กรมการขนส่งทางราง
กระทรวงคมนาคม

รายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยง เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาออกกฎหมาย /ระเบียบ/คู่มือ และระดับการใช้บังคับ ในระบบรถขนส่งทางราง

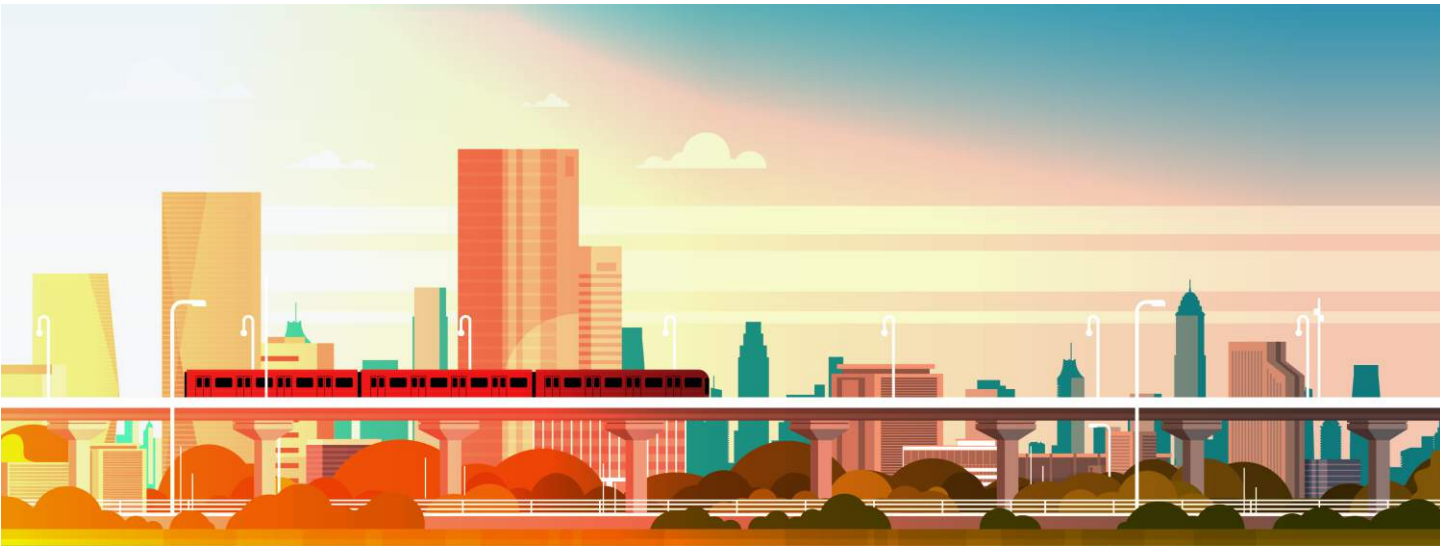
จัดทำโดย
กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง
กรมการขนส่งทางราง

สารบัญ

1	หลักการและเหตุผล	1
2	วัตถุประสงค์	3
3	ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
4	การจัดทำกรอบมาตรฐานของประเทศ	7
5	ตัวรถขนส่งทางรางและส่วนประกอบ	10
6	หลักการกำหนดมาตรฐานและรูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables)	32
7	หลักการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)	39
8	ผลการประเมินความเสี่ยง	58

หลักการและเหตุผล

หลักการและเหตุผล



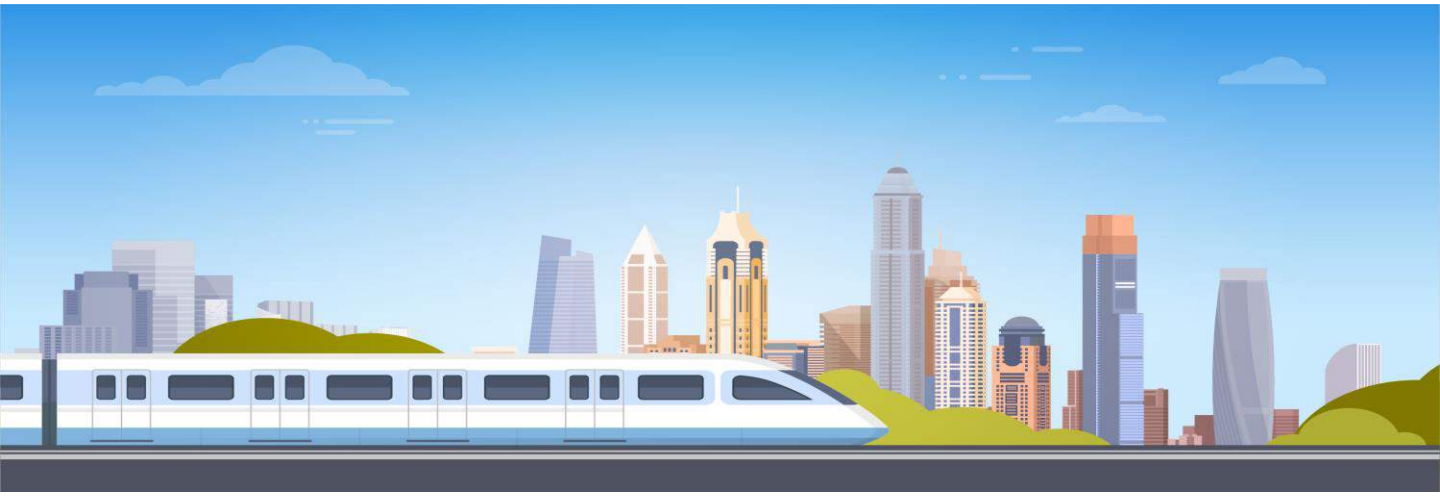
กรมการขนส่งทางราง (ขร.) มีความจำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญในการจัดทำมาตรฐานด้านรถขนส่งทางราง ประกอบการดำเนินงานการนำไปกำกับการขนส่งทางรางโดยผู้ประกอบการให้มีคุณภาพและปลอดภัยมากที่สุด

เนื่องจากมีมาตรฐาน/คู่มือ/แนวทาง ที่ต้องจัดทำเป็นจำนวนมาก การวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดลำดับความสำคัญที่เป็นที่ยอมรับในวงกว้าง โดยจะได้ใช้ประโยชน์ในการจำแนกระดับการใช้บังคับของคู่มือ/ข้อกำหนด/แนวทาง ระหว่างให้เป็นกฎหมาย ข้อบังคับ (Regulation) หรือเป็นระดับคู่มือ/แนวทางดำเนินการ ตามความสมัครใจ (Voluntary)

ผลจากการประเมินความเสี่ยงจะทำให้ได้ชุดอุปกรณ์สำคัญ (Components) เพื่อพิจารณาระบุใน (ร่าง) กฎกระทรวงกำหนดคุณลักษณะรถขนส่งทางรางที่จะรับจดทะเบียน พ.ศ. .... ต่อไป ซึ่งเป็นอำนาจหน้าที่ของ ขร.

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์



1. เพื่อสืบค้นสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ และเตรียมมาตรการป้องกันเพื่อลดความสูญเสียจากการบกพร่องของระบบหรืออุปกรณ์

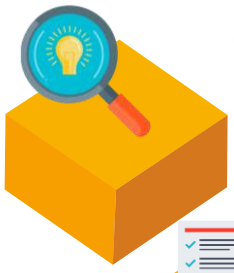
2. เพื่อใช้ประกอบการพิจารณากำหนดความสำคัญการจัดทำมาตรการหรือมาตรฐานเพื่อใช้กำกับดูแลให้รถขนส่งทางราง ทั้งการขนส่งสินค้าและผู้โดยสารมีความปลอดภัย

3. ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการ (Operator) มีจิตสำนึกด้านความปลอดภัยที่ดียิ่งขึ้น โดยตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมความเสี่ยง

ทั้งนี้ การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) เพื่อหาระดับความเสี่ยง โดยทั่วไปจะมีพื้นฐานจากองค์ประกอบ 2 ประการ ได้แก่ โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (Likelihood) และผลกระทบที่จะเกิดขึ้น (Impact)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน



1 ทบทวนความรู้ด้านองค์ประกอบรถขนส่งทางรางด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะรถขนส่งทางรางที่ใช้ในประเทศไทย

