของการออกแบบแผ่นพื้นเพียงชนิดเดียว โดยแรงที่กระทำจะแนะนำให้คำนวณในหลักการเดียวกับ EN16432 แต่ไม่มีการลงในรายละเอียดตัวอย่างการคำนวณ แต่ส่วนที่มาตรฐาน AREMA มีเพิ่มเติมคือเรื่องขั้นตอนการก่อสร้างเท่านั้น

6.4 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานรางเชื่อมยาว

01 มาตรฐานส่วนใหญ่จะกล่าวถึงการติดตั้ง การตรวจสอบ การบำรุงรักษาและซ่อมแซมรางเชื่อมยาว โดยไม่ให้รายละเอียดในการวิเคราะห์หรือกำหนดค่าพิกัดความปลอดภัยไว้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามข้อกำหนดของ UIC 774-3 R และมาตรฐานของประเทศสาธารณรัฐเกาหลี (KR C-14050) ได้กล่าวถึงรายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ รวมไปถึงพิกัดความปลอดภัยของหน่วยแรงตามยาวที่เกิดขึ้นสำหรับทางวิ่งชนิดต่างๆ ซึ่งรวมถึงทางวิ่งบนหินโรยทางทางวิ่งบนพื้นคอนกรีต และทางวิ่งที่วางอยู่บนสะพานเป็นต้น

02 มาตรฐาน EN ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปและมาตรฐาน CFR ของประเทศสหรัฐอเมริกา นั้นไม่พบความเชื่อมโยงกันระหว่างพฤติกรรมของทางวิ่งและโครงสร้างสะพาน แต่ได้มีการกำหนดน้ำหนักที่ต้องพิจารณาในการออกแบบสะพาน เช่นเดียวกับมาตรฐานประเทศญี่ปุ่นที่ได้กำหนดหน่วยแรงที่ยอมให้สำหรับโครงสร้างสะพานโดยใช้การออกแบบด้วยวิธี Allowable Stress Method พร้อมทั้งมีข้อกำหนดเกี่ยวกับค่าการหลุดตัวที่ยอมให้ และมาตรฐานสำหรับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ออสเตรเลีย และ ไทยนั้นไม่พบข้อมูลปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันระหว่างรางและสะพาน





03 แนวทางในการพัฒนามาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของรางเชื่อมยาวบนสะพานสำหรับประเทศไทย นั้น สามารถพัฒนาได้จากข้อกำหนด ของ UIC 774-3 R โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะของรางที่ใช้ในปัจจุบัน กับขนาดของรางตามข้อกำหนดของ UIC 60 CWR เพื่อนำมาวิเคราะห์หาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในรางเชื่อมยาวและ ค่าการทรุดตัวของสะพานที่ย่อมให้

04 โครงสร้างของมาตรฐานด้านพฤติกรรมของรางเชื่อมยาวจะประกอบไปด้วยมาตรฐานทางเทคนิคและคู่มือการ ออกแบบก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การกำหนดค่าพิกัดสูงสุดที่ปลอดภัยของหน่วยแรง บนหน้าตัดราง รวมทั้งพิกัดการเคลื่อนตัวของราง และสะพาน ซึ่งค่าดังกล่าวจำเป็นต้องมีการควบคุม ให้อยู่ในระดับปลอดภัยขณะใช้งานจริง เนื่องจากจะ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยและความ เสียหายของทางรถไฟ
- การกำหนดค่าแรงกระทำที่ต้องพิจารณาใน การออกแบบซึ่งประกอบไปด้วย
 - แรงจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
 - แรงจากการเร่งและเบรกของรถไฟ
 - แรงจากการแอ่นตัวของสะพาน
- โดยแรงกระทำดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์หา ค่าการตอบสนองสูงสุดของโครงสร้างเพื่อทำการตรวจ สอบถึงหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ให้อยู่ภายใต้พิกัด ปลอดภัย
- การกำหนดคุณสมบัติของการถ่ายแรงกันระหว่าง ทางรถไฟและสะพาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หน่วย แรงบนหน้าตัดราง ซึ่งประกอบไปด้วย
 - พฤติกรรมของจตุรรองรับสะพาน
 - พฤติกรรมการถ่ายแรงระหว่างทางรถไฟและ พื้นทางหรือผิวสะพาน (Track-bridge Interaction)
 - พฤติกรรมภายใต้การมีน้ำหนักกดและไม่มี น้ำหนักกด (Loaded & Unloaded)
- โดยในการวิเคราะห์โครงสร้างนั้น ผู้วิเคราะห์จะต้อง สามารถจำลองพฤติกรรมการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ทางรถไฟและโครงสร้างให้สอดคล้องกับสถานะจริง เป็นให้ได้ค่าการตอบสนองต่างๆ ที่ถูกต้อง
- การก่อสร้างรางเชื่อมยาว ซึ่งประกอบไปด้วย
 - การวางรางและอุณหภูมิกลางของการวางราง
 - การควบคุมค่าความแข็งแรงเกร็งของทางฯ
 - การลดหน่วยแรงในราง
 - การติดตั้งจุดต่อเพื่อขยาย
- โดยการก่อสร้างต้องคำนึงถึงการควบคุมอุณหภูมิใน การวางรางเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดหน่วยแรงที่สูงเกิน ไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะใช้งาน รวมทั้งต้องก่อสร้างให้ทางฯมีความแข็งแรงเพียงพอเพื่อ ต้านทานแรงด้านข้างเนื่องจากการโก่งออกของราง นอกจากนี้ในกรณีที่พบว่ามีความหน่วยแรงที่เกินพิกัดเกิด ขึ้นบนราง จะต้องมีการลดหน่วยแรงในรางลง (Destressing) หรือออกแบบติดตั้งจุดต่อเพื่อขยาย เพื่อป้องกันความ เสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น
- การตรวจสอบหน่วยแรงบนหน้าตัดรางโดยการ วิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการ ตรวจวัดจริงเพื่อตรวจสอบสถานะขณะการใช้งาน ทางรถไฟ
- การทบทวนมาตรฐานรางเชื่อมยาว พบว่าทุกๆ มาตรฐานจะมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน แต่อาจจะมี ความแตกต่างในรายละเอียดของค่าต่างๆ สำหรับ การรถไฟแห่งประเทศไทยก็มีการประยุกต์ มาตรฐานของต่างประเทศมาใช้ นอกจากนี้ยังพบ ว่า ในโครงการระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนของ ประเทศไทยซึ่งมีทางรถไฟขนาดมาตรฐานนั้นได้มีการ นำมาตรฐานยุโรปมาใช้ด้วยเช่นกัน





6.5 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ

มาตรฐานในการออกแบบรางของกลุ่มในสหภาพยุโรป (EN13674-1) และ UIC มีความสมบูรณ์และมีรายละเอียดที่สัมพันธ์กัน โดยเฉพาะค่าทางโลหวิทยา สมบัติทางกล และการทดสอบ สำหรับมาตรฐานสหรัฐอเมริกา (AREMA CHAPTER 4) ก็จะมี ความคล้ายกับมาตรฐานยุโรป แต่ก็มีความแตกต่างกันในส่วน ของรายละเอียดต่างๆ ตามมาตรฐานของอเมริกา เช่น ความแตกต่างของส่วนผสมทางเคมีของราง ความแตกต่างของสมบัติทางกลของราง รวมถึงรายละเอียดของการทดสอบ สำหรับในส่วนของประเทศ ไทย โดยเฉพาะโครงการขนส่งมวลชนต่างๆ ก็จะมีการอ้างอิงมาตรฐานของยุโรป (EN 13674-1) และ UIC-860 สำหรับ รฟท. ราง 1 เมตร ก็มีการอ้างอิงมาตรฐาน BS และ UIC โดยเฉพาะค่าทางโลหวิทยาและสมบัติทางกล

มาตรฐานในการออกแบบรอยต่อด้วยการเชื่อมของกลุ่มสหภาพยุโรป (EN 14587 และ 14730) มีความสมบูรณ์โดยมีการกำหนดกรรมวิธี (Procedure) ในการเชื่อมและการทดสอบ (Test and Inspection) เช่น การทดสอบความแข็ง การทดสอบการตัด การทดสอบการล้า ส่วนมาตรฐานสหรัฐอเมริกาก็เช่นเดียวกัน แต่จะมีความแตกต่างในรายละเอียดของการเชื่อมและการทดสอบ เช่น ค่าการยอมรับต่างๆ สำหรับมาตรฐานเกาหลีในการเชื่อมก็มีการกำหนดกรรมวิธีในการเชื่อมและการทดสอบเช่นกัน แต่ก็จะมีค่าการทดสอบที่แตกต่างกันในรายละเอียด ในส่วนของประเทศ ไทย สำหรับการเชื่อม ก็จะมีการอ้างอิงมาตรฐานของยุโรป โดยเฉพาะโครงการขนส่งมวลชนต่างๆ สำหรับ รฟท. ราง 1.000 เมตร ก็จะมีรายละเอียดในการเชื่อมและการทดสอบ โดยจะมีหัวข้อที่คล้ายกัน แต่จะมีความแตกต่างในรายละเอียดและค่าการทดสอบ

มาตรฐานในการออกแบบรอยต่อทางกลของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปนั้น (prEN 16843) ค่อนข้างมีความสมบูรณ์ กล่าวคือ มีการกำหนดวิธีในการทดสอบหาค่าล้าต้านทานแรงดึงและการตัด รวมถึงการทดสอบค่าการเป็นฉนวนของรอยต่อ นอกจากนั้น มีการกำหนดค่าขั้นต่ำของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองเพื่อใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของรอยต่อ และในภาคผนวกได้แสดงระยะมาตรฐานในการติดตั้งรอยต่อทางกลสำหรับรางประเภทต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ เช่นเดียวกับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (AREMA) ได้มีการกำหนดวิธีทดสอบและค่าขั้นต่ำที่ยอมรับได้ของคุณสมบัติเชิงกลสำหรับวัสดุที่นำมาทำแผ่นเหล็กประกบราง เช่น Tensile strength, Yield point, Elongation เป็นต้น รวมทั้งค่าการเป็นฉนวนของรอยต่อ ที่ได้จากการทดสอบโดยวิธี Megohmmeter test นอกจากนั้น ได้มีการกำหนดรูปแบบมาตรฐานที่ใช้ในการติดตั้ง โดยแสดงเป็นแผนภาพซึ่งต่างจากมาตรฐาน prEN 16843 ที่ได้แสดงระยะต่างๆ ในตาราง มาตรฐานประเทศออสเตรเลีย (AS 1085.2-2002) มีลักษณะคล้ายคลึงกับสองมาตรฐานที่กล่าวมาข้างต้น คือ มีการกำหนดค่า Tensile strength และ Elongation ของแผ่นเหล็กประกบราง แต่ไม่พบคุณสมบัติในการต้านทานแรงดัดหรือการตรวจวัดค่าการเป็นฉนวนของรอยต่อ แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการแสดงแบบมาตรฐานในการติดตั้งรอยต่อต่าง ๆ ไว้ที่ภาคผนวก





มาตรฐานในการออกแบบรอยต่อทางกลของ ประเทศจีน (TB/T2345-2008) และญี่ปุ่น (JIS E-1102) นั้น สามารถค้นพบเพียงการกำหนด ค่าที่ยอมรับได้ของคุณสมบัติเชิงกล โดยคุณสมบัติ ที่ทั้งสองมาตรฐานให้ความสำคัญเหมือนกันก็คือ ค่า Tensile Strength และ Elongation และเป็น ที่น่าเสียดายที่ไม่พบมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับรอย ต่อทางกลสำหรับมาตรฐานประเทศเกาหลี ใน ส่วนของมาตรฐานสำหรับประเทศไทยนั้น ไม่พบ ข้อกำหนดใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเชิงกลหรือ ค่าการเป็นฉนวนไฟฟ้าของรอยต่อแต่ได้พบข้อมูล ว่ามีการกำหนดระยะต่าง ๆ รวมถึงความยาวของ แผ่นเหล็กประกบรางและขนาดสลักเกลียวที่ใช้ใน การยึด แนวทางในการพัฒนามาตรฐานในการ ออกแบบรอยต่อทางกลสำหรับประเทศไทยนั้น สามารถพัฒนาได้โดยเป็นการรวมกันของ มาตรฐาน prEN 16843 และ AREMA กล่าวคือ การทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงและแรงดัด สามารถประยุกต์จากมาตรฐาน prEN 16843 และ ในส่วนของการทดสอบค่าการเป็นฉนวนสามารถ อ้างอิงถึงการทดสอบ Megohmmeter test รวม ถึงค่า Elongation ที่ยอมให้จากมาตรฐาน AREMA แต่อย่างไรก็ตามมาตรฐานสำหรับประเทศ ออสเตรเลีย จีน และ ญี่ปุ่น ก็ยังคงมีความสำคัญ สำหรับเป็นข้อมูลสนับสนุนในการพัฒนามาตรฐาน สำหรับประเทศไทย