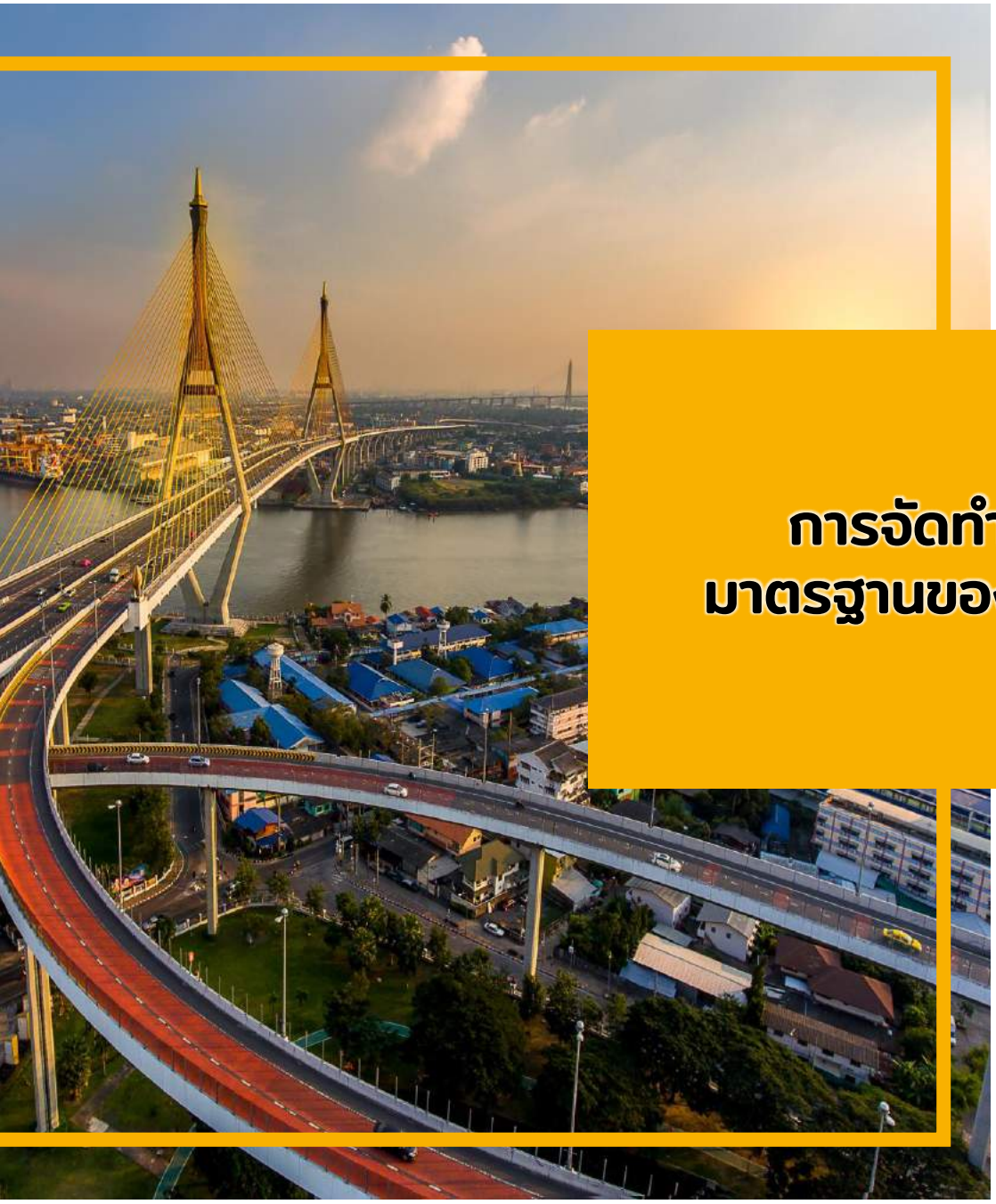
2 รวบรวมข้อมูลชนิดของรถขนส่งทางรางในประเทศไทย และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง

3 ทบทวนความรู้ด้านหลักการการประเมินความเสี่ยงและความปลอดภัยในรถขนส่งทางรางในต่างประเทศ

4 ทบทวนกฎหมาย ข้อกำหนด และคู่มือ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงรถขนส่งทางรางในต่างประเทศ

5 จัดทำแบบประเมินความเสี่ยงในรูปแบบแบบสอบถามออนไลน์ เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน

6 สรุปผลการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยง



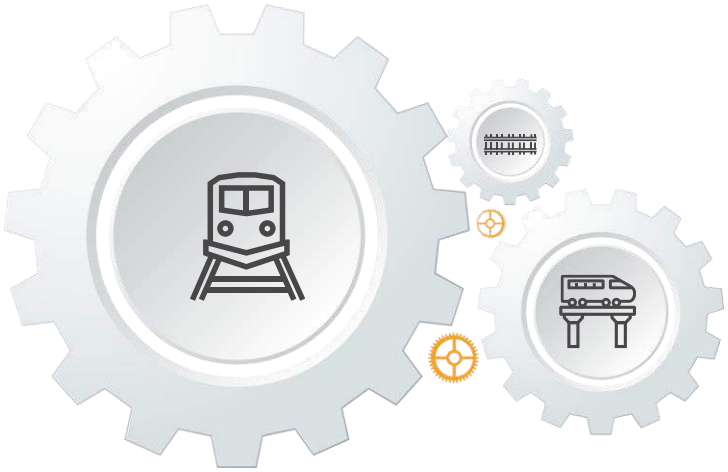
การจัดทำกรอบมาตรฐานของประเทศ

การจัดทำกรอบมาตรฐานของประเทศ

ตามผลการศึกษา **“แผนพัฒนามาตรฐานด้านระบบรางของประเทศไทย”** โดยสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) เมื่อปี 2560 ได้ทบทวนกรอบมาตรฐานของต่างประเทศ/กลุ่มประเทศ ได้แก่ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน มาเลเซีย สาธารณรัฐเกาหลี ญี่ปุ่น ได้ข้อสรุปกรอบโครงสร้างมาตรฐาน (Standardization Platform) คือ โครงสร้างการบังคับใช้มาตรฐานสามารถแบ่งได้ 2 ส่วนหลัก คือ

มาตรฐานที่สามารถบังคับใช้ตามกฎหมาย (Mandatory) ประกอบด้วย กฎหมายพระราชบัญญัติ (Acts) ประกาศกฎกระทรวง (Decree) ข้อกำหนด (Regulations) และคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications) ถือเป็นมาตรฐานที่ต้องปฏิบัติตาม มีอำนาจในการบังคับใช้ตามกฎหมาย

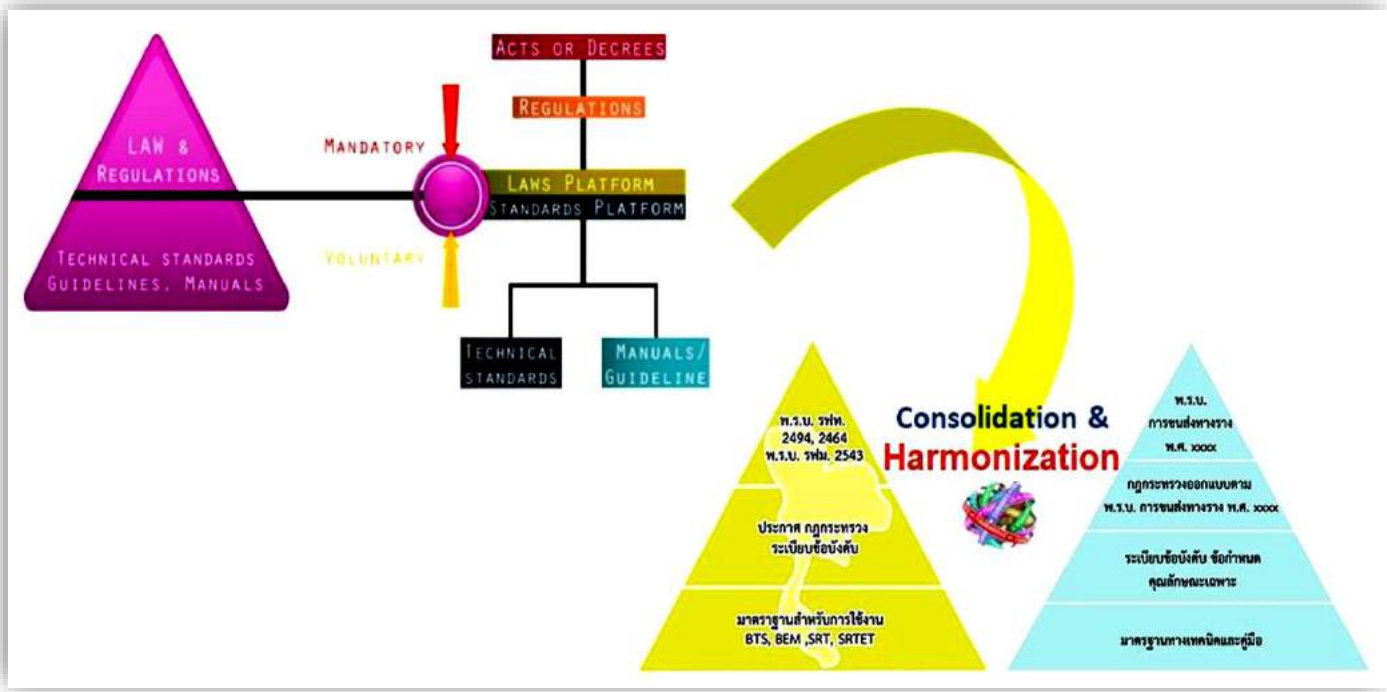
มาตรฐานประเภทมาตรฐานทางเทคนิค (Technical Standard) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Product Standard) และคู่มือ (Manual) มาตรฐานประเภทนี้เป็นมาตรฐานที่ขึ้นอยู่กับความสมัครใจ หรือความพึงพอใจของผู้ที่จะนำไปใช้งาน (Voluntary)



โดยรายละเอียดของหัวข้อสำคัญในแต่ละด้านยกร่างต่อไปนั้น ได้ทำการศึกษาแยกตามความเชี่ยวชาญและองค์ประกอบของโครงสร้างพื้นฐาน ระบบราง รถขนส่งทางราง ระบบไฟฟ้าและอาณัติสัญญาณ ซึ่งเมื่อพิจารณาควบคู่กับกฎหมายที่มีอยู่เดิม ต้องผ่านกระบวนการผนวกรวมเพื่อให้มีความสอดคล้องทันสมัยและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Consolidation & Harmonization) ดังภาพ

ทั้งนี้ เพื่อใช้ในการควบคุมและกำกับดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายหลัก 2 ประการ คือ

1. เพื่อความปลอดภัยและน่าเชื่อถือ
2. เพื่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ (Serviceability) ดังรูป



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการยกร่างมาตรฐานที่มุ่งเน้นกระบวนการ Harmonization กับมาตรฐานต่าง ๆ ในโครงสร้างเดิม

ตัวรถขนส่งทางราง และส่วนประกอบ

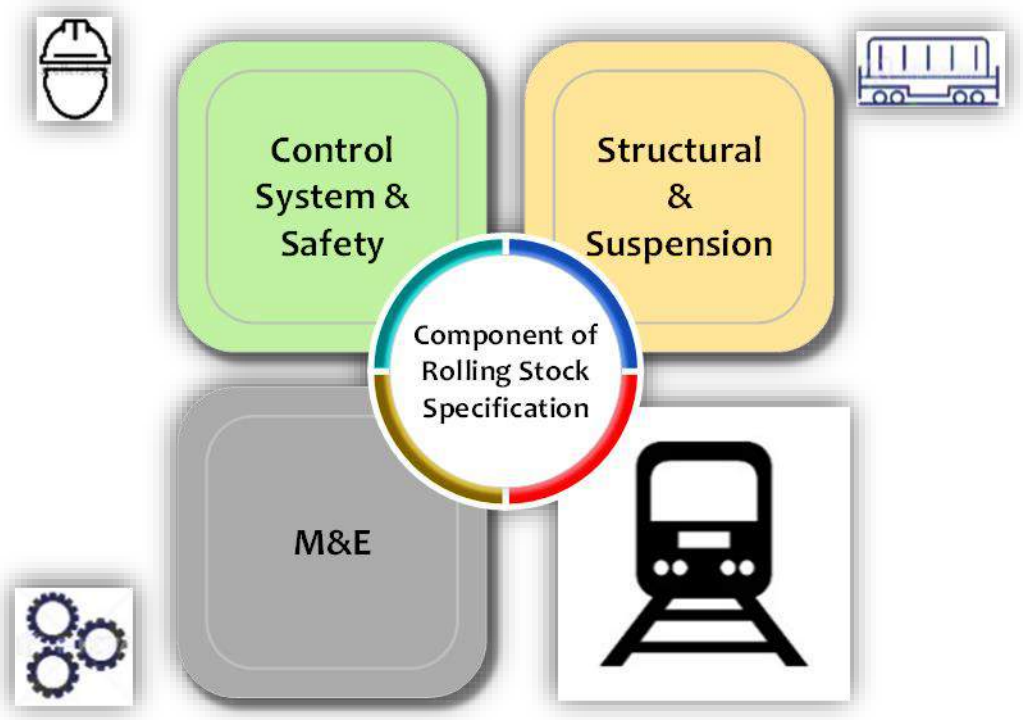
ตัวรถขนส่งทางรางและส่วนประกอบ

ด้วยเทคโนโลยีการออกแบบและการผลิตในปัจจุบัน ทำให้มีรูปแบบของรถขนส่งทางรางที่หลากหลายเพื่อตอบโจทย์ลักษณะการใช้งานมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม รถขนส่งทางรางจะมีองค์ประกอบสำคัญด้วยกัน 3 กลุ่ม ได้แก่

1. **กลุ่มโครงสร้างความแข็งแรงตัวถัง ช่วงล่างและระบบขับเคลื่อน (structural, running gear and suspension)** ประกอบไปด้วย
   - โครงรถไฟ (main frame)
   - ตัวรถไฟ (car body)
   - โบกี้ (bogie)
   - เบรค (brake)
   - ชุดล้อ (wheelset)
   - อุปกรณ์ต่อพ่วง (coupler) เป็นต้น

2. **กลุ่มงานระบบทางกลและไฟฟ้าในตัวรถไฟ (M&E system)** เช่น
   - ประตูหน้าต่าง (doors & windows)
   - ระบบห้องน้ำ (toilet system)
   - ระบบให้แสงสว่าง (lighting system)
   - ระบบปรับอากาศ (air conditioning system)
   - ระบบหมุนเวียนระบายอากาศ (ventilation system)
   - ระบบนูแมติกส์ (pneumatic system)
   - ระบบขับเคลื่อน (traction)
   - ด้านนอกตัวรถไฟ (car exterior)
   - ห้องโดยสาร (passenger cabin) เป็นต้น

3. **กลุ่มระบบควบคุมและความปลอดภัย (Control and Safety system)** เช่น
   - ระบบควบคุมต่างๆ เกี่ยวกับการเดินรถ
   - รูปแบบห้องพนักงานขับรถไฟ (driver cab layout)
   - ระบบป้องกันเพลิงไหม้ (fire prevention)
   - อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (safety devices)
   - แผนการดำเนินงานในสภาวะฉุกเฉิน (emergency situation plan) เป็นต้น

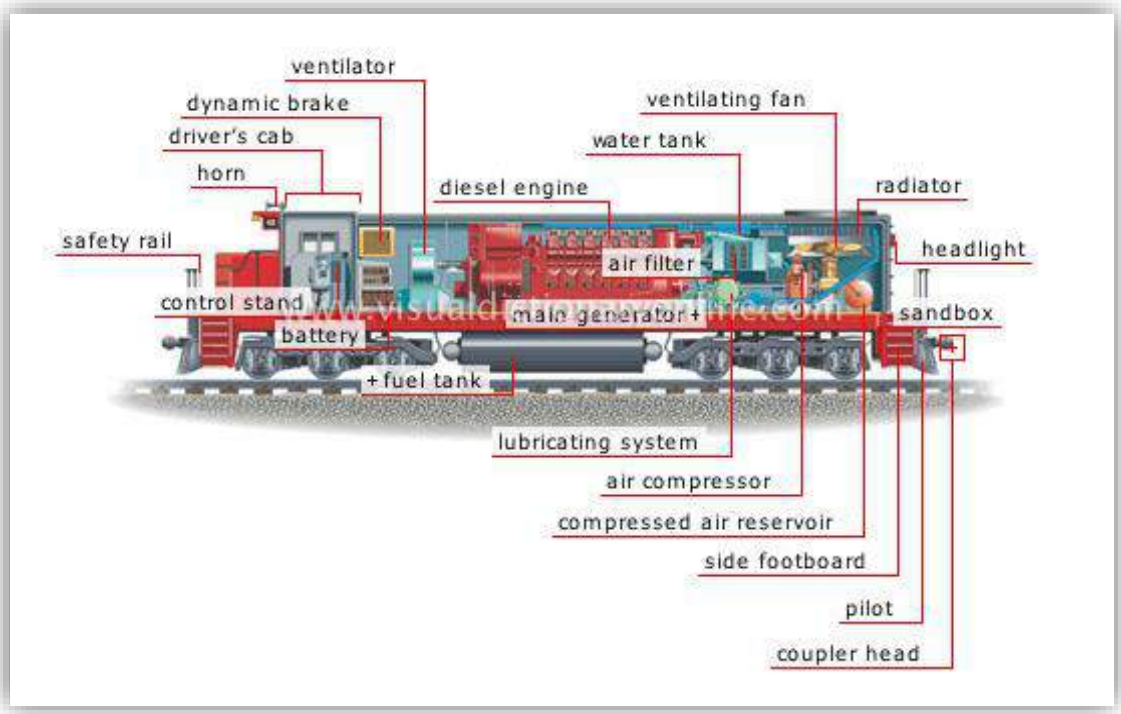


รูปที่ 2 กลุ่มองค์ประกอบที่สำคัญของรถขนส่งทางราง

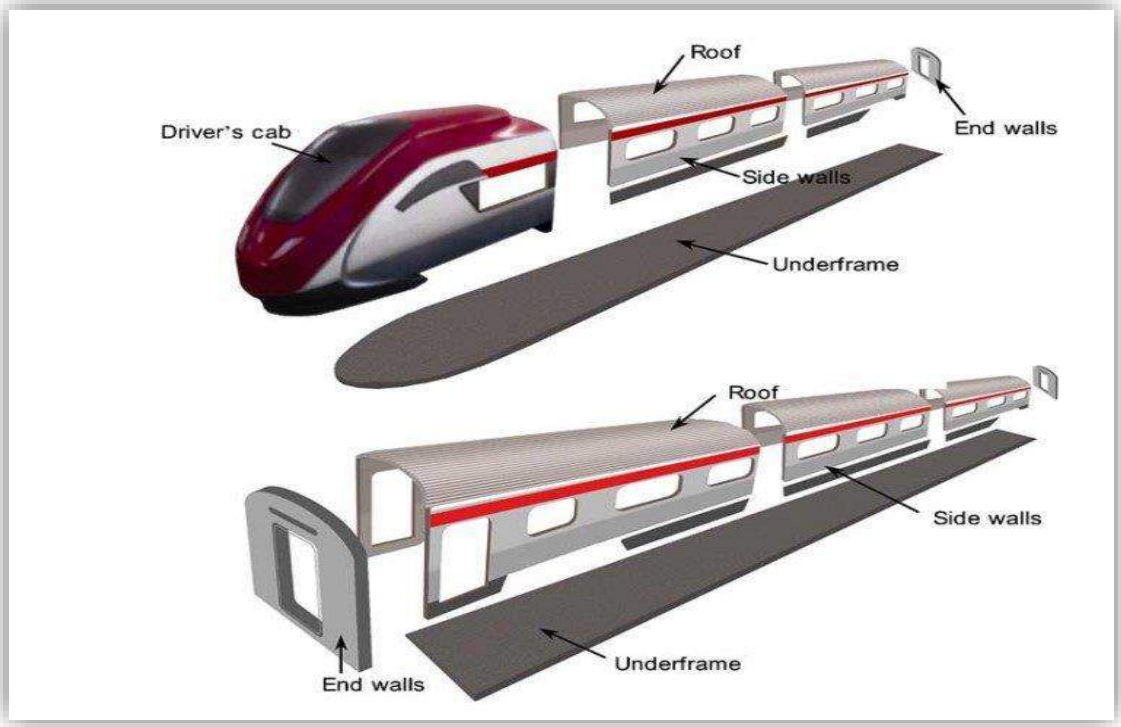
เมื่อพิจารณารถขนส่งทางรางแต่ละประเภทจะพบว่ามีองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะของการใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น