การทบทวนมาตรฐานต่างๆ ของแผ่นรองราง พบว่า ทุกรัฐมาตรฐานจะกำหนดสมรรถนะขั้นต่ำของแผ่น รองรางไว้ในมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบยึดเหนี่ยว รางเนื่องจากแผ่นรองรางเป็นส่วนหนึ่งของระบบ ดังกล่าว ในการใช้งานจริงต้องมีการทดสอบเพื่อให้ เชื่อได้ว่าแผ่นรองรางจะสามารถใช้งานอย่าง ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามสำหรับ

ประเทศไทยยังต้องการการพัฒนามาตรฐานต่าง ๆ และจะต้องมีการรวบรวมข้อมูลและศึกษาเพิ่มเติม เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในลำดับต่อไป

การทบทวนมาตรฐานของระบบเครื่องยึดเหนี่ยว รางพบว่า ทุกรัฐมาตรฐานจะกำหนดสมรรถนะขั้นต่ำ ของส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งในการใช้งานจริงต้องมื การทดสอบเพื่อให้เชื่อได้ว่าระบบจะสามารถใช้ งานอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ภาพรวม การเปรียบเทียบของมาตรฐานทั้งสามประเทศ (ยุโรป สหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย) พบว่ามี ความคล้ายคลึงกันในส่วนของการกำหนด สมรรถนะขั้นต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ในโครงการ ระบบรถไฟฟ้ามหานครของประเทศไทยซึ่งมี ทางรถไฟขนาดมาตรฐานนั้น ได้มีการนำมาตรฐาน ยุโรปมาใช้ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า มาตรฐานดังกล่าวจะมีการกำหนดรูปแบบ สมรรถภาพขั้นต่ำที่คล้ายคลึงกัน แต่ยังคงมีราย ละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกันออกไป เช่น ขนาดของ แรงที่ใช้ในการทดสอบ ค่าต่ำสุดที่ยอมให้และจำนวน รอบของการทดสอบ เป็นต้น

การทบทวนมาตรฐานของหมอนรองราง พบว่า ทุกรัฐมาตรฐานจะกำหนดสมรรถนะขั้นต่ำของ หมอนรองรางในการใช้งานจริงต้องมีการทดสอบเพื่อให้ เชื่อได้ว่าหมอนรองรางจะสามารถใช้งานอย่าง ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพประเทศไทยยัง ต้องการการพัฒนามาตรฐานต่างๆ ที่จะเป็น แนวทางเดียวกันในการใช้งานโดยเฉพาะมาตรฐาน ในการออกแบบยังไม่มี ส่วนการทดสอบมี มอก. 2528 เล่ม 1 ถึง 3-2553 ที่ใช้ AS 1085.14 เป็นแนวทาง โดยที่มาตรฐานที่ต้องการ ควร ประกอบด้วยหัวข้อใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้





→ ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับหมอนรองราง

- น้ำหนักบรรทุก ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 ซึ่งอธิบายได้ครอบคลุม และก็สอดคล้องกับมาตรฐานอื่นๆ
- การกระจายน้ำหนักบรรทุก ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 และ prEN 16432-2: 2015 ซึ่งอธิบายได้ชัดเจน และครอบคลุมมาตรฐานอื่นๆ
- วัสดุ สำหรับคอนกรีต ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 ซึ่งกำหนดความต้านแรงอัดสูงสุดขั้นต่ำที่ครอบคลุมมาตรฐานอื่นๆ ส่วนเหล็กอัดแรงและเหล็กเสริม ควรให้เป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง หรือตามข้อตกลงตามสัญญา
- การออกแบบ โดยเฉพาะการคำนวณโมเมนต์ดัดออกแบบและการคำนวณน้ำหนักออกแบบ สำหรับการคำนวณโมเมนต์ดัดออกแบบ ตามมาตรฐาน EN 13230-6: 2014 ซึ่งให้หลักการที่ครอบคลุมมาตรฐานอื่นๆ สำหรับการคำนวณน้ำหนักออกแบบซึ่งต้องทราบในการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเพื่อนำไปคำนวณหาโมเมนต์ดัดออกแบบนั้น ตามมาตรฐาน AS 1085.14: 2003 เพราะใช้หลักการเดียวกันกับ มาตรฐาน EN 13230-6: 2014 และให้สมการในการคำนวณที่ขึ้นกับตัวแปรที่ทราบค่าได้โดยทั่วไป เช่น ความเร็ว ระยะเรียงหมอน น้ำหนักลงเพลลา เป็นต้น รวมทั้งสอดคล้องกับการคำนวณน้ำหนักบรรทุกทดสอบที่กำหนดใน มอก. 2528 เล่ม 3-2553 ที่มีการประกาศใช้แล้ว

การออกแบบรูปร่างและระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กของหมอนคอนกรีตอัดแรงตามเอกสารของ รฟท. หมอนคอนกรีตอื่นๆ ตามมาตรฐาน prEN 16432-2: 2015 เพราะให้พิกัดความคลาดเคลื่อนสูงสุดของหมอนคอนกรีตที่ชัดเจนกว่ามาตรฐานอื่นๆ และของหมอนคอนกรีตอัดแรงก็สอดคล้องกับเอกสารของ รฟท.

การคำนวณความเค้นแบกทานที่เกิดขึ้นตามมาตรฐาน AS 1085.14: 2003 เพราะใช้หลักการเดียวกันกับ มาตรฐาน EN 13230-6: 2014 และ AREMA และให้สมการในการคำนวณที่ขึ้นกับตัวแปรที่ทราบค่าได้โดยทั่วไป เช่น ระยะห่างระหว่างราง ความหมอน เป็นต้น รวมทั้งสอดคล้องกับการคำนวณน้ำหนักบรรทุกทดสอบที่กำหนดใน มอก. 2528 เล่ม 3-2553 ที่มีการประกาศใช้แล้ว ส่วนค่าความเค้นแบกทานที่ยอมให้ตาม AREMA

เนื่องจากแนะนำค่าไว้อย่างชัดเจนและใช้โดยทั่วไปในการออกแบบในประเทศไทย/สำหรับความเค้นคอนกรีตที่ยอมให้ในคอนกรีตอัดแรง ตามมาตรฐาน AS 1085.14: 2003 เพราะใช้หลักการเดียวกันกับ มาตรฐาน EN 13230-6: 2014 และ AREMA และให้สมการในการคำนวณที่ขึ้นกับความต้านแรงอัดสูงสุด รวมทั้งสอดคล้องกับการทดสอบที่กำหนดใน มอก. 2528 เล่ม 3-2553 ที่มีการประกาศใช้แล้ว





- การผลิต ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 และ prEN 16432-2: 2015 เนื่องจากอธิบายได้ครอบคลุม และสอดคล้องกับมาตรฐานอื่นๆ
 - การทดสอบ ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 prEN 16432-2: 2015 และ AS 1085.14: 2003 ที่อยู่บนหลักการเดียวกัน อธิบายได้ครอบคลุม และสอดคล้องกับมาตรฐานอื่นๆ รวมทั้งสอดคล้องกับการทดสอบที่กำหนดใน มอก. 2528 เล่ม 3-2553 ที่มีการประกาศใช้แล้ว
 - การควบคุมคุณภาพ ตามมาตรฐาน EN 13230-1: 2016 และ prEN 16432-2: 2015 เนื่องจากอธิบายได้ครอบคลุม และสอดคล้องกับมาตรฐานอื่นๆ
- ➔ หมอนรองรางสำหรับทางรถไฟชนิดหินโรยทาง
- ➔ หมอนรองรางสำหรับทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง

6.6 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานตำแหน่งเปลี่ยนผ่านบนทางรถไฟ

การศึกษาพบว่า มาตรฐาน KR C-14080 ของประเทศสาธารณรัฐเกาหลีได้มีการกำหนดแบบมาตรฐานในการก่อสร้างบริเวณจุดเชื่อมต่อ (Connection or Transition Zone) ระหว่างทางวิ่งบนพื้นคอนกรีตต่างชนิด ทางวิ่งบริเวณปากทางอุโมงค์ และทางวิ่งบนงานดินกับสะพาน สำหรับมาตรฐานกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป อ้างถึง EU No. 1299/2014 นั้นไม่ได้กล่าวถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างงานดินและสะพาน แต่ได้กำหนดน้ำหนักเพื่อใช้สำหรับการออกแบบโครงสร้างของงานดิน อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษาถึงข้อกำหนด UIC 719R ได้มีการเสนอแบบจำลองที่ใช้ในการเสริม

เสถียรภาพของบริเวณเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถสืบค้นได้ 3 วิธี คือ SNCF method (ประเทศฝรั่งเศส), MAV method (ประเทศฮังการี) และ DB method (ประเทศเยอรมัน) สำหรับมาตรฐานประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และ ออสเตรเลีย มีลักษณะที่คล้ายกันโดยใช้แผนภาพในการหาความหนาของชั้นต่าง ๆ โดยแบ่งลักษณะของทางรถไฟออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามสภาพการรับน้ำหนักบรรทุก ความเร็ว หรือ ความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ ซึ่งทั้งสองมาตรฐานนั้นไม่ได้กล่าวถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างพฤติกรรมของระบบรางในบริเวณเชื่อมต่อระหว่างงานดินและสะพาน





โดยสรุปได้นำแนวทางการกำหนดมาตรฐานของประเทศเกาหลีเป็นหลัก เนื่องจากมีความครอบคลุมกับสภาพปัญหาของตำแหน่งเปลี่ยนผ่านบนทางรถไฟ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ❖ การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของทางฯ ที่ส่งผลต่อการสั่นสะเทือนบนรถไฟ
- ❖ พฤติกรรมของรถไฟที่ตอบสนองต่อการยุบตัวของทางที่ต่างกันบริเวณจุดเปลี่ยนผ่าน
- ❖ ค่าพิกัดของการสั่นสะเทือนที่ยอมให้เกิดบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่านโดยมีประเด็นสำคัญ คือ
 - ❶ จำกัดการสั่นสะเทือนบนตัวรถ โดยอ้างอิงมาตรฐานของประเทศเกาหลี KR C-14080
 - ❶ จำกัดแรงกระแทกของล้อรถไฟ โดยอ้างอิงมาตรฐานยุโรป
 - ❶ จำกัดการเปลี่ยนแปลงของแรงกดใต้ราง โดยอ้างอิงมาตรฐานของประเทศเกาหลี KR C-14080
- ❖ แนวทางการปรับปรุงทางรถไฟบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่านเพื่อลดการสั่นสะเทือนโดยแนะนำวิธีต่างๆ ดังนี้
 - ❶ การปรับปรุงชั้นดินพื้นทาง การติดตั้งวัสดุ Geotextile
 - ❶ การติดตั้งรางเสริม
 - ❶ การใช้วัสดุยึดหยุ่นเช่น แผ่นรองราง แผ่นรองหมอน แผ่นรองพื้นคอนกรีตหมอนสังเคราะห์ เป็นต้น
 - ❶ การเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างหินโรยทาง เช่น การใช้วัสดุประสาน เป็นต้น
 - ❶ การออกแบบติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตรองใต้พื้นทาง
- ❖ การวิเคราะห์และทดสอบการสั่นสะเทือนบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่าน

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า มาตรฐานมีการกำหนดให้จำกัดความรุนแรงของการสั่นสะเทือนเพื่อลดความเสียหายต่อทางรถไฟ โดยมีหลักการของการก่อสร้างคือควบคุมให้ค่าความแข็งแรงให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งจะไม่เน้นถึงวิธีการเฉพาะเจาะจงเนื่องจากในปัจจุบันได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาดังกล่าวอยู่อย่างต่อเนื่อง

6.7 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ

การพัฒนาข้อจำเป็นที่ต้องการจากผลการรวบรวม ทบทวน และเปรียบเทียบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบระบายน้ำทางรถไฟ ทั้งกฎ/ระเบียบ/ข้อบังคับ (Laws/Rules/Regulations) มาตรฐาน (Standards) และคู่มือ (Manuals) โดยภาพรวมแสดงถึงประเภทของระบบระบายน้ำทางรถไฟ คือ ระบบระบายน้ำผิวดิน (Surface Drainage Systems) ได้แก่ รางระบายน้ำ และระบบระบาย

น้ำใต้ผิวดิน (Subsurface Drainage Systems) ได้แก่ ท่อ และวัสดุมวลรวม ขณะเดียวกันในขั้นตอนการออกแบบมีหลักสำคัญ คือ การตรวจสอบเปรียบเทียบศักยภาพการระบายน้ำที่ต้องการกับศักยภาพการระบายน้ำ การประเมินศักยภาพการระบายน้ำที่ต้องการจะเป็นการประมาณค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำโดยใช้วิธี (ก) Rational Method (ข) วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำตก (Unit Hydrograph)