รถจักรจะมีองค์ประกอบสำคัญคือ โครงประธาน ห้องคนขับ เครื่องยนต์ ระบบขับเคลื่อนและระบบเบรก และในบางกรณีอาจมีระบบจัดเก็บกระแสไฟฟ้า

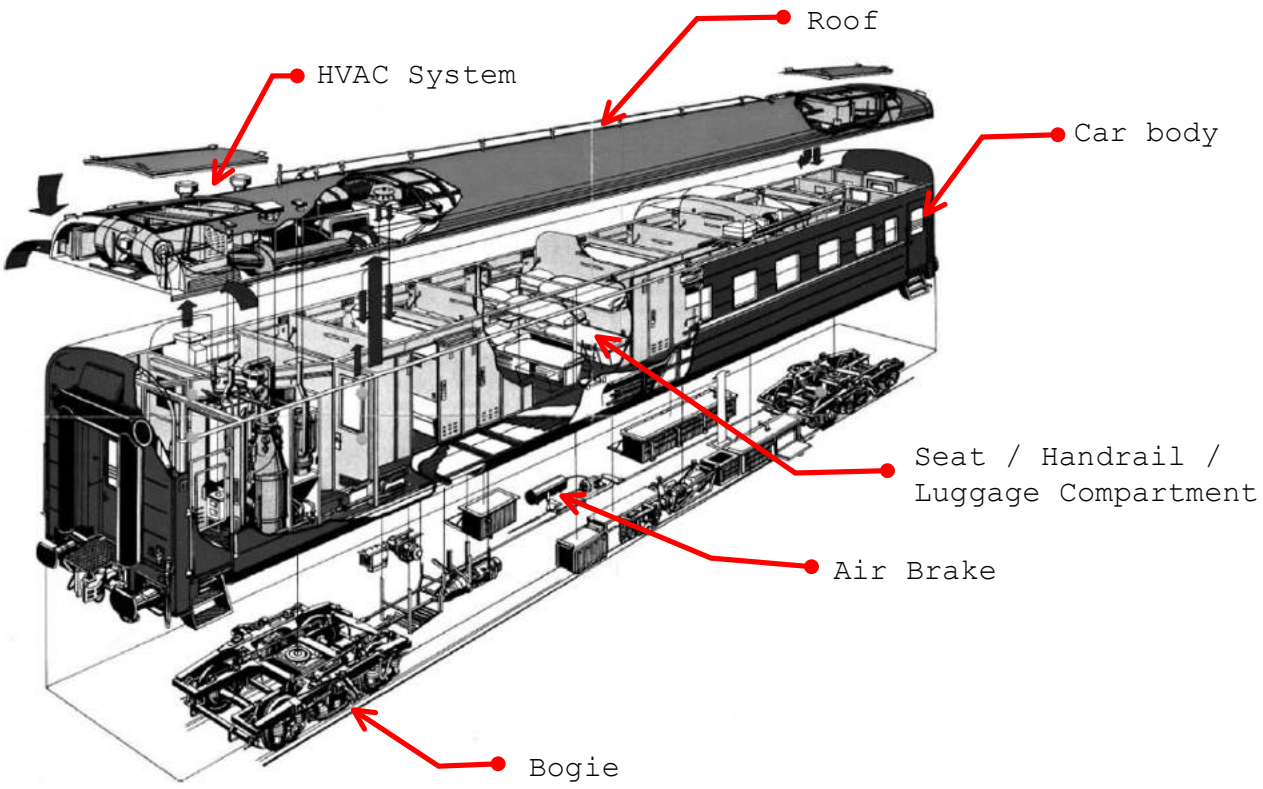
แต่ในส่วนของตู้รถไฟโดยสารนั้นจะมีองค์ประกอบอื่นๆแตกต่างกัน เช่น ระบบปรับอากาศ เบาะที่นั่งผู้โดยสาร ระบบห้องน้ำ และอื่นๆ ดังตัวอย่างใน รูปที่ 3 – 5 และตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดองค์ประกอบและส่วนควบรถขนส่งทางรางที่ครอบคลุมรถขนส่งทางรางทุกชนิด



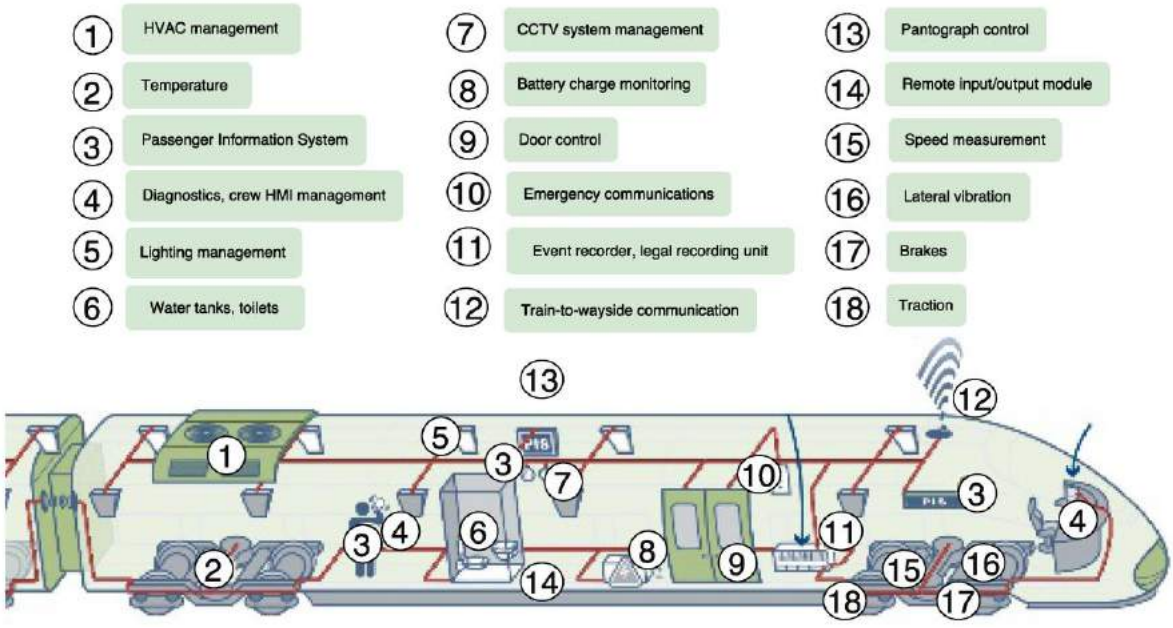
รูปที่ 3 องค์ประกอบสำคัญของรถขนส่งทางรางประเภทรถจักร
(ที่มา visualdictionary.com)



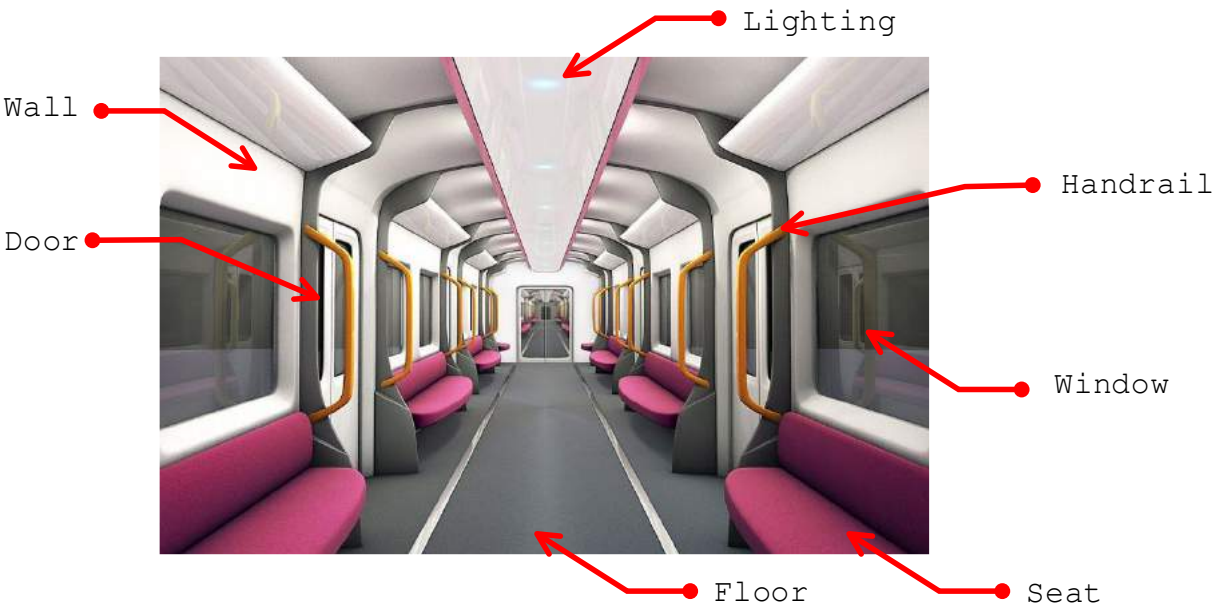
รูปที่ 4 องค์ประกอบของโครงสร้างตู้รถไฟโดยสาร
(ที่มา visualdictionary.com)



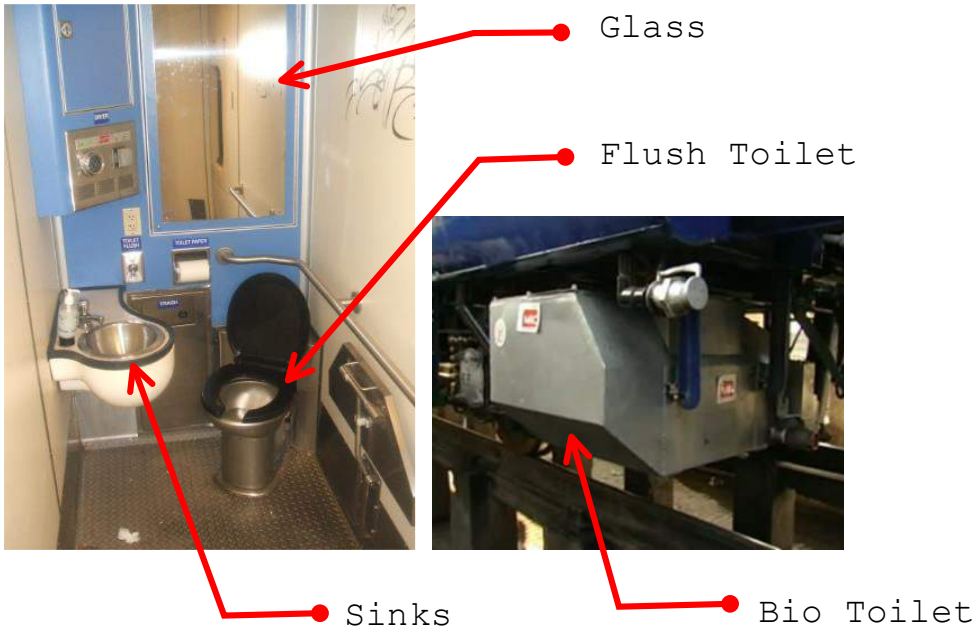
รูปที่ 5 องค์ประกอบสำคัญของรถขนส่งทางรางประเภทรถโดยสาร



รูปที่ 6 ตัวอย่างองค์ประกอบของระบบต่างๆบนตัวรถไฟ



รูปที่ 7 ตัวอย่างองค์ประกอบภายในของรถไฟโดยสาร

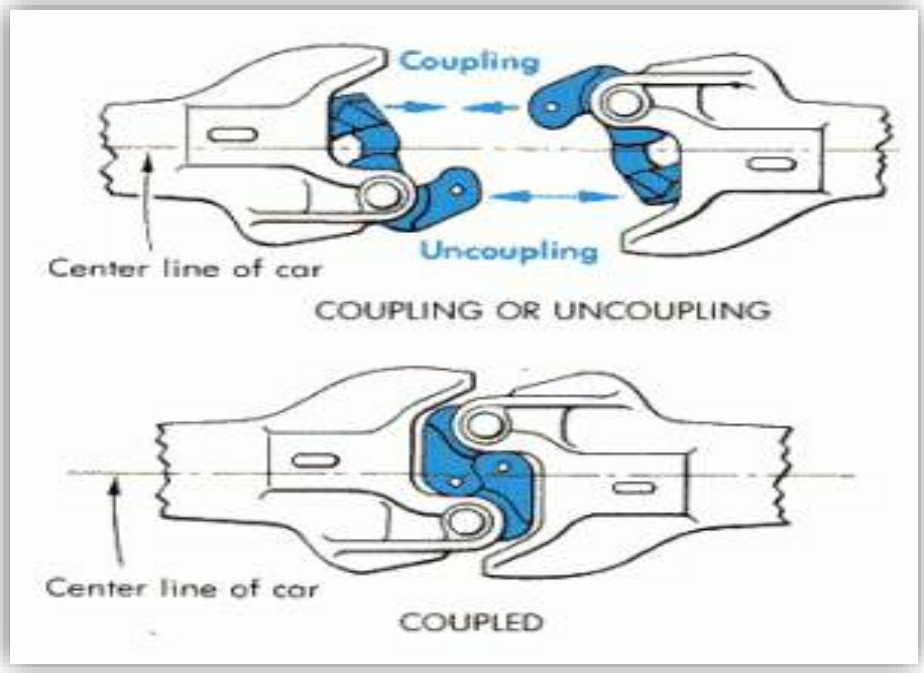


รูปที่ 8 ตัวอย่างห้องน้ำของรถไฟโดยสาร

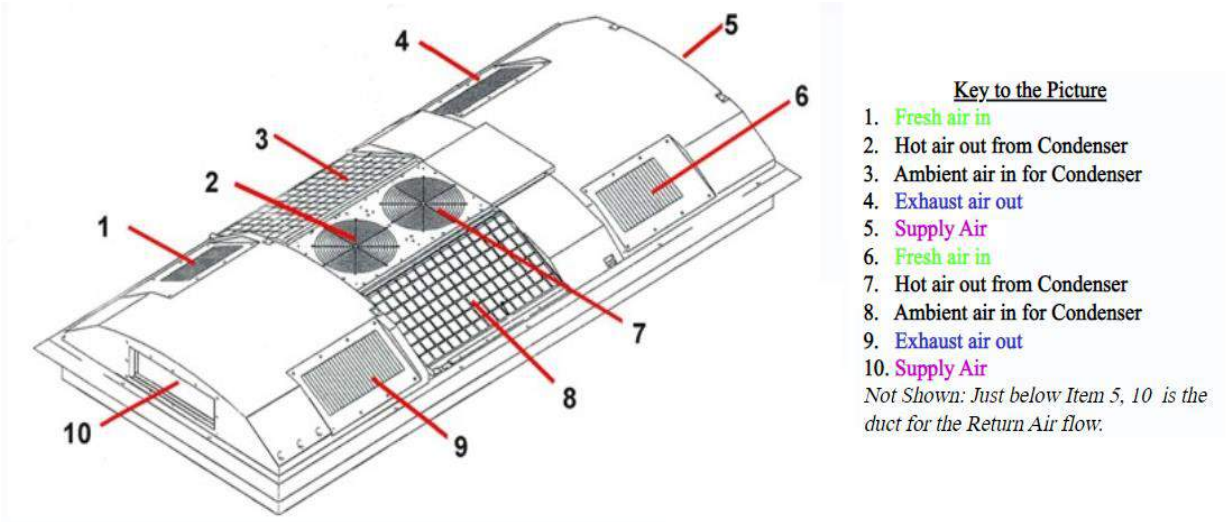
รูปที่ 9 ตัวอย่างถังเก็บน้ำบนรถไฟ

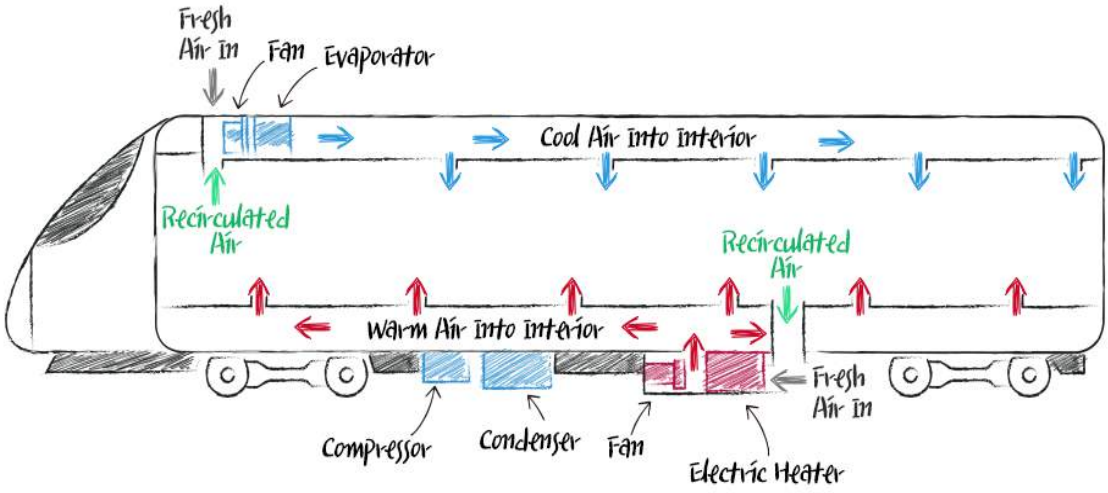
รูปที่ 10 ตัวอย่างถังน้ำมันเชื้อเพลิงบนรถไฟ

รูปที่ 11 ตัวอย่างทางเดินระหว่างตู้รถไฟ (Gangway)