หรือ (ค) วิธีการวิเคราะห์ความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค (Regional Flood Frequency Analysis) วิธีใดวิธีหนึ่งจาก 3 วิธีข้างต้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะเงื่อนไขและข้อจำกัดด้านอุทกวิทยา ส่วนการประเมินศักยภาพการระบายน้ำของประเภทระบบที่ใช้ ออกแบบเป็นการประมาณค่าอัตราการไหลของน้ำในประเภทระบบที่ใช้ออกแบบโดยใช้สมการแมนนิง (Manning's Equation) การออกแบบจะถือว่าเป็นที่น่าพอใจเมื่อผลการเปรียบเทียบแสดงว่าศักยภาพการระบายน้ำของประเภทระบบที่ใช้ออกแบบมีค่ามากกว่าศักยภาพการระบายน้ำที่ต้องการ เมื่อได้ข้อจำเป็นที่ต้องการแล้วจะถูกรวบรวมเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเบื้องต้นของร่างมาตรฐานและคู่มือระบบระบายน้ำทางรถไฟของ

ประเทศไทย ต่อมาเมื่อได้ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Analysis) และท้ายที่สุดเมื่อดำเนินการถึงขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานและคู่มือระบบระบายน้ำของประเทศ จำเป็นต้องนำผลจากการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกับข้อสรุปเบื้องต้นมาพิจารณาต่อไป

6.8 สรุปผลการศึกษาเชิงเปรียบเทียบมาตรฐานความปลอดภัยบนทางรถไฟ

การศึกษาทบทวนมาตรฐานด้านความปลอดภัยบนทางรถไฟ (Track Safety) ที่มีการใช้งาน ณ ปัจจุบัน ของ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศกลุ่มยุโรป ประเทศญี่ปุ่น และประเทศสาธารณรัฐเกาหลีใต้ พบว่ามาตรฐานด้านความปลอดภัยบนทางรถไฟจะมีรายละเอียดเนื้อหาทางเทคนิคและมีจุดเด่นที่ค่อนข้างจะต่างกันอย่างชัดเจนซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างมาตรฐานและแนวคิดหรือปรัชญาองค์รวมการจัดการความปลอดภัยทางระบบรางโดยรวมด้วย เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีมาตรฐานในส่วนการออกแบบและก่อสร้าง การตรวจสอบ และการบังคับใช้ทางเทคนิค ส่วนประเทศกลุ่มยุโรปจะเน้นแนวปฏิบัติและคู่มือในส่วนความปลอดภัยของพนักงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานบนทางรถไฟ ส่วนประเทศญี่ปุ่นจะเน้นการเดินรถที่ปลอดภัยบนทางรถไฟและ

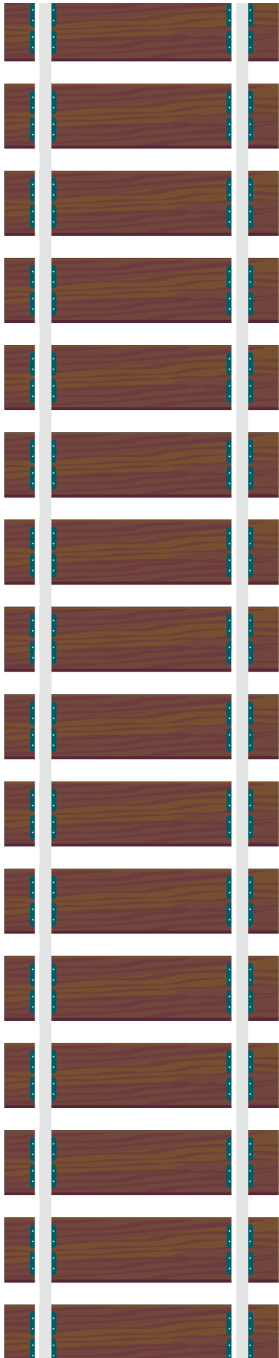
ระบบควบคุมอาณัติสัญญาณ ส่วนมาตรฐานประเทศสาธารณรัฐเกาหลีใต้จะเน้นสถานที่และอุปกรณ์ความปลอดภัยที่นอกเหนือจากองค์ประกอบของทางรถไฟเอง อีกทั้งมีองค์ประกอบด้านความปลอดภัยและระดับการบังคับใช้ที่ต่างกัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบ เปรียบเรียง และวิเคราะห์หามาตรฐานและคู่มือที่เหมาะสมด้านความปลอดภัยบนทางรถไฟสำหรับประเทศไทยต่อไป โดยมีกระบวนการศึกษาวิเคราะห์ช่องว่าง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการจัดสัมมนาระดมความคิดเห็น สำหรับจัดทำเป็นเล่มมาตรฐาน และคู่มือส่วนความปลอดภัยบนทางรถไฟต่อไป





7

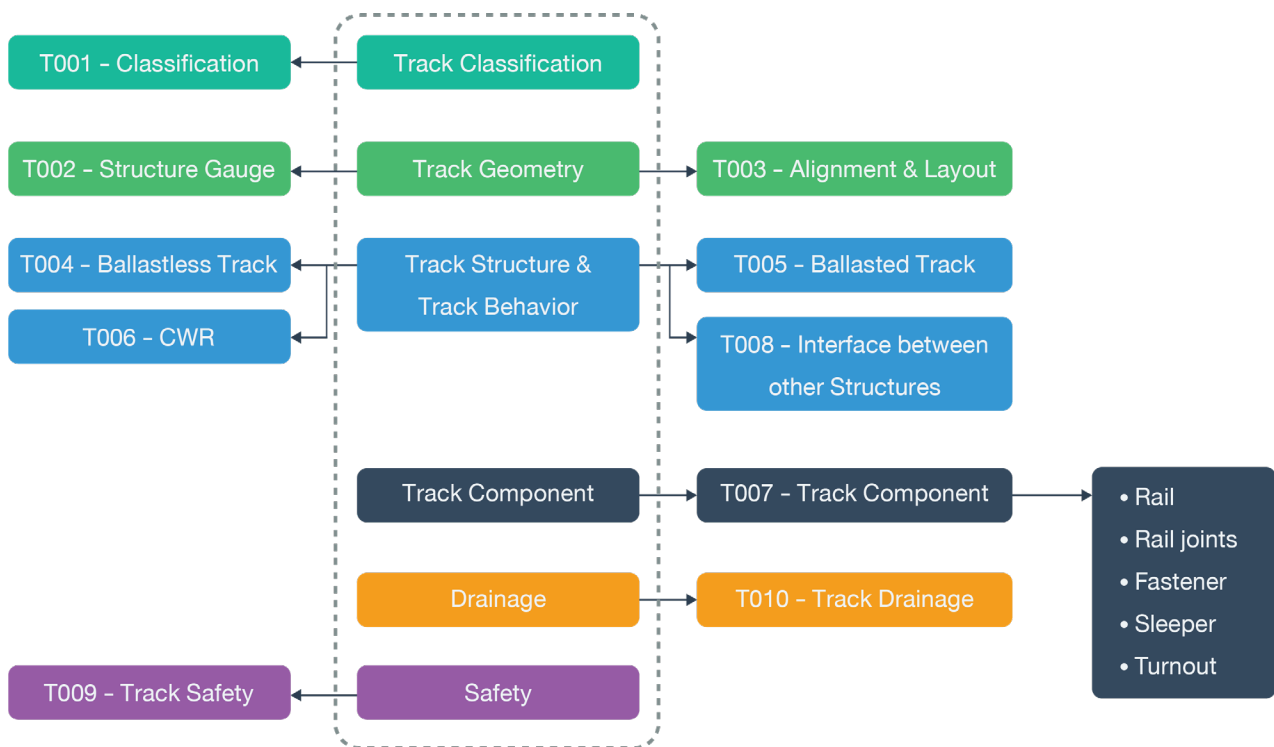
สรุปภาพรวมมาตรฐาน โครงสร้างทางรถไฟ



โครงสร้างของมาตรฐานมีความครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาเชิงเปรียบเทียบและวิเคราะห์ กำหนดมาตรฐานของประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้าน อุตสาหกรรมระบบราง อาทิเช่น กลุ่มประเทศยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศจีน เป็นต้น

ซึ่งมาตรฐานของแต่ละประเทศต่างก็มีความแตกต่าง และลักษณะเฉพาะของตนเองขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อม และการใช้งานระบบรางของประเทศนั้น ๆ โดยในการ ศึกษาได้นำมาตรฐานดังกล่าวมาพิจารณาร่วมกับ มาตรฐานที่ถูกใช้อยู่เดิมในประเทศ ทั้งทางรถไฟที่อยู่ ภายใต้การดูแลของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) รวมไปถึงทางรถไฟในเมืองที่อยู่ภายใต้การดูแลของการ รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) โดยผลลัพธ์การศึกษาเชิงเปรียบเทียบ จะนำไปสู่ข้อสรุป ในการกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาในมาตรฐาน ภาพรวมของ มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟมีเนื้อหาสำคัญเกี่ยวกับ ข้อกำหนดและสมรรถนะขั้นต่ำต่างๆที่มีความเกี่ยวข้อง กับความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการเดินรถ ซึ่งหลัก การในการกำหนดมาตรฐานนี้ได้ยึดแนวทางเพื่อให้เกิด ความปลอดภัยสูงสุด รวมทั้งคำนึงถึงการควบคุมอายุการ ใช้งานและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงให้เป็นไปตามที่ ออกแบบ โดยมาตรฐานทางเทคนิคถูกแบ่งออกเป็น 10 ส่วน หลักซึ่งมีความสอดคล้องกับขั้นตอนในการออกแบบ และ ก่อสร้างทางรถไฟ ดังแสดงในรูปที่ 7-1





รูปที่ 7-1 การเชื่อมโยงของมาตรฐานกับการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟ

รายละเอียดเนื้อหาที่สำคัญของทั้ง 10 มาตรฐาน มีดังต่อไปนี้

มขร S-T-001

- มขร S-T-001 มาตรฐานการแบ่งประเภททางรถไฟ มีเนื้อหาในการจำแนกรูปแบบของทางรถไฟ ซึ่งแบ่งไปตามชนิดของการให้บริการเช่น รถไฟระหว่างเมือง รถไฟในเมือง และรถไฟขนส่งสินค้า เป็นต้น



มขร S-T-002



- มขร S-T-002 มาตรฐานเขตโครงสร้างทางรถไฟ มีเนื้อหาในการกำหนดพิกัดขอบเขตโครงสร้างของทางรถไฟ (Structure Gauge) ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรปและมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของขนาดตัวรถไฟพิกัดเขตโครงสร้างการคำนวณพิกัดแบบสถิตย์ (Kinematic Gauge) และพิกัดเชิงพลวัต (Dynamic Gauge) เป็นต้น



มขร S-T-003

มขร S-T-004

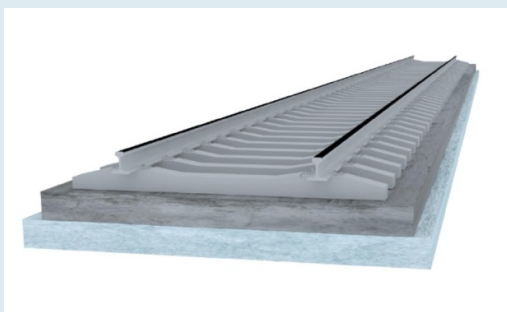
มขร S-T-005

มขร S-T-006



- มขร S-T-003 มาตรฐานการออกแบบและวางแนวเส้นทาง มีเนื้อหาในการกำหนดมิติเรขาคณิตของทาง (Track Geometry) และการวางแนวเส้นทาง (Track Alignment) ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศจีน รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของมิติเรขาคณิตของทาง การวางแนวทางราบ (Horizontal Alignment) การวางแนวทางตั้ง (Vertical Alignment) และโค้งเปลี่ยนผ่าน (Transition Curves) เป็นต้น

- มขร S-T-004 มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดมีหินโรยทาง มีเนื้อหาของการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรป รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของการวิเคราะห์พฤติกรรมของชั้นทาง คุณสมบัติของหินโรยทาง ชั้นรองหินโรยทาง และดินพื้นทาง เป็นต้น



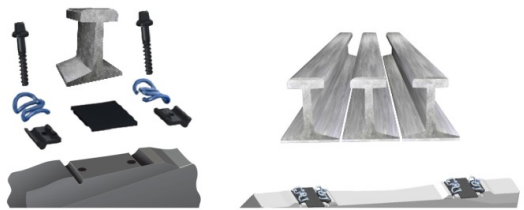
- มขร S-T-005 มาตรฐานการออกแบบทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง มีเนื้อหาของการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรปเป็นหลัก โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของแรงกระทำที่ใช้ในการออกแบบ การวิเคราะห์พฤติกรรมของพื้นทาง วัสดุสำหรับโครงสร้างทางรถไฟ และข้อควรพิจารณาพิเศษสำหรับการออกแบบ เป็นต้น

- มขร S-T-006 มาตรฐานรางเชื่อมยาว มีเนื้อหาในการกำหนดคุณสมบัติและประสิทธิภาพของทางรถไฟที่ติดตั้งรางเชื่อมยาวซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป ประเทศเกาหลี และสหรัฐอเมริกา รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของการวิเคราะห์พฤติกรรมของรางเชื่อมยาว พิกัดหน่วยแรงสูงสุดที่ยอมให้ในรางเชื่อมยาว และแนวทางปฏิบัติในการก่อสร้างทางรถไฟที่ติดตั้งรางเชื่อมยาว เป็นต้น