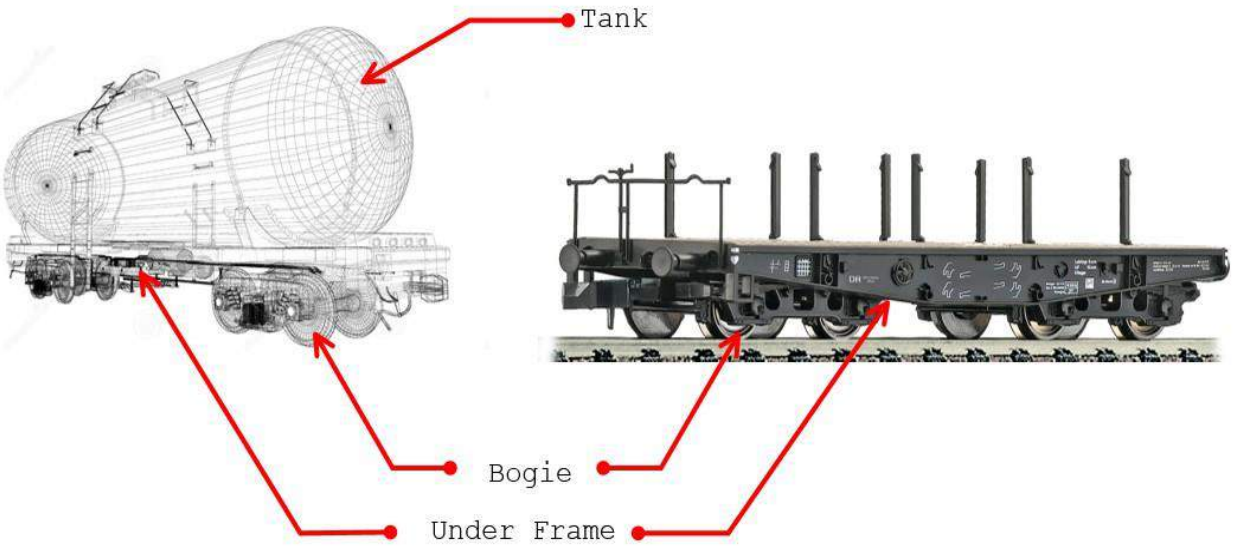
รูปที่ 12 ตัวอย่างของขอพ่วงรถไฟ (coupler)





รูปที่ 13 ระบบปรับอากาศของรถไฟโดยสาร (HVAC System)

สำหรับรถไฟขนสินค้านั้นจะมีองค์ประกอบน้อยกว่ารถไฟชนิดอื่น โดยมีองค์ประกอบหลักคือ โครงประธานและชุดช่วงล่าง โดยจะมีระบบเบรคและอาจติดตั้งระบบอื่นๆเพิ่มเติมตามจุดประสงค์ของการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 องค์ประกอบหลักของรถขนส่งทางรางประเภทรถขนสินค้า

ทั้งนี้ เพื่อให้ข้อมูลของรถขนส่งทางรางมีความครบถ้วนสมบูรณ์ จึงได้ทำการศึกษาและจัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของรถขนส่งทางราง ทั้งจากข้อมูลของต่างประเทศและของประเทศไทยไว้อย่างละเอียด โดยตัวรถขนส่งทางรางตามองค์ประกอบสำคัญ 3 กลุ่มที่กล่าวมา จะถูกแจกแจงออกเป็น 30 ระบบย่อย (subsystem) ต่างๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดระบบย่อย (subsystem) และส่วนประกอบ (component) ของรถขนส่งทางราง

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
1	Dimension & Loading Gauge	Overall Vehicle Dimensions
		Dimensions & layout of car-body
		Axle Loads
		Track Gauge
		Loading gauge
2	Running behavior & Aerodynamics	Minimum horizontal curve radius
		Minimum vertical curve radius
		Running dynamic behavior requirements
		Operating Speed
		Speed in emergency condition
		Maximum speed on new wheel
		Limit values for running safety
		Safety against derailment running on twisted track
		Ride Quality and Crew Comfort
		Train Aerodynamics
		Slipstream effects on platform and trackside
		Cross wind behavior

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
3	Vehicle superstructure	Dimensions & layout of devices
		Dimensions & layout of boarding area and interior fittings
		Strength, Stiffness, Deformation and Vibration of car-body structure
		Load conditions and weighted mass
		Lifting diagram and instructions
		Crashworthiness consideration
		Floor Structure
		Add-on parts layout & dimensions
		Strength of add-on parts
4	Draw and buffer gear	Layout & Dimension of draw&buffer gear
		Conformity of buffer gear
		Capacity of coupler and draft gear
		Overiding protection Calculation or testing
		Staff access for coupling and uncoupling

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
5	Bogie and running gear	Connection with Car Body
		Strength, Stiffness, Deformation and Vibration of bogie frame
		Fatigue strength of frame and add-on parts
		Suspension springs & characteristic curves
		Weight transfer characteristic
		Axle box: Specific standard
		Axle box: Accessing
		Earthing brushes and axle sensors
		FMEA (failure mode and effects analysis)
6	Wheel / Wheelset	Wheelset / wheel / axle shaft Dimension & Layout
		Wheel diameter
		Wheel Profile
		Wheelset back-to-back distance
		Equivalent conicity
		Strength of wheel / axle shaft / add-on parts
		Fatigue strength of wheel / axle shaft
		Wheel thermal capacity
		Wheel flange lubrication detail
		Roller bearings

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
7	Joining systems	Welding quality
		Bonding quality
		Bolted jointed quality
8	Test Required	Testing of Running Behavior
		Testing of Cross wind characteristic
		Leak tests for fuel tanks and lines
		Testing of environmental noise
		Inspection of vehicle gauge
		Weighing Test
		Ride Quality Testing
		Brake Performance Test
		Compressed air pressure system Test
		Fuel Consumption Test
		HVAC System Test
		Steam Cleaning Test
9	Connection between carriages	Gangways
		Floor connection
		Grab handles

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
10	Brake system	Technical description & Functional requirements
		Brake system design calculation
		Equipment lists for the pneumatic, hydraulic and vacuum systems
		Conformity & safety
		Direct brake
		Dynamic brake
		Parking brake
		Calculations related to thermal capacity
		Wheel slip protection
		Sander
		Emergency brake
		Brake state and fault indication
		Multiple unit brake operation
		Brake Corrosion Protection
		Stopping Distance for Specific Speed
		Test plan and results for the static commissioning of the brakes
		Brake documentation for assessment
11	Pressurized systems for vehicle operation	Piping accessibility
		Pipe Standard
		Air Compressor Spec & Standard

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
12	Energy Supply & Current Collector	Pantograph :Geometry & layout
		Pantograph :Conformity & safety
		Pantograph :Contact strips
		Third rail current collector system
		Vacuum Circuit Breaker
		Main Transformer
		Convertor/ Invertor
		Auxiliary Static Invertor
		AC Traction Motors
13	Doors & Windows	Positioning
		Conformity & safety
		Mechanical characteristics of glass
		Exterior doors: access to and egress from Rolling Stock
		Exterior doors safety requirement
		Exterior door system construction
		Inter-unit doors / Gangway doors
		Staff and freight access doors
		Universal Design
		Control elements and sensors

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
14	Electrical System	Protection against electrical hazards
		Electrical protection of the Main circuit breaker
		Maximum power and current from the overhead contact line
		Maximum current at standstill for DC systems
		Operation within range of voltages and frequencies
		Requirements on performance
		Earth fault protection
		Ground protection
		Electromagnetic compatibility
		Cable & Conductor property
15	HVAC	Internal air quality
		Relative Humidity
		Odor control
		Cabin Pressure
		Output capacity
		Shock loads
		Fail-safety consideration
16	Traction System	Power output
		Tractive effort – Speed curve
		Tractive ability and control for Start from stand still
		Tractive effort: Passenger / Goods trains: Resistance

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
17	DIESEL Engine & Component	Gross horsepower
		Fuel consumption
		Fuel specification
		Lubricating Oil
		Engine cooling
		Fuel system: Total capacity
		Fuel system: Leaking
		Fuel system: Positioning
		Fuel system: Filling port
		Fuel system: Filling pipe
		Fuel system: Fuel gauge
		Fuel system: Fuel lines
		Fuel injection system
		Radiator and Cooling water system
		Turbo/Super charger
		Exhaust Manifold/Exhaust system
		Piston & piston rings
		Crankshaft
		Governor
		Compressor/Expresser
		Excitation & Control system
		Main Alternator/Generator
		Auxiliary Generator
		Traction motor
		Traction motor blower
		Suspension Bearings/MSU tube Roller Bearing
		Storage Batteries
18	Control systems	Main and control power circuits wiring diagram
		Equipment control: Start-up / shutdown switch
		Automatic train control system
		Multiple Unit Control
		Remote control, multiple units under remote control
		Cruise Control
		Tilt control, dampers, roll compensation etc.
		Functional safety

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
19	Water supply and wastewater systems	Position & layout
		Accessibility
		Storage and wastewater tanks position and capacities
		Connection to toilet discharge system
		Sanitary systems
		Water refilling equipment
		Reservoir: Pressure
		Reservoir: Corrosion
		Reservoir: Safety valves
		Reservoir: Temperature
		Control and safety systems
20	Maintenance manual	Manufacturer's maintenance requirements
		Documentation related to maintenance
21	Environmental protection	Internal and External Noise Level Requirements
		Exhaust emission
		Discharge of Compressed Air

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
22	Fire prevention	Fire prevention
		Fire detect and control
		Fire extinguishers, fire alarms, firefighting equipment spec., position & layout
		Requirements related to emergencies
		Requirements related to evacuation
		Cable: Fire performance
23	Safety systems	Head lights
		Marker lights
		Tail lights
		Lamp controls
		Warning sound
		Warning horn sound pressure levels
		Horn Protection
		Horn Control
		Public address system: audible communication system
		Passenger alarm
		Train radio equipment
		Speed recording
		Monitoring of operating modes
		Transition (system handover)
24	Signs and symbols	External signs layout
		Passenger area signs layout
		Numbering Lettering & Marking

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
25	Operating manual	Vehicle operating instructions/operating regulations
		Rescue related descriptions
26	Equipment	Emergency telephones / Communication devices for passengers
		Luggage racks
		Train interior cleaning
		Grab rails
		Customer information systems (CIS)
27	Faults and accidents	Concept for passenger evacuation/rescue, links between systems (CIS, multimedia etc.)
		Vehicle recovery concept
28	Cab and operation	Cap Component & layout
		Particular problems which shall be avoided
		Driver cab signs layout
		Access and egress
		Driver's cab emergency exit
		External visibility
		Front visibility
		Rear and side view
		Interior layout
		Driver's seat
		Driver's desk- Ergonomics
		Climate control and air quality
		Internal lighting
		Windscreen-Mechanical characteristics
		Windscreen-Optical characteristics
		Windscreen-Equipment
		Cleaning of driver's cab windscreen

ลำดับ	ระบบย่อย (Subsystem)	องค์ประกอบ (Component)
29	Driver machine interface	Warning indicator / Warning Light
		Driver's activity control function
		Speed indication
		Driver display unit and screens
		Controls and indicators
		Recording device
30	Miscellaneous	Compatibility with train detection systems
		Universal Design
		Dimensions and position of wheelchair areas
		Dimensions of toilets
		Lighting, contrasts and color scheme
		Independent access for people with reduced mobility
		Climatic
		Front Camera / Rear Camera / Coupler Camera
		Roof / Rainproof
		Painting
		Finishing Works

หลักการกำหนดมาตรฐานและรูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables)

หลักการกำหนดมาตรฐานและรูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables)

เพื่อตอบสนองการแบ่งระดับการใช้บังคับคู่มือ/ข้อกำหนด/แนวทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้องประกอบการนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปตามวัตถุประสงค์การศึกษา จำเป็นต้องเข้าใจในหลักการกำหนดมาตรฐานและรูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables) โดยได้อ้างอิงการกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ ได้แก่ ISO และ IEC ดังนี้

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization–ISO) และคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอเทคนิกส์ (International Electrotechnical Commission–IEC) เป็นองค์การระหว่างประเทศที่มีภารกิจในการกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Standards)

ประเทศไทย โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม ทำหน้าที่สมาชิกผู้แทนประเทศไทยทั้งใน ISO และ IEC ซึ่งปัจจุบัน สมาชิก ISO และ IEC มีทั้งสิ้น 164 และ 87 ประเทศ ตามลำดับ

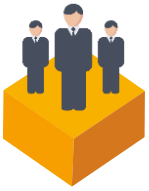
1 หลักการที่ใช้ในการกำหนดมาตรฐาน

ตอบสนองความต้องการของตลาด

ทั้งมาตรฐาน ISO และมาตรฐาน IEC ต่างก็กำหนดขึ้นมาจากความต้องการจากภาคอุตสาหกรรม กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย และผู้บริโภค โดยผ่านสมาชิก ISO และ IEC ในประเทศของตน

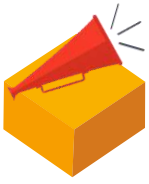
กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก

ในนามของคณะกรรมการวิชาการ (Technical Committees – TC) โดยพิจารณาทุกประเด็นที่ปรากฏอยู่ในมาตรฐานแต่ละเรื่อง ตั้งแต่ขอบข่าย คำนิยาม ตลอดจนรายละเอียดในข้อกำหนด



ผ่านกระบวนการการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียทุกภาคส่วน

โดยในคณะกรรมการวิชาการแต่ละคณะจะประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญทั้งจากภาคอุตสาหกรรม องค์กรผู้บริโภค นักวิชาการ NGO รวมทั้งภาครัฐ



ใช้หลักฉันทามติในการกำหนดมาตรฐาน

และรับเอาทุกความเห็นของผู้มีส่วนได้เสียมาพิจารณา

รูปที่ 15 ประโยชน์ของมาตรฐาน

การกำหนดมาตรฐาน ISO และ IEC ดำเนินการโดยคณะกรรมการวิชาการ (Technical Committee – TC) ซึ่งแต่งตั้งและยุบเลิกโดยคณะกรรมการบริหารวิชาการของ ISO (Technical Management Board–TMB) และคณะกรรมการจัดการด้านการมาตรฐานของ IEC (Standardization Management Board - SMB).โดย.TC.อาจพิจารณาจัดตั้งคณะอนุกรรมการวิชาการ (Subcommittee – SC) เพื่อรับผิดชอบงานแต่ละด้านที่อยู่ในขอบข่ายการทำงานของคณะกรรมการวิชาการ และจัดตั้งคณะทำงาน (Working Group - WG) เพื่อจัดทำร่างแรกของมาตรฐาน

ประเทศสมาชิกสามารถสมัครเป็นสมาชิกของคณะกรรมการวิชาการ (TC) ได้แก่ คณะอนุกรรมการวิชาการ (SC) ตามความสนใจและความพร้อม 2 ประเภท

- สมาชิกร่วมทำงาน (Participating member หรือ P-member)
- สมาชิกสังเกตการณ์ (Observer member หรือ O-member)

รูปที่ 16 การกำหนดมาตรฐาน

ในการกำหนดมาตรฐานแต่ละขั้นตอน การตอบเสียงของ P-member จะมีผลทำให้ร่างมาตรฐานที่กำหนดผ่านเกณฑ์ได้รับการยอมรับให้จัดทำในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐาน	เกณฑ์การยอมรับ
Proposal Stage	2 ใน 3 ของ P-member เห็นชอบและเสนอผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมจัดทำร่างแรก
Preparatory Stage	จัดทำ Working Draft แล้วเสร็จ
Committee Stage	ได้รับฉันทามติ (consensus) จาก P-member
Enquiry Stage	2 ใน 3 ของ P-member เห็นชอบ และไม่มีเสียงคัดค้านเกิน 1 ใน 3 ของสมาชิกที่ออกเสียงทั้งหมด
Approval Stage	

ตารางที่ 2 ขั้นตอนและเกณฑ์การยอมรับมาตรฐาน

2 รูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables) ได้แก่

International Standards (IS)

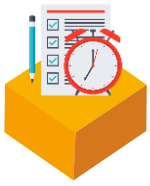
กฎเกณฑ์ แนวทาง หรือคุณลักษณะของกิจกรรมหรือผลของกิจกรรมที่ต้องการบรรลุในระดับที่เหมาะสมภายใต้บริบทที่กำหนด

Technical Specifications (TS)

ข้อกำหนดที่จัดทำขึ้นใช้ชั่วคราว ในกรณีที่ยังไม่สามารถกำหนดหรือยังไม่ได้รับฉันทามติให้จัดทำเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศได้

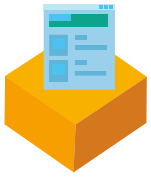
Technical Reports (TR)

มีลักษณะแตกต่างจากมาตรฐานระหว่างประเทศ จัดทำเป็นรายงานเชิงวิชาการ นำเสนอข้อมูลซึ่งมาจากการศึกษา การสำรวจ หรือข้อมูลจากมาตรฐานระดับประเทศล่าสุด



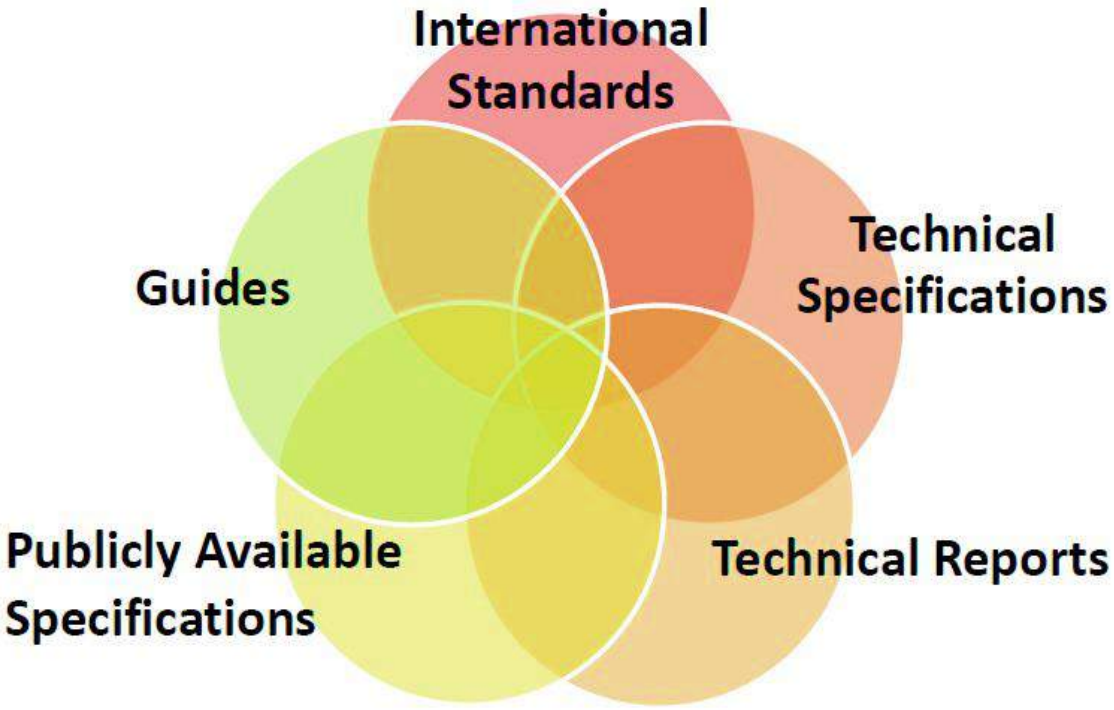
Publicly Available Specifications (PAS)