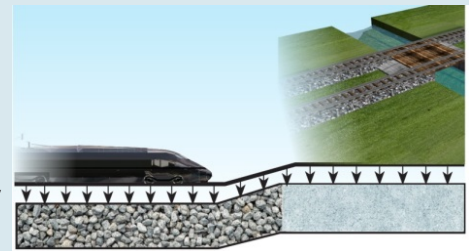
มขร S-T-007



- มขร S-T-007 มาตรฐานองค์ประกอบทางรถไฟ มีเนื้อหาในการกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบของทางรถไฟ ซึ่งประกอบไปด้วย ราง (Rail) จุดต่อราง (Rail joint) อุปกรณ์ยึดเหนี่ยวราง (Fastener) หมอนรองราง (Sleeper & bearer) และประแจ (Turnout) โดยมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป ประเทศออสเตรเลีย และประเทศสหรัฐอเมริกา รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย เนื้อหาของมาตรฐานมีการกำหนดถึงรายละเอียดทั้งในด้านการผลิต วัสดุ ประสิทธิภาพ และการทดสอบ เป็นต้น

มขร S-T-008

- มขร S-T-008 มาตรฐานตำแหน่งเปลี่ยนผ่านบนทางรถไฟ มีเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมการสันสเทือนของรถไฟบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่าน อาทิ บริเวณที่โครงสร้างรองรับทางมีการเปลี่ยนแปลง บริเวณคอสะพานหรือบริเวณปากอุโมงค์ เป็นต้น ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป และเกาหลีใต้ โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของพิกัดการสันสเทือนที่ยอมให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างล้อรถไฟและรางรถไฟ และแนวทางการปรับปรุงชั้นทางบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่าน เป็นต้น



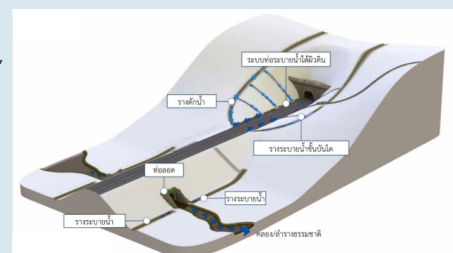
มขร S-T-009



- มขร S-T-009 มาตรฐานความปลอดภัยบนทางรถไฟ มีเนื้อหาในการกำหนดแนวทางการควบคุมความปลอดภัยบนทางรถไฟ ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของกลุ่มประเทศยุโรป และสหรัฐอเมริกา รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดของหลักปฏิบัติในการทำงานบนทางรถไฟ เป็นต้น

มขร S-T-010

- มขร S-T-010 มาตรฐานระบบระบายน้ำบนทางรถไฟ มีเนื้อหาเกี่ยวกับข้อกำหนดการออกแบบและก่อสร้างระบบระบายน้ำของทางรถไฟ โดยเน้นการระบายน้ำให้ออกจากเขตทางเป็นหลัก ซึ่งมาตรฐานฉบับนี้มีเนื้อหาหลักสอดคล้องกับมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา รวมไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย โดยมีการกำหนดถึงรายละเอียดในการประมาณค่าปริมาณการไหลของน้ำ ระบบระบายน้ำผิวดิน ระบบระบายน้ำใต้ผิวดิน การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ เป็นต้น





8

สรุปภาพรวมคู่มือการ ออกแบบและก่อสร้าง โครงสร้างทางรถไฟ

การออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี หลักการ รวมไปถึงขั้นตอนต่างๆ ในการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟ ซึ่งเนื้อหาในคู่มือนี้ จะมีความสอดคล้องกับมาตรฐานทางเทคนิคที่กำหนดไว้ข้างต้น กล่าวคือ เมื่อดำเนินการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟตามคู่มือฯ แล้ว จะต้องมีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยตามที่มาตรฐานทางเทคนิคที่กำหนดไว้ โดยรายละเอียดของคู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับหลักปฏิบัติของการก่อสร้างทางรถไฟ คือ

01 รายละเอียดในส่วนของการออกแบบ (Design Stage) เป็นการกำหนดคุณสมบัติขององค์ประกอบต่างๆบนทางรถไฟเพื่อให้ทางรถไฟมีประสิทธิภาพในการให้บริการที่เพียงพอต่อความต้องการ

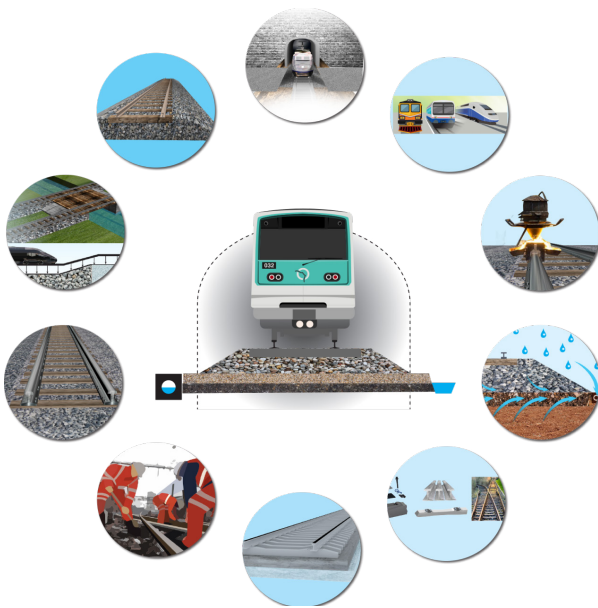
02 รายละเอียดในส่วนของการก่อสร้าง (Construction Stage) เป็นการกำหนดวิธีการและขั้นตอนในการก่อสร้าง เพื่อให้ทางรถไฟที่แล้วเสร็จนั้นมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

03 รายละเอียดในส่วนของการตรวจสอบและรับรอง (Test And Approval) เป็นการกำหนดรายละเอียดของการทำการทดสอบเพื่อประเมินคุณสมบัติและสมรรถนะของทางรถไฟให้เป็นไปตามที่ออกแบบ โดยจะมีรายละเอียดของค่าความผิดพลาดที่ยอมให้ (Tolerances) ในกรณีต่างๆ





8.1 การออกแบบทางรถไฟ



เนื้อหาของคู่มือการออกแบบทางรถไฟนั้น จะประกอบไปด้วยการกำหนดสมรรถนะที่ต้องการและข้อจำกัดต่างๆ ของระบบ ซึ่งวิศวกรจะต้องออกแบบโครงสร้างทางรถไฟให้สามารถรองรับความต้องการเหล่านั้นได้ โดยการออกแบบจะประกอบไปด้วยการออกแบบทางกายภาพ การออกแบบองค์ประกอบของโครงสร้างและพฤติกรรมกรับน้ำหนักของโครงสร้างทางรถไฟ การออกแบบเพิ่มเติมเพื่อรองรับปัจจัยในด้านอื่นๆ เช่น การระบายน้ำ เป็นต้น ขั้นตอนโดยรวมของการออกแบบทางรถไฟ มีรายละเอียดดังนี้

กำหนดสมรรถนะที่ต้องการและข้อจำกัดของระบบโดยประกอบไปด้วย

- ปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความกว้างของทางสภาพของภูมิประเทศ ขีดจำกัดการยกโค้ง การเอียงของราง เป็นต้น
- ปัจจัยจากตัวรถไฟ ประกอบไปด้วย น้ำหนักลงเพลา ความเร็วในการให้บริการ ความสามารถในการไต่ทางชัน ขีดจำกัดการยกโค้งส่วนขาด พฤติกรรมของช่วงล่างและปฏิสัมพันธ์ระหว่างล้อและราง เป็นต้น
- ปัจจัยจากทางรถไฟ ประกอบด้วย กำลังและความแข็งแรงของทางรถไฟความสามารถในการรับแรงกระแทก ความคงทนและอายุการใช้งานขององค์ประกอบ เป็นต้น
- ปัจจัยอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การกัดกร่อนตามธรรมชาติ น้ำแข็งหรือน้ำหลาก แผ่นดินไหว เป็นต้น

การออกแบบทางกายภาพ (Geometric Design)

ซึ่งมีเนื้อหาประกอบไปด้วยการออกแบบแนวเส้นทางและการวางผัง (Alignment and Layout) และการออกแบบระยะเผื่อต่างๆ (Clearances) โดยการออกแบบแนวเส้นทางจะประกอบด้วยการวางโค้งราบ โค้งเปลี่ยนผ่าน โค้งต่อเนื่อง การกำหนดรัศมีโค้งและการยกโค้งที่เหมาะสมกับความเร็ว โค้งดิ่ง รูปร่างและลักษณะทางกายภาพของประแจ เป็นต้น สำหรับการออกแบบระยะเผื่อนั้น จะเป็นการกำหนดค่าระยะเผื่อของโครงสร้าง (Structure Gauge) ซึ่งคำนึงถึงระยะเผื่อในแนวราบและแนวตั้ง (Horizontal & Vertical Clearances) ขนาดและการเคลื่อนตัวของรถ (Static, Kinematic & Dynamic Gauge) ระยะเผื่อบริเวณทางโค้ง (Thrown in the Curve) ช่องว่างอากาศ (Air Gap) รวมไปถึงระยะเผื่อสำหรับการก่อสร้าง (Construction Clearances) เป็นต้น โดยในการก่อสร้างก็จะมีการสำรวจ การวางแนวเส้นทางไปตามภูมิประเทศ การตรวจวัดระดับและความเที่ยงตรงของแนวเส้นทาง โดยเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้วจะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของแนวเส้นทางไม่ให้เกินค่าที่ยอมให้ (Construction Tolerances)





๐ การออกแบบองค์ประกอบของโครงสร้าง และพฤติกรรมการรับน้ำหนักของทางรถไฟ (Track Structural Design)

โดยมีเนื้อหาประกอบไปด้วยการออกแบบของ โครงสร้างทางสองแบบ คือ โครงสร้างทางรถไฟ แบบมีหินโรยทาง (Ballasted Track) และโครงสร้าง ทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง (Ballastless Track) ซึ่งการออกแบบโครงสร้างทางรถไฟทั้งสองแบบจะมี การพิจารณาถึงคุณสมบัติขององค์ประกอบต่างๆ (Track Component) รวมไปถึงพฤติกรรมการรับ น้ำหนักของโครงสร้างโดยรวม (Overall Behavior) เพื่อให้ทางรถไฟที่จะก่อสร้างนั้นมีคุณสมบัติและ ประสิทธิภาพตามต้องการ โดยจะมีลำดับของการ ออกแบบ ดังต่อไปนี้

- การออกแบบหน้าตัดรางให้สามารถต้านทาน หน่วยแรงขณะใช้งานได้อย่างปลอดภัย
- การออกแบบจุดต่อของรางโดยจุดต่อราง สามารถแบ่งออกเป็นสามชนิดคือ จุดต่อแบบเชื่อม (Welded Joint) จุดต่อเชิงกล (Mechanical Joint) และจุดต่อเผื่อขยาย (Rail Expansion Joint)
- การออกแบบอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวรางจะเน้น ถึงกำลังต้านทานและอายุการใช้งานของรอยต่อ ที่จะต้องมีเพียงพอในการต้านทานต่อแรงกระทำ ต่างๆ ที่ถ่ายทอดมาจากรางได้
- การออกแบบหมอนรองรางและหมอนรองประแจ จะเน้นถึงการคำนวณแรงสูงสุดที่กระทำต่อน้ำตัด หมอน จากนั้นจึงทำการออกแบบขนาดหน้าตัด ของหมอน รวมไปถึงลวดอัดแรง นอกจากนี้ ในการผลิตจะมีการตรวจสอบถึงความเที่ยงตรง ของหน้าตัดหมอนตลอดความยาว ปริมาณและ แรงดึงของลวดอัดแรง

• การออกแบบประแจ จะเน้นในส่วน การออกแบบทางกายภาพเพื่อรองรับความเร็ว ของรถไฟในการเข้าประแจได้อย่างปลอดภัย ซึ่ง รายละเอียดจะประกอบไปด้วยการกำหนดมุม ประแจ รูปร่างของลิ้นประแจและตะเฒ่ เป็นต้น

• การออกแบบชั้นหินโรยทางสำหรับทาง รถไฟแบบมีหินโรยทางจะเน้นถึงการกำหนดถึง คุณสมบัติของหินโรยทางทั้งในด้านรูปร่างขนาด คละความแข็งแรงแรงและความทนทานต่อการ สึกกร่อน การกระจายของหน่วยแรงจากหมอนลง ไปสู่ชั้นดินรองทาง

• การออกแบบแผ่นพื้นสำหรับทางรถไฟ แบบไม่มีหินโรยทาง จะเน้นถึงการโดยวิเคราะห์ การกระจายตัวของแรงที่ส่งผ่านจากรางเข้าไปสู่ แผ่นพื้นผนวกไปถึงพฤติกรรมการรับน้ำหนักของ ชั้นรองใต้แผ่นพื้น โดยผลการวิเคราะห์จะทำให้ได้ หน่วยแรงที่กระทำบนหน้าตัดของแผ่นพื้นในแต่ละ ตำแหน่งและจะทำให้สามารถออกแบบรายละเอียด หน้าตัดและเหล็กเสริมบนแผ่นพื้นได้

• การออกแบบชั้นดินรองทาง จะเน้นถึง การเตรียมพื้นดินให้มีค่ากำลังแบกทาน (Bearing Capacity) ที่เพียงพอต่อการรับน้ำหนักจากชั้นทาง ด้านบน โดยในการก่อสร้างจะมีการทดสอบเพื่อตรวจ สอบถึงกำลังและคุณภาพของชั้นดิน





- ❶ การออกแบบเพิ่มเติมเพื่อรองรับปัจจัยในด้านอื่นๆ (Additional Consideration) โดยมีเนื้อหาของการออกแบบเพิ่มเติมเพื่อให้ทางรถไฟมีความสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
- ❷ การออกแบบเพื่อควบคุมพฤติกรรมของรางเชื่อมยาว เป็นการออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายของทางรถไฟเนื่องจากหน่วยแรงที่เกิดขึ้นไปบนแนวยาวของราง ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ถึงหน่วยแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเร่งและเบรกของรถไฟ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทางรถไฟและสะพาน เป็นต้น ทั้งนี้ในการก่อสร้างจะต้องมีการควบคุมหน่วยแรงบนรางให้อยู่ในช่วงที่กำหนดโดยตรวจสอบอุณหภูมิในการวางราง หรือมีการคลายความเค้นในราง เป็นต้น
- ❸ การออกแบบทางรถไฟบริเวณตำแหน่งเปลี่ยนผ่าน เนื่องจากความแตกต่างของความแข็งแรงบนโครงสร้างทางต่างชนิดกัน จะส่งผลให้เกิดการกระแทกขึ้นระหว่างล้อและราง เช่น บริเวณทางรถไฟบนพื้นดิน บริเวณคอสะพาน ซึ่งการกระแทกดังกล่าวจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วในบริเวณดังกล่าว ดังนั้นในการออกแบบจะต้องมีการควบคุมการกระแทกที่เกิดขึ้น รวมไปถึงปรับปรุงการก่อสร้างโครงสร้างทางบริเวณดังกล่าวให้มีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงอย่างค่อยเป็นค่อยไป
- ❹ การออกแบบระบบระบายน้ำ เป็นหัวใจสำคัญในการรักษาสภาพของทางวิ่งให้คงทน ซึ่งจะมีการกำหนดรายละเอียดในการประมาณค่าปริมาณน้ำที่เข้ามาสู่ระบบและการจัดการให้น้ำไหลออกไปโดยไม่มี การท่วมขัง และการกัดเซาะ
- ❺ ความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับทางรถไฟ เป็นการควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นขณะทำงานบนทางรถไฟ
- ❻ การคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและบำรุงรักษา โดยอาจจะต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุน เทคโนโลยีในการก่อสร้าง และตรวจวัดอัตราการเสื่อมสภาพของส่วนประกอบโครงสร้างทาง จำนวนรอบ และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการปิดเส้นทางเพื่อทำงานบนสายทาง เป็นต้น
- ❼ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบที่สำคัญของระบบขนส่งทางรางที่มีต่อชุมชน คือ เสียงและการสั่นสะเทือน ซึ่งการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์พิเศษติดตั้งไปบนโครงสร้างทาง เช่น แผ่นรองราง แผ่นรองใต้หมอน ประกับยางติดข้างรางเพื่อดูดซับการสั่น แผ่นกันเสียง เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะสามารถลดความรุนแรงของเสียงและการสั่นสะเทือนได้อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการติดตั้งรวมถึงการซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน





8.2 การก่อสร้างและการตรวจสอบรับรองทางรถไฟ

เนื้อหาของคู่มือการก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟนั้น จะแบ่งประเภทของการก่อสร้างไปตามรูปแบบของโครงสร้างทาง ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทหลัก คือ การก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทาง และการก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟแบบไม่มีหินโรยทาง โดยการก่อสร้างทางรถไฟแบบมีหินโรยทางนั้น มีขั้นตอนหลักในการดำเนินการดังนี้

- การสำรวจ เป็นการสำรวจวางตำแหน่งแนวเส้นทางไปตามภูมิประเทศตามที่ได้ออกแบบไว้เพื่อทำการประเมินปริมาณงานในการขุดและถมดินหรือในบางกรณีจะเป็นการก่อสร้างสะพานหรือชุดอุโมงค์ เป็นต้น
- การจัดเตรียมพื้นที่ เป็นการจัดการพื้นที่บริเวณทางรถไฟเพื่อเตรียมการก่อสร้างโครงสร้างพื้นทาง โดยขั้นตอนนี้จะมีการเคลียร์หน้าดิน ขุด เจาะ ถม เพื่อให้สามารถก่อสร้างทางรถไฟในบริเวณที่ต้องการได้ นอกจากนี้งานด้านการระบายน้ำอาจมีการดำเนินการได้ในขั้นตอนนี้ด้วย
- การจัดเตรียมชั้นดินรองทางในขั้นตอนนี้ เป็นการก่อสร้างชั้นดินเพื่อรองรับทางฯ โดยจะมีการถมและบดอัดดินเป็นชั้นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติของดินที่มีกำลังแบกทานตามต้องการ โดยหลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้แล้วจะมีการทดสอบคุณสมบัติของดินพื้นที่ทางรวมทั้งตรวจสอบระดับและแนวเส้นทางให้อยู่ในเกณฑ์ก่อนที่จะทำการก่อสร้างขั้นต่อไป
- การลงหินชั้นแรก โดยให้มีความหนาตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบจากการใช้รถลงหินโรยทาง (Ballast Paver) และการหินโรยทางชั้นแรกนั้นจะต้องทำบนพื้นที่เตรียมการเรียบร้อยแล้วและได้รับการตรวจสอบว่าได้ระดับตามแบบแล้ว ในการเกลี่ยหินควรระมัดระวังระดับด้านบนของหินโรยทางเพื่อไม่ให้เกิดสภาพการรับน้ำหนักเฉพาะบริเวณช่วงส่วนกลางของหมอนคอนกรีต (Center Binding Condition) นอกจากนี้ก่อนการลงหินอาจมีการนำหมอนมาวางกระจายไว้ข้างทางเพื่อจะได้นำไปจัดวางได้ในขั้นตอนต่อไป
- การวางหมอนรองราง จะดำเนินการโดยจัดเรียงหมอนบนหินโรยทางชั้นแรกให้มีระยะห่างตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ โดยควบคุมตำแหน่งการวางตัวของหมอนให้ได้ฉากกับทางรถไฟ รวมทั้งจัดวางให้หมอนถูกรองรับด้วยหินโรยทางอย่างสม่ำเสมอไปตลอดความยาว
- การวางราง ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวางรางเข้าสู่ตำแหน่งบนหมอน โดยใช้เครื่องมือเพื่อลากรางลงบนลูกกลิ้งรับน้ำหนักที่ติดตั้งอยู่สูงเหนือหมอนรองรางซึ่งสามารถเลื่อนรางไปจนสุดความยาว นอกจากนี้รางอาจถูกเชื่อมต่อกันก่อนโดยการเชื่อมหรือใช้เหล็กประกับราง
- การประกอบชุดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวราง ซึ่งประกอบด้วย แผ่นรองราง คลิปสปริง และฉนวน โดยหลังการยึดรางแล้วเสร็จจำเป็นต้องตรวจสอบระยะห่างของรางรวมทั้งความสมบูรณ์ของชุดอุปกรณ์ฯ อีกครั้งหนึ่ง
- การลงหินชั้นที่สอง เป็นการลงหินเพื่อให้คลุมหัวหมอนรวมทั้งเติมช่องว่างระหว่างหมอนให้เต็มเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของหมอนในแนวระนาบ





- การยกรางและอัดหิน ดำเนินการโดยใช้รถอัดหิน (Tamping Machine) ในการอัดหินโรยทางใต้หมอนรองรางหรือประแจ พร้อมการปรับแนวรางและยกระดับรางไปคราวเดียวกัน ซึ่งอาจจำเป็นต้องวิ่งรถอัดหินซ้ำกันหลายรอบเพื่อให้ได้แนวรางและระดับรางตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- การสั่นทางรถไฟ โดยใช้รถสั่นหิน (Track Stabilizer) ทำให้หินโรยทางมีการจัดเรียงตัวที่ดีและมีค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น
- การยกรางและอัดหินโรยทางขั้นสุดท้าย หลังการสั่นทางรถไฟโดยใช้รถสั่นหิน (Track Stabilizer) แล้วทางรถไฟจะยุบตัวลงประมาณ 15–20 มิลลิเมตร ความกว้างทางและความต่างระดับกันของราง

นอกจากนี้ยังต้องมีการตรวจสอบถึงความสมบูรณ์ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ประแจและอุปกรณ์ควบคุม จุดต่อราง อุปกรณ์ยึดเหนี่ยว ความแน่นหนาของหมอนรวมไปถึงความสมบูรณ์ในการวางรางเชื่อมยาวให้อยู่ในสถานะไม่มีความเค้น เป็นต้น โดยการตรวจสอบจะต้องทำการเก็บตัวอย่างให้เพียงพอเพื่อเป็นตัวแทนของสายทางทั้งหมด

สำหรับทางรถไฟแบบไม่ใช้หินโรยทาง จะมีขั้นตอนการเตรียมพื้นดินชั้นรองทางคล้ายคลึงกับทางรถไฟแบบใช้หินโรยทาง โดยจะมีความแตกต่างกันสำหรับการก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟส่วนบน ดังนี้

- การเตรียมชั้นรองพื้นคอนกรีต เป็นการเทพื้นทับหน้าชั้นดินเพื่อปรับระดับให้เที่ยงตรงและเตรียมที่สร้างแผ่นพื้นรองรางในชั้นต่อไป
- การก่อสร้างพื้นคอนกรีตในชั้นตอนนี้จะมีวิธีการก่อสร้างแตกต่างกันออกไปตามวิธีการออกแบบแผ่นพื้น โดยสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มหลักคือ แผ่นพื้นคอนกรีตแบบหล่อในที่ซึ่งจะมีการวางเหล็กเสริมและเทคอนกรีตทับลงไป กลุ่มที่สองคือ แผ่นพื้นคอนกรีตแบบหล่อสำเร็จซึ่งจะผลิตสำเร็จมาจากโรงงานและนำมาติดตั้งลงสู่พื้นที่ได้เตรียมไว้
- การวางรางและการประกอบชุดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวราง เมื่อแผ่นพื้นถูกติดตั้งเรียบร้อยแล้ว รางจะถูก

วางไปตลอดความยาวและชุดอุปกรณ์ยึดเหนี่ยวจะถูกติดตั้งเพื่อยึดรางให้เข้าที่ โดยในกระบวนการนี้อาจมีการปรับระดับของรางรวมไปถึงความกว้างของทางให้เป็นไปตามที่ออกแบบ

○ การตรวจสอบและรับรอง เช่นเดียวกับทางรถไฟแบบใช้หินโรยทาง หลังจากทำการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของทางรถไฟ โดยการตรวจสอบจะต้องทำการเก็บตัวอย่างให้เพียงพอเพื่อเป็นตัวแทนของสายทางทั้งหมด





9

สรุปภาพรวมคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

9.1 ทัวไป

คู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นคู่มือในการตรวจประเมิน และบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟที่ใช้ในงานในประเทศไทย โดยคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟเล่มนี้มีขอบเขตในการใช้งานดังนี้

- ใช้สำหรับทางรถไฟในประเทศไทยที่เป็นทางถาวร (Permanent Way) เท่านั้น
- การใช้งานเหมาะสำหรับการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟในประเทศไทยชนิดรถไฟขนส่งระหว่างเมือง รถไฟชานเมืองและรถไฟฟ้ามหานครในเขตเมือง ที่นิยามตามมาตรฐานการขนส่งทางราง S-T-001-256x
- รายละเอียดการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟที่นอกเหนือไปจากคู่มือเล่มนี้ให้เป็นไปตามคู่มือของหน่วยงานผู้รับผิดชอบโครงสร้างพื้นฐานและ/หรือข้อกำหนดที่ระบุไว้ในสัญญาในการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน

9.2 สาระสำคัญของคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

การดำเนินงานด้านการบำรุงรักษามีเป้าหมายเพื่อความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการให้บริการ มีความพร้อมต่อการใช้งานและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง นิยาม และเป้าหมายของงานบำรุงรักษาทางรถไฟ มีสาระสำคัญของการบำรุงรักษาดังนี้

9.2.1 งานวางแผนการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

สำหรับโครงสร้างพื้นฐานด้านระบบขนส่งทางรางมักถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยเฉพาะโครงการระบบขนส่งทางรางในปัจจุบันถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งาน (Service Life) ถึง 100 ปี ดังนั้นการดำเนินงานด้านการบำรุงรักษาถือเป็นหัวใจ

ของระบบขนส่งทางราง โดยมีเป้าหมายเพื่อความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการให้บริการ มีความพร้อมต่อการใช้งานและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยปัจจัยสำคัญ 4 ข้อในการดำเนินการบำรุงรักษา คือ





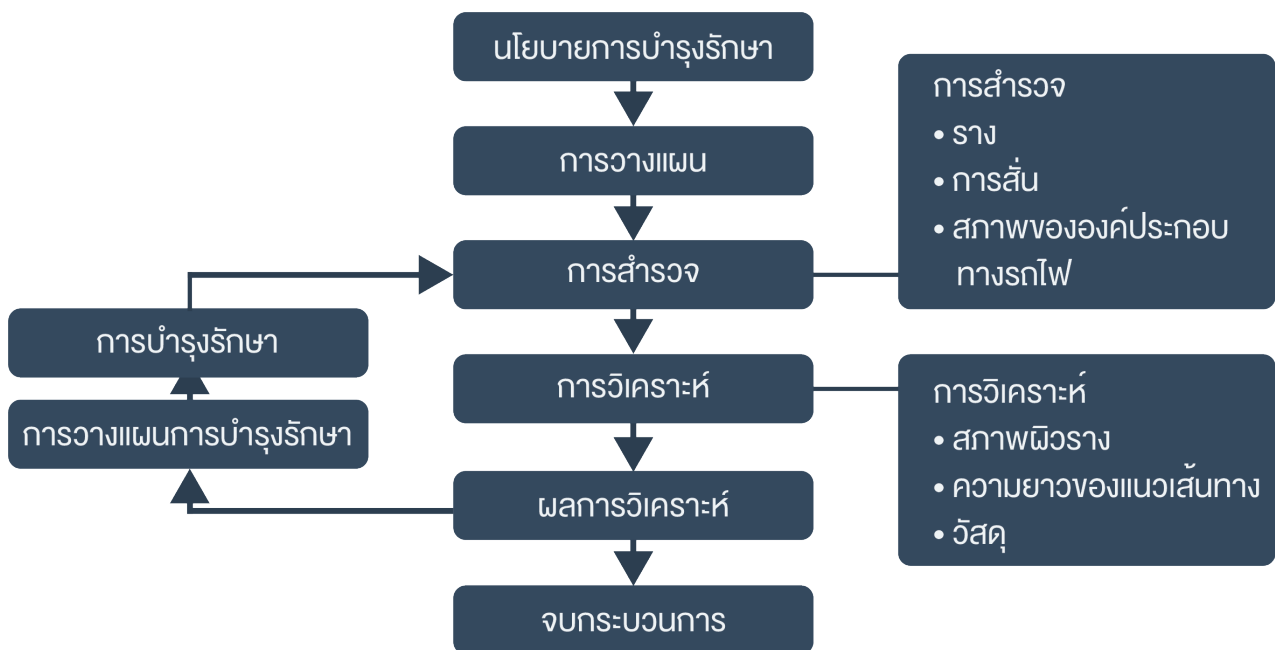
01 ความปลอดภัย (Safety) ต้องมีค่าสูงสุด

02 ความสะดวกสบาย (Comfort) ต้องมีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน

03 ความพร้อมในการใช้งาน (Availability) ต้องมีความพร้อมสูงสุดเพื่อรองรับการให้บริการ

04 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economy) ต้องมีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมและคุ้มค่าตลอดการดำเนินการ

ภายในคู่มือนี้ยังมีการระบุถึงการวางแผนการในการตรวจสอบและซ่อมบำรุง ดังแสดงในรูปที่ 9-1 ทั้งนี้การคำนวณน้ำหนักผ่านทางมีการรวบรวมการแบ่งชั้นทางตามคู่มือบำรุงทางของการรถไฟแห่งประเทศไทย ตลอดจนเปรียบเทียบกับมาตรฐานสากลอาทิ มาตรฐาน UIC (International Union of Railway) เพื่อให้ผู้นำไปใช้งานสามารถเลือกใช้แนวทางในการคำนวณและวางแผนตามความเหมาะสมกับชั้นทางที่คำนวณตามปริมาณน้ำหนักผ่านทาง



รูปที่ 9-1 การเชื่อมโยงของมาตรฐานกับการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟ





9.2.1 การตรวจประเมินสภาพโครงสร้างทางรถไฟและเกณฑ์กำหนดเพื่อการบำรุงทาง



ในงานบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟมีวัตถุประสงค์คือการรักษาสภาพทางและซ่อมทางให้ถูกต้องตามมาตรฐานอยู่เสมอเพื่อให้ทางรถไฟและองค์ประกอบอื่นๆ สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานตลอดอายุการใช้งาน (Service Life) ทั้งนี้ปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของทางรถไฟประกอบไปด้วย

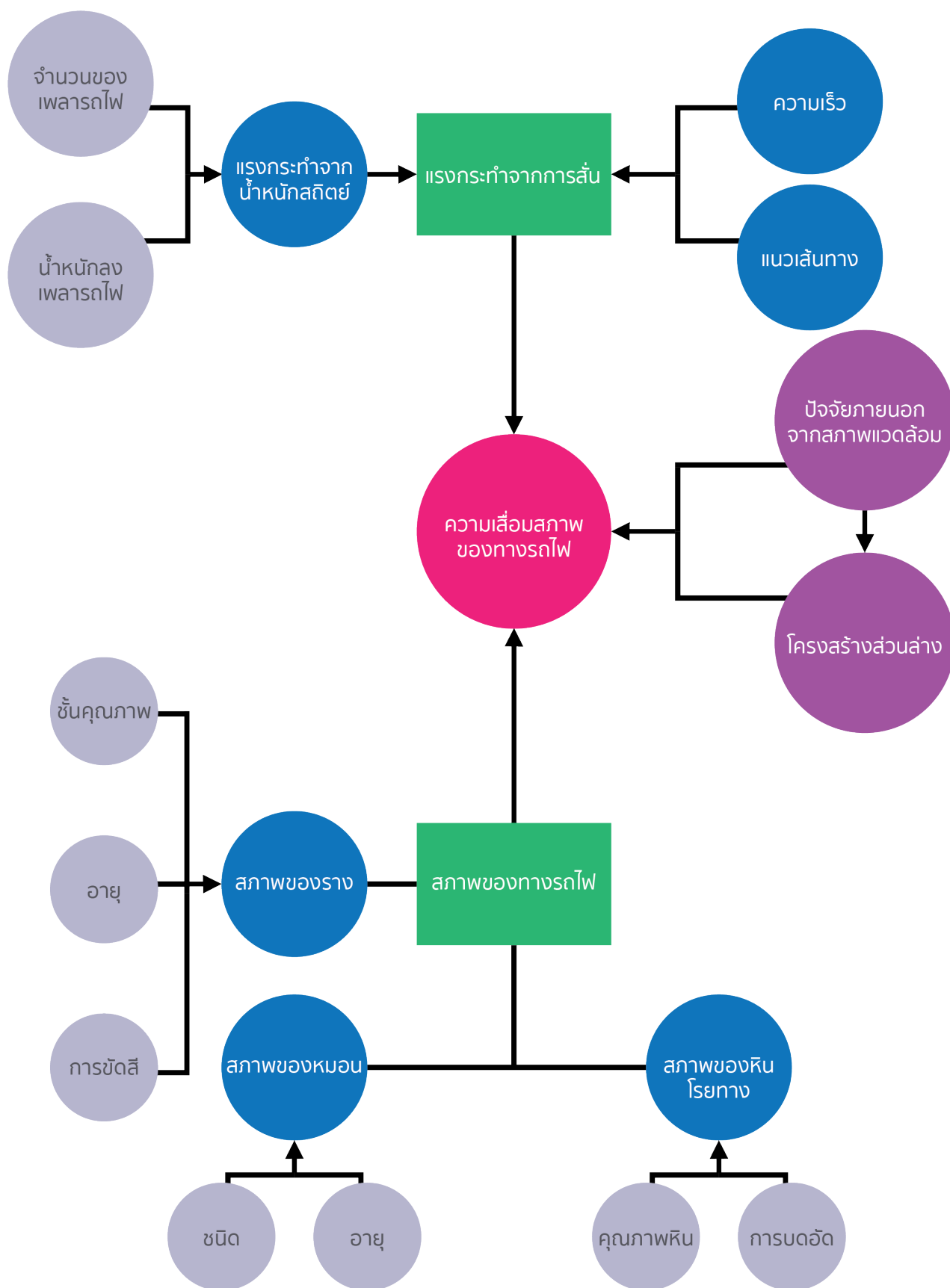
- 01 การใช้งาน (Use)
- 02 สภาพแวดล้อม (Environment)
- 03 ความเสียหาย (Failures)

โดยปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทางรถไฟดังแสดงในรูปที่ 9-2 คู่มือฉบับนี้ยังได้มีการระบุแนวทางการตรวจวัดและเกณฑ์กำหนดเพื่อการบำรุงทางไว้โดยละเอียด รวมถึงการคำนวณดัชนีคุณภาพของทางรถไฟ (Track Quality Index) ที่ได้จากการตรวจประเมินและนำมาประมวลผลเป็นดัชนีที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนซ่อมบำรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

บนโครงสร้างทางรถไฟไว้อีกด้วย และตารางที่ 9-1 ถึงตารางที่ 9-2 แสดงวงรอบของการตรวจการบำรุงรักษาขององค์ประกอบต่าง ๆ บนทางรถไฟ

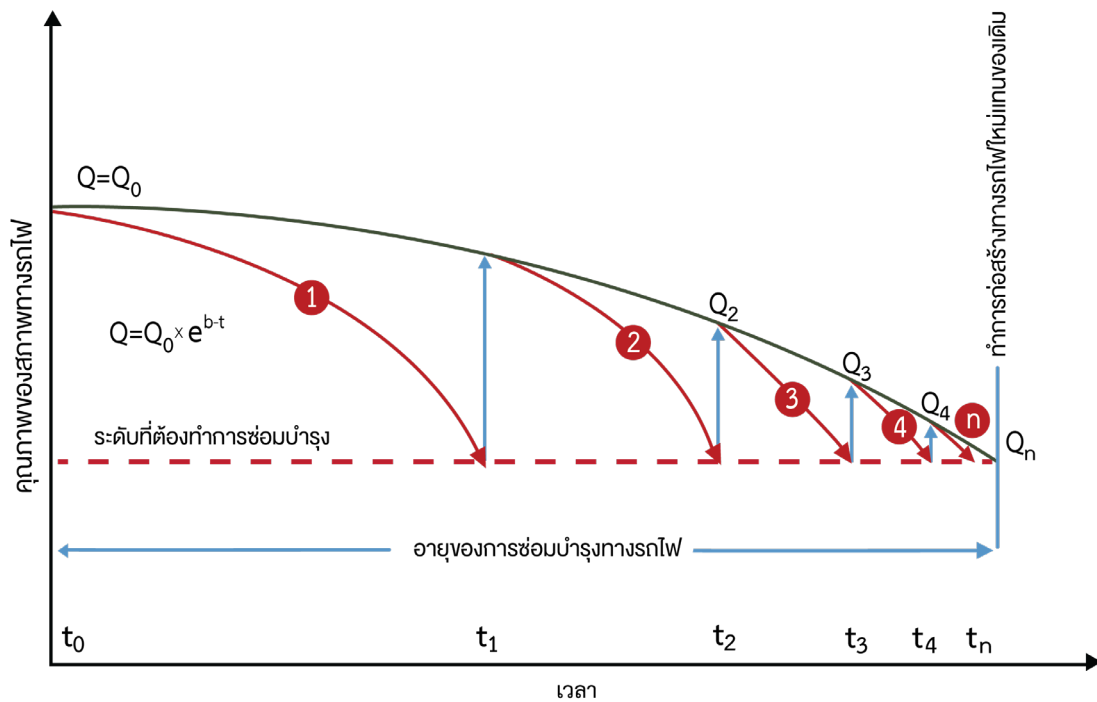
รูปที่ 9-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของทางรถไฟและรอบของการซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน ทั้งนี้ในเล่มคู่มือยังสรุปรอบของการตรวจประเมินและวงรอบการซ่อมบำรุงขององค์ประกอบต่างๆ





รูปที่ 9-2 แสดงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพของทางรถไฟ





รูปที่ 9-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของทางรถไฟและรอบของการซ่อมบำรุงตลอดอายุการใช้งาน

ตารางที่ 9-1 แสดงวงรอบของการตรวจประเมินทางรถไฟ

ชนิดของการตรวจประเมิน	วงรอบของการตรวจสอบ	หมายเหตุ
1) แนวเส้นทางรถไฟ	6 เดือน ถึง 1 ปี	
2) การสั่นของตัวรถไฟ	1-2 ปี หรือ หลังจากการบำรุงทางหนัก	UIC 518 หรือ EN 14363
3) การตรวจสอบองค์ประกอบของโครงสร้างทางรถไฟ	1-2 ปี	
4) Rail Internal Defect	เมื่อตรวจพบความผิดปกติจากการตรวจสอบ ในข้อ 2) หรือ 3)	การทดสอบด้วยเทคนิคการใช้คลื่นอัลตราโซนิก
5) การทดสอบความตรงของราง	1-2 ปี	
6) การทดสอบตัวของโครงสร้างรองรับทางรถไฟ	1-2 ปี หรือภายหลังจากได้รับเหตุจากภัยพิบัติ	





ตารางที่ 9-2 แสดงค่าวงรอบของการบำรุงรักษาขององค์ประกอบต่าง ๆ บนทางรถไฟ

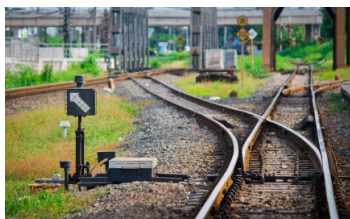
ชนิดของการตรวจประเมิน	น้ำหนักผ่านทาง (million gross tons)	ความถี่ในการบำรุงทางรถไฟ (ปี)
การบดอัด (Tamping)	40 - 70	4 - 5
การเจียรราง (Grinding)	20 - 30	1 - 3
การทำความสะอาดหินโรยทาง (Ballast Cleaning)	150 - 300	12 - 15
การปรับเปลี่ยนราง (Rail Renewal)	300 - 1000	10 - 15
การปรับเปลี่ยนหมอนไม้ (Timber Sleeper Renewal)	250 - 600	20 - 30
การปรับเปลี่ยนหมอนคอนกรีต (Concrete Sleeper Renewal)	350 - 700	30 - 40
การปรับเปลี่ยนเครื่องยึดเหนี่ยวราง (Fastenings Renewal)	100 - 500	10 - 30
การปรับเปลี่ยนหินโรยทาง (Ballast Renewal)	200 - 500	20 - 30
การปรับเปลี่ยนแนวเส้นทาง (Formation Renewal)	>500	>40

9.3 การตรวจประเมินและบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ

ประกอบไปด้วยแนวทางและเทคนิครวมถึงเกณฑ์กำหนดที่แนะนำเพื่อใช้สำหรับการตรวจประเมินตลอดจนแนวทางและเทคนิคในการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆของโครงสร้างทางรถไฟประกอบด้วย



• เครื่องยึดเหนี่ยวราง



• ประแจ



• หมอนรองราง



• รางและรอยเชื่อม

- รางและรอยเชื่อม
- Track Geometry
- เครื่องยึดเหนี่ยวราง
- แผ่นยางรองราง
- ประแจ
- หมอนรองราง
- ชั้นหินโรยทาง
- ชั้นดินพื้นทาง
- แผ่นพื้นคอนกรีตรองรับทางรถไฟ
- ระบบระบายน้ำ



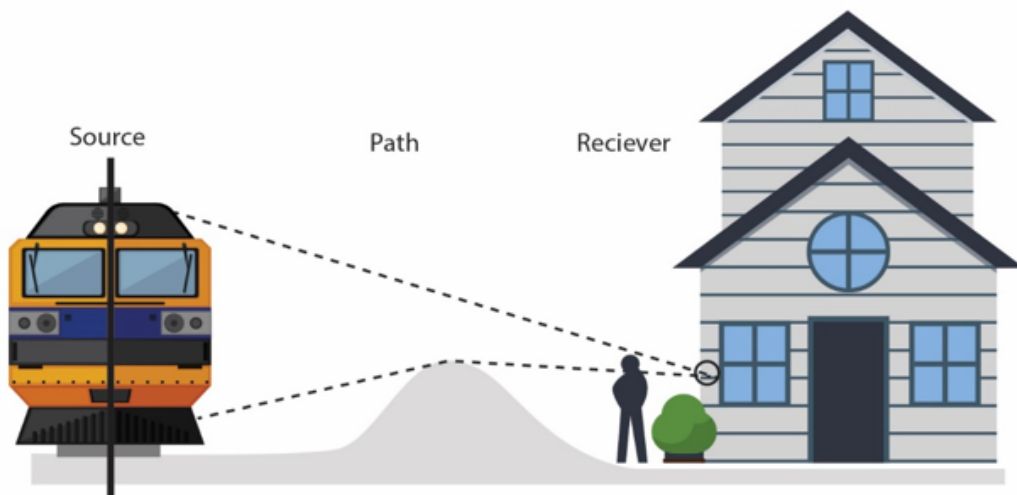


9.4 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

ในคู่มือฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมออกเป็นสองด้านหลักคือ การควบคุมเสียงและ การสั่นสะเทือน (Noise and Vibration Control) และการจัดการด้านมลพิษ (Pollution) โดยสามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

9.4.1 การควบคุมเสียงดังและการสั่นสะเทือน (Noise and Vibration Control)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● การควบคุมเสียงดังและการสั่นสะเทือนทั่วไป (1) การใช้ดีสเบรกส์แบบใหม่ที่ไม่เป็นโลหะ ซึ่งสามารถลดระดับเสียงดังจากล้อเลื่อนลงได้ และยังสามารถลดการสึกกร่อนของล้อและราง (2) การลดค่าความขรุขระของผิวทางรถไฟ (3) การใช้รางเชื่อมยาว (CWR) (4) การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด (5) การติดตั้งแผ่นกันเสียงที่ล่อรถไฟ | <ul style="list-style-type: none"> ● การควบคุมเสียงดังในการทำงานบนทางรถไฟ (1) ใช้ระบบปรับอากาศในห้องพนักงานขับ เพื่อลดผลกระทบจากลมและเสียงภายนอก (2) ปรับหม้อลมเบรกให้เหมาะสมเพื่อลดเสียงดังช่วงเบรก (3) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง (4) หลีกเลี่ยงการเข้าไปในบริเวณที่เครื่องจักรที่มีการกระแทกกำลังทำงาน |
|--|--|



รูปที่ 9-4 ลักษณะการส่งผ่านเสียงดังจากแหล่งบนทางรถไฟไปสู่ผู้รับ





9.4.2 มลพิษ (Pollution)

○ มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)

- (1) คนขับรถไฟต้องตระหนักถึงพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการปล่อยอากาศเสีย
- (2) มีขั้นตอนการบำรุงรักษาที่สามารถวินิจฉัยและแก้ไขปรับปรุงเครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ
- (3) จัดทำข้อเสนอแนะเพื่อช่วยลดเหตุรำคาญจากการปล่อยอากาศเสีย
- (4) จัดหาแหล่งจ่ายไฟบนขบวนขบวน สถานีคลังสินค้า และสถานีปลายทาง



○ มลพิษทางน้ำ (Water Pollution)

- (1) สร้างความตระหนักถึงปัญหาและแนวทางบริหารจัดการให้แก่พนักงานรถไฟ
- (2) มีแนวทางการรับมือและวิธีการทำความสะอาดสำหรับเกิดการหกและรั่วไหล
- (3) เลือกใช้สารเคมีทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- (4) สำนวจคุณภาพของน้ำท่าชะล้างผิวดินที่ถูกระบายลงในระบบระบายน้ำ
- (5) จำลองพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนที่และการจัดสรรแหล่งกำเนิดของมลพิษ
- (6) สำนวจการเปลี่ยนแปลงรูปของมลพิษในน้ำท่าชะล้างผิวดิน
- (7) สำนวจการกระจายขนาดอนุภาคของมวลรวมในทางรถไฟ
- (8) เลือกแนวทางที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำท่าชะล้างผิวดิน

9.5 แผนงานด้านความปลอดภัยและแผนเผชิญเหตุต่อภัยพิบัติ



ในคู่มือฉบับนี้ได้จัดทำแนวทางด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนทางรถไฟ และแนวปฏิบัติสำหรับแผนเผชิญเหตุต่อภัยพิบัติไว้โดยละเอียดโดยได้ใช้แนวทางการมาตรฐานในต่างประเทศประยุกต์เข้ากับข้อกำหนดของหน่วยงานในประเทศ อาทิเช่นข้อกำหนดของการรถไฟแห่งประเทศไทย ในการดำเนินการระหว่างเผชิญเหตุต่อภัยพิบัติ เป็นต้น



10 | สรุปผลการประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อมาตรฐานและคู่มือ

การดำเนินงานด้านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ภายใต้โครงการ “การศึกษาและจัดทำคู่มือการออกแบบก่อสร้างและบำรุงรักษางานโครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ” มีวัตถุประสงค์เพื่อให้หน่วยงานหรือผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบข้อมูลผลการดำเนินงานและรับฟังความคิดเห็นต่อมาตรฐานและคู่มือฯ ที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงมาตรฐานและคู่มือฯ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำไปใช้งาน ที่ปรึกษาจึงได้ดำเนินการจัดประชุมการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการศึกษา ครั้งนี้ โดย ผลการดำเนินงานด้านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ส่วน ได้แก่

1) การประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Deep interview) 2) การสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย (Focus Group) และ 3) การสัมมนารับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ (Public Hearing) โดยข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ที่ได้จากการดำเนินงานด้านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 3 กิจกรรมหลักในข้างต้น

ได้นำมาใช้ในการปรับปรุงมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ คู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ และคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 10-1 บรรยากาศในการประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อ (ร่าง) มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ วันที่ 14 กรกฎาคม 2560 ณ อาคารสโมสร บัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร





รูปที่ 10-2 บรรยากาศงานสัมมนากลุ่มเป้าหมาย ต่อ (ร่าง) คู่มือการออกแบบ ก่อสร้างและบำรุงรักษางาน
โครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ
วันที่ 11-12 ตุลาคม 2560 ณ โรงแรม ไม้ด้า แกรนด์ ทวารวดี จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 10-3 บรรยากาศในงานสัมมนานำรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อ (ร่าง) คู่มือการออกแบบ
ก่อสร้างและบำรุงรักษางานโครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ
วันที่ 9 พฤศจิกายน 2560 ณ โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว กรุงเทพฯ ฟอรั่ม



ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้เป็นจำนวน 2 ครั้ง เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ทางด้านการออกแบบ ก่อสร้างและการบำรุงรักษางานโครงสร้างทางรถไฟ และมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟให้กับผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้งาน

1) การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 1



รูปที่ 10-4 บรรยากาศการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 1
ต่อมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ
วันที่ 23 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ กรุงเทพมหานคร





2) การจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 2



รูปที่ 10-5 บรรยากาศการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 2
ต่อคู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ และคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ
ณ โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว กรุงเทพฯ ฟอรั่ม



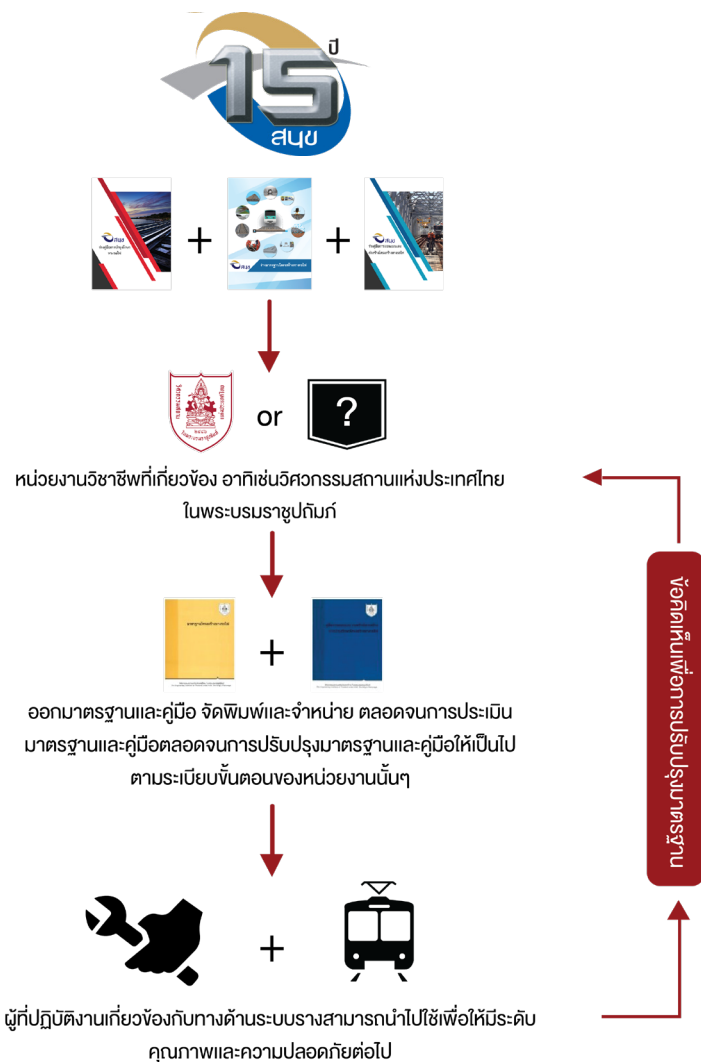
รูปที่ 10-5 (ต่อ) บรรยากาศการจัดฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ ครั้งที่ 2
ต่อคู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ และคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ
ณ โรงแรมแกรนด์ เมอร์เคียว กรุงเทพฯ ฟอรั่ม



11 | แนวทางและแผนปฏิบัติงานการนำ มาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากปัจจุบันยังอยู่ระหว่างการดำเนินการออกกฎหมายพระราชบัญญัติการขนส่งทางรางและการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแลหลักทางด้านระบบรางในการดำเนินงานด้านข้อบังคับ มาตรฐานและคู่มือตามที่ได้วางแผนไว้ในแผนที่นำทางฯ ที่ปรึกษาจึงได้พิจารณาแนวทางการดำเนินการนำมาตรฐานและคู่มือนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสองรูปแบบตามสถานการณ์ คือ 1) ระหว่างการดำเนินการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแล 2) ภายหลังการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแล และแผนปฏิบัติงานการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

11.1 แนวทางการดำเนินการนำมาตรฐานและคู่มือนำไปใช้ประโยชน์



รูปแบบที่ 1 ระหว่างการดำเนินการจัดตั้ง
หน่วยงานกำกับดูแล เพื่อให้เกิดการนำ
มาตรฐานไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม
ในทันที ที่ปรึกษาจึงเห็นควรส่งมอบลิขสิทธิ์
การเผยแพร่มาตรฐานและคู่มือที่จัดทำขึ้น
ให้กับหน่วยงานวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง โดยที่
การดำเนินการขั้นตอนออกมาตรฐานและ
คู่มือและเผยแพร่ ตลอดจนการประเมิน
มาตรฐานและคู่มือจนถึงการปรับปรุง
มาตรฐานและคู่มือ ให้เป็นไปตามระเบียบ
ขั้นตอนของหน่วยงานนั้นๆ ต่อไป





รูปแบบที่ 2 ภายหลังการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแล แนวทางนี้ สนข. จะดำเนินการส่งมอบมาตรฐานและคู่มือที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อให้หน่วยงานกำกับดูแลที่ได้จัดตั้งขึ้นนำไปผ่านกระบวนการตามขั้นตอนเพื่อประกาศใช้ตลอดจน ทบทวนและปรับปรุงภายใต้กฎหมายหรือระเบียบข้อบังคับของหน่วยงานกำกับดูแลต่อไป



ส่งมอบให้หน่วยงานกำกับดูแล



เข้าสู่ระบบรับรองมาตรฐาน
และประกาศใช้ของหน่วยงานกำกับดูแล





11.2 แผนปฏิบัติงานการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์

กรณีระหว่างรอการประกาศใช้พระราชบัญญัติการขนส่งทางราง และจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแลซึ่งได้กำหนดเป็นแนวทางให้หน่วยงานวิชาชีพ เป็นผู้นำมาตรฐานและคู่มือที่ยกร่างขึ้นไปดำเนินการเผยแพร่ตามขั้นตอนเพื่อประกาศใช้ตามกระบวนการของหน่วยงานนั้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการปฏิบัติงานในช่วงเวลาดังกล่าวที่ปรึกษาจึงได้จัดทำแผนปฏิบัติงานออกเป็นสามระยะคือ ระยะเร่งด่วน ระยะกลาง และ ระยะยาวดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 7-1 ดังนี้

ตารางที่ 11-1 แผนปฏิบัติงานการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์

แผนปฏิบัติงาน	กิจกรรม	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
แผนระยะเร่งด่วน (ภายในปี พ.ศ. 2561)	- พิจารณาคัดเลือกหน่วยงานที่จะรับมาตรฐานและคู่มือไปดำเนินการโดยพิจารณาคุณสมบัติสำคัญคือ 1) ความน่าเชื่อถือ 2) ประสบการณ์ในการดำเนินการด้านมาตรฐานและคู่มือ 3) จำนวนสมาชิก - เปรียบเทียบมอบลิขสิทธิ์ของการเผยแพร่ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยจัดทำเป็นบันทึกข้อตกลงระหว่างหน่วยงาน - จัดตั้งคณะทำงานร่วมกันเพื่อดำเนินการในกระบวนการรับรองและเผยแพร่มาตรฐาน	- สนข. - วสท. หรือ องค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง - ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโครงสร้างทางรถไฟ
แผนระยะกลาง (พ.ศ. 2561-พ.ศ. 2562)	- ดำเนินการตามกระบวนการจัดทำและเผยแพร่มาตรฐานและคู่มือ ตามขั้นตอนของหน่วยงานหรือองค์กรวิชาชีพ - สนับสนุนส่งเสริมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำมาตรฐานไปใช้งาน - กระบวนการรับฟังความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงมาตรฐาน - กระบวนการปรับปรุงมาตรฐาน	- สนข. - วสท. หรือ องค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง - ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโครงสร้างทางรถไฟ - ผู้ใช้งานมาตรฐาน - ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้อง
แผนระยะยาว (พ.ศ. 2562 – พ.ศ. 25xx หรือ ภายหลังการจัดตั้งหน่วยงานกำกับดูแล)	- ติดตามการปรับปรุงมาตรฐานและสนับสนุนการดำเนินการปรับปรุงมาตรฐาน รวมถึงการเผยแพร่มาตรฐานฉบับปรับปรุง - ทำบันทึกข้อตกลงระหว่างหน่วยงานกำกับดูแลที่จัดตั้งขึ้นกับองค์กรวิชาชีพที่รับไปดำเนินการ	- สนข. - วสท. หรือ องค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง - ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโครงสร้างทางรถไฟ - ผู้ใช้งานมาตรฐาน - ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้อง





แผนปฏิบัติงาน	กิจกรรม	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
	- หน่วยงานกำกับดูแล จัดตั้งคณะกรรมการและคณะอนุกรรมการตามแผนที่ได้วางไว้เพื่อพิจารณา ข้อบังคับมาตรฐานและคู่มืออย่างเต็มรูปแบบ โดยความร่วมมือกับองค์กรวิชาชีพดังกล่าว อาจใช้คณะทำงานจากองค์กรวิชาชีพเป็นแกนหลักในการดำเนินการร่วมกับการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมจากหน่วยงานกำกับดูแล - หน่วยงานกำกับดูแลพิจารณามาตรฐานที่ผ่านการปรับปรุงเพื่อไปประกาศใช้เป็นข้อบังคับหรือกฎกระทรวงฯ เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยผ่านคณะกรรมการและคณะทำงานที่ได้แต่งตั้งขึ้น - หน่วยงานกำกับดูแลรับเป็นเจ้าภาพหลัก ในการยกร่าง ปรับปรุง ประกาศและเผยแพร่มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งทางราง ในความร่วมมือกับองค์กรวิชาชีพ	





12 | บทสรุป

12.1 สรุปแนวทางการดำเนินงานเพื่อยกร่างมาตรฐานและคู่มือ

ผลการทบทวน กฎหมาย ข้อกำหนดและมาตรฐานในประเทศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมถึงประเทศไทย พบว่ามาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานระบบรางส่วนใหญ่ มีรากฐานมาจากมาตรฐานระบบรางของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (European Norm, EN) ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมแทบจะทุกองค์ประกอบของงานทางรถไฟ อาทิ งานด้านการออกแบบวางแนวเส้นทาง (Track Alignment) ทางรถไฟชนิดไม่มีหินโรยทาง (Ballastless Track) หมอนคอนกรีต (Sleeper) และเครื่องยึดเหนี่ยวราง (Fastener) เป็นต้น เนื่องจากมีกระบวนการยกร่างที่ชัดเจน มีขั้นตอนการยกร่าง ตรวจสอบร่าง ทดสอบ และปรับแก้ตามผลการทดสอบจนกว่าจะไม่มีข้อโต้แย้งแล้ว จึงประกาศใช้งาน มีการตรวจสอบและสอบทวนจากหลายหน่วยงานในหลายประเทศในเครือข่าย ทำให้มีความน่าเชื่อถือสูง อย่างไรก็ตามยังมีมาตรฐานที่ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศเฉพาะที่ไม่มีปรากฏอยู่ในมาตรฐาน ENs เช่น มาตรฐานการออกแบบคันทางรถไฟ

และมาตรฐานการระบายน้ำ มักมีวิธีการออกแบบ โดยการใช้มาตรฐานเฉพาะของตนเองเป็นหลัก เช่น มาตรฐานการออกแบบระบบระบายน้ำของประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อยกร่างมาตรฐานและคู่มือเริ่มต้นจากกระบวนการเชิงเปรียบเทียบในทางเทคนิคเพื่อให้ได้แนวทางการยกร่างมาตรฐาน กระบวนการยกร่างมาตรฐาน และการเขียนร่างมาตรฐานที่ได้จัดทำขึ้นให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อพิจารณา จากนั้นจึงจะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขมาตรฐาน ในขณะที่เดียวกันก็ดำเนินการยกร่างคู่มือการออกแบบและก่อสร้างทางรถไฟ รวมถึงคู่มือการบำรุงรักษาทางรถไฟ ไปในคราวเดียวกัน เมื่อได้ร่างมาตรฐานและคู่มือที่ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงแล้ว จึงจะนำร่างมาตรฐานและคู่มือดังกล่าวมาดำเนินการผ่านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้ได้ร่างฉบับสุดท้ายของมาตรฐานและคู่มือ



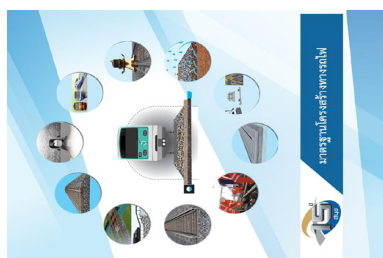


12.2 องค์ประกอบของผลผลิตจากการดำเนินการศึกษา

ผลผลิตจากการดำเนินการศึกษามีจำนวน 4 องค์ประกอบหลักแสดงได้ดังต่อไปนี้

- 01 มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟฉบับรวมทั้ง 10 มาตรฐาน มีองค์ประกอบดังแสดงในรูปที่ 12-1
- 02 คู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ โดยที่ความเชื่อมโยงระหว่างการออกแบบและก่อสร้าง กับ มาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ ทั้ง 10 มาตรฐาน ได้ถูกอธิบายในเนื้อหารายละเอียดของบทที่ 7 สรุปภาพรวมมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ และบทที่ 8 สรุปภาพรวมคู่มือการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างทางรถไฟ
- 03 คู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ ได้ถูกอธิบายในเนื้อหารายละเอียดของบทที่ 9 สรุปภาพรวมคู่มือการบำรุงรักษาโครงสร้างทางรถไฟ
- 04 รายงานฉบับสุดท้าย ซึ่งเป็นรายละเอียดเนื้อหาในรายงานฉบับนี้
- 05 รายงานฉบับสรุปสำหรับผู้บริหารประกอบด้วย รายงานฉบับสรุปสำหรับผู้บริหารฉบับภาษาไทย และรายงานฉบับสรุปสำหรับผู้บริหารฉบับภาษาอังกฤษ





รูปที่ 12-1 องค์ประกอบของมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟ ทั้ง 10 มาตรฐาน



12.3 แนวทางการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์



ปัจจุบันยังไม่มีมาตรการกฎหมาย กฎหมายแม่บทที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางราง และการจัดตั้งหน่วยงานซึ่งจะเป็นเจ้าภาพหลักในการดำเนินงานด้านข้อบังคับ มาตรฐาน และคู่มือ ตามที่ได้วางแผนไว้ในแผนที่นำทางของแผนพัฒนามาตรฐานของประเทศไทย แนวทางการนำมาตรฐานและคู่มือไปใช้ประโยชน์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2 รูปแบบ ในลักษณะก่อน-หลังตามสถานการณ์ ดังนี้

01 ระหว่างการดำเนินการจัดตั้งหน่วยงานเจ้าภาพหลัก เพื่อให้เกิดการนำมาตรฐานไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมรวมถึงประเมินผลและปรับปรุงมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้น จึงเห็นควรส่งมอบให้องค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง ในการนี้ทาง สนข. อาจจะส่งมอบสิทธิในการจัดพิมพ์และจำหน่ายให้กับองค์กรดังกล่าวในการดำเนินการเพื่อให้เกิดนำมาตรฐานไปใช้งาน การดำเนินการขั้นตอนออกมาตรฐานและคู่มือ จัดพิมพ์และจำหน่าย ตลอดจนดำเนินการติดตามและประเมินมาตรฐานและคู่มือ จนถึงการปรับปรุงมาตรฐานและคู่มือให้เป็นไปตามระเบียบและขั้นตอนของหน่วยงานที่จะนำไปใช้งานต่อไป

02 ภายหลังการจัดตั้งหน่วยงานเจ้าภาพหลัก เนื่องด้วยกระทรวงคมนาคมได้เล็งเห็นถึงปัญหาต่างๆที่จะเกิดขึ้นจึงได้ดำเนินการเตรียมการจัดตั้ง หน่วยงานที่มีฐานะเทียบเท่ากรม ภายใต้กระทรวงคมนาคม เพื่อกำกับดูแลมาตรฐานโครงสร้างทางรถไฟโดยตรง ข้อมูลของการจัดทำมาตรฐานและคู่มือสามารถถ่ายโอนไปให้กับหน่วยงานเจ้าภาพหลักที่มีการกำกับดูแล พร้อมกับการผลักดันให้มีการเข้าสู่ระบบการรับรองมาตรฐาน และการประกาศใช้ของหน่วยงานเจ้าภาพหลักต่อไป





กลุ่มที่ปรึกษาโครงการฯ





รายงานฉบับสรุป สำหรับผู้บริหาร

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)
35 ถนนเพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400
ข้อมูลการติดต่อ : โทรศัพท์ 02-2151515 โทรสาร 02-2155500
<http://www.otp.go.th>