จัดทำขึ้นเพื่อรองรับความต้องการที่เร่งด่วนของตลาด และผ่านฉันทามติของผู้เชี่ยวชาญในคณะทำงานคณะใดคณะหนึ่ง หรือฉันทามติของหน่วยงานภายนอกที่ไม่ใช่สมาชิกของ ISO หรือ IEC เช่น กลุ่มผู้ผลิต หรือสมาคมการค้า กลุ่มอุตสาหกรรม เป็นต้น



Guides

เอกสารแนะแนวทางเพื่อช่วยให้ผู้ใช้มาตรฐานมีความเข้าใจเกี่ยวกับการนำมาตรฐานไปใช้งานได้สะดวกขึ้น



รูปที่ 17 รูปแบบของเอกสารมาตรฐาน (Deliverables)
(ที่มา : คู่มือการกำหนดมาตรฐาน ISO และมาตรฐาน IEC, อาภัสสร, 2563)

หลักการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

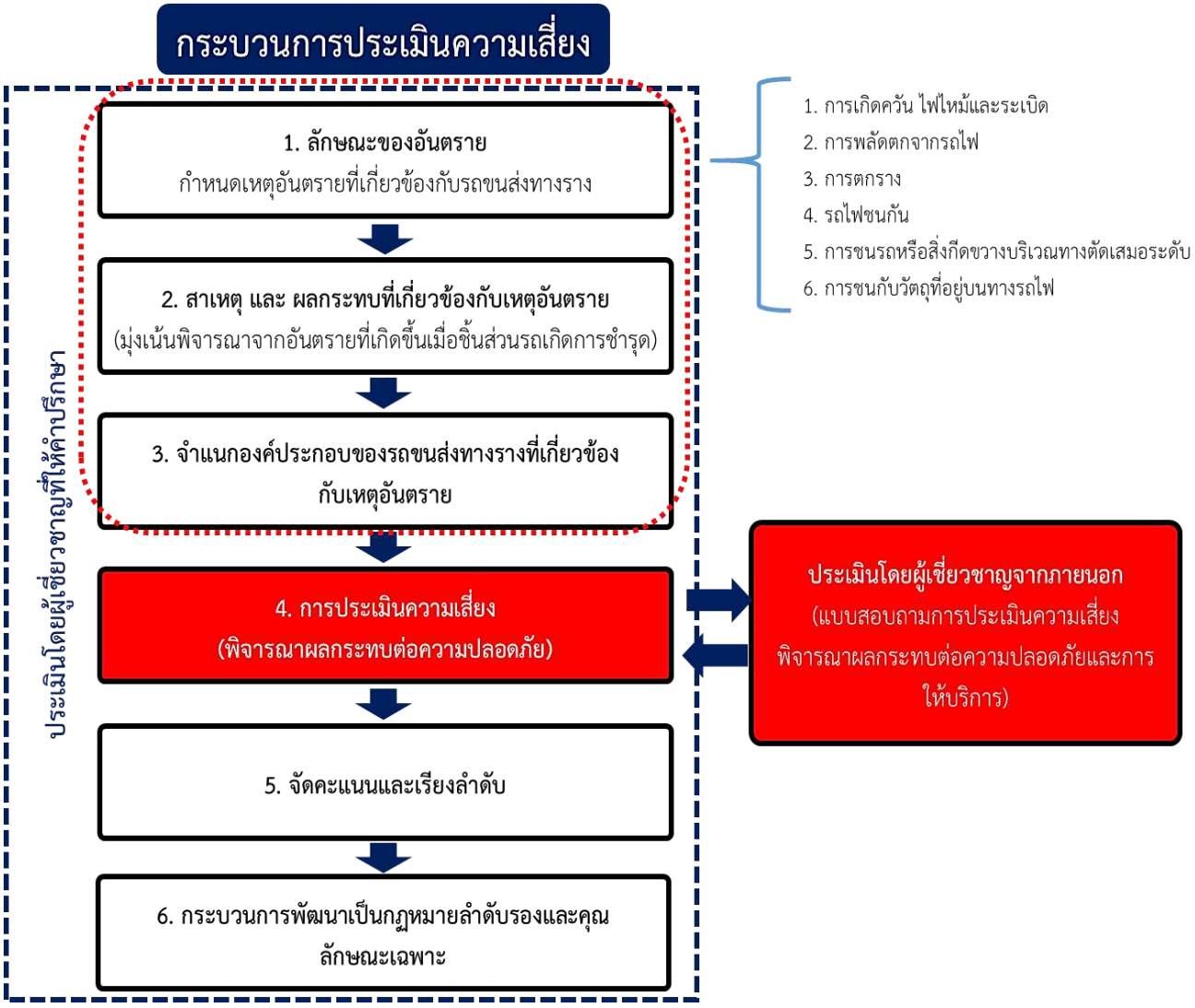
หลักการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

ด้วยการคมนาคมทางรางในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจในทุกประเทศ ทั้งภาคการขนส่งสินค้าและการเดินทางของประชาชน ความปลอดภัยของระบบขนส่งทางราง (Railway Safety) จึงเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณาของผลของความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ความปลอดภัยของระบบขนส่งทางรางนั้นขึ้นกับทั้งโครงสร้างระบบรางที่เกี่ยวข้อง (railway infrastructure), รถขนส่งทางราง (rolling stock),และการดำเนินการระบบ (railway operation)

ซึ่งในหลายงานวิจัยระดับสากลได้ระบุว่า รถขนส่งทางรางเป็นสาเหตุหลักของเหตุการณ์ไม่ปกติที่เกิดขึ้นของระบบราง ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงในเบื้องต้น (Preliminary Risk Assessment) ของอุบัติเหตุหรือเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นเนื่องจากการชำรุดบกพร่องของชุดอุปกรณ์ต่างๆในรถขนส่งทางราง ที่มีนัยสำคัญ เช่น Brake, Coupler, Door, Bogie และอื่นๆ จึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อนำไปกำหนดร่างกฎหมายลำดับรองและข้อกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของรถขนส่งทางรางในขั้นต่อไป

การประเมินความเสี่ยงประยุกต์ใช้วิธี Hazard Identification (HI) ร่วมกับ Failure Mode Effect Analysis (FMEA) ในการวิเคราะห์ โดยทั้งสองวิธีนี้ถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ในภาคปฏิบัติและงานวิจัยระดับสากล โดยในการศึกษานี้ได้ออกแบบกระบวนการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นที่เกี่ยวกับคุณลักษณะรถขนส่งทางราง ไว้เป็นขั้นตอนรวมทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

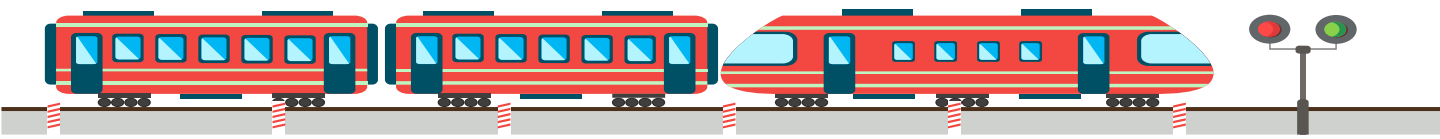
1. การจำแนกอันตรายหรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถขนส่งทางราง (Hazard Identification)
2. การหาสาเหตุและผลกระทบเนื่องจากการชำรุดขององค์ประกอบบนรถขนส่งทางราง (Cause and Effect Analysis Related to Hazards Events)
3. จำแนกองค์ประกอบของรถขนส่งทางรางที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเหตุอันตราย ((Critical Rail Vehicle Components)
4. การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) พิจารณาผลกระทบต่อความปลอดภัยโดยผู้เชี่ยวชาญ
5. การตรวจสอบผลการประเมินความเสี่ยงจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก
6. การประเมินคะแนนและจัดลำดับความสำคัญ
7. การนำผลไปใช้เพื่อยกร่างกฎหมายลำดับรองและข้อกำหนดคุณลักษณะดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 กระบวนการประเมินความเสี่ยงขั้นต้นที่เกี่ยวกับคุณลักษณะรถขนส่งทางราง (Risk Assessment Process)

1 การจำแนกอันตรายหรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถขนส่งทางราง (Hazards Identification)

พิจารณาจากผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ร่วมกับข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและผู้รับสัมปทานการเดินรถของไทย เพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงอุบัติเหตุหรือเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น เนื่องจากการชำรุดบกพร่องของชุดอุปกรณ์ต่างๆ ในรถขนส่งทางราง โดยมุ่งเน้นที่เหตุที่อาจทำให้เป็นอันตรายต่อผู้โดยสารและพนักงาน ทำให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิต หรือสถานการณ์ที่อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยในการให้บริการ ดังตัวอย่างจากผลการศึกษาของ Jacek Szmagliński และคณะ (2018) ได้ทำการจำแนกสถานการณ์อันตรายจากรถขนส่งทางรางไว้ทั้งหมด 6 สถานการณ์ดังนี้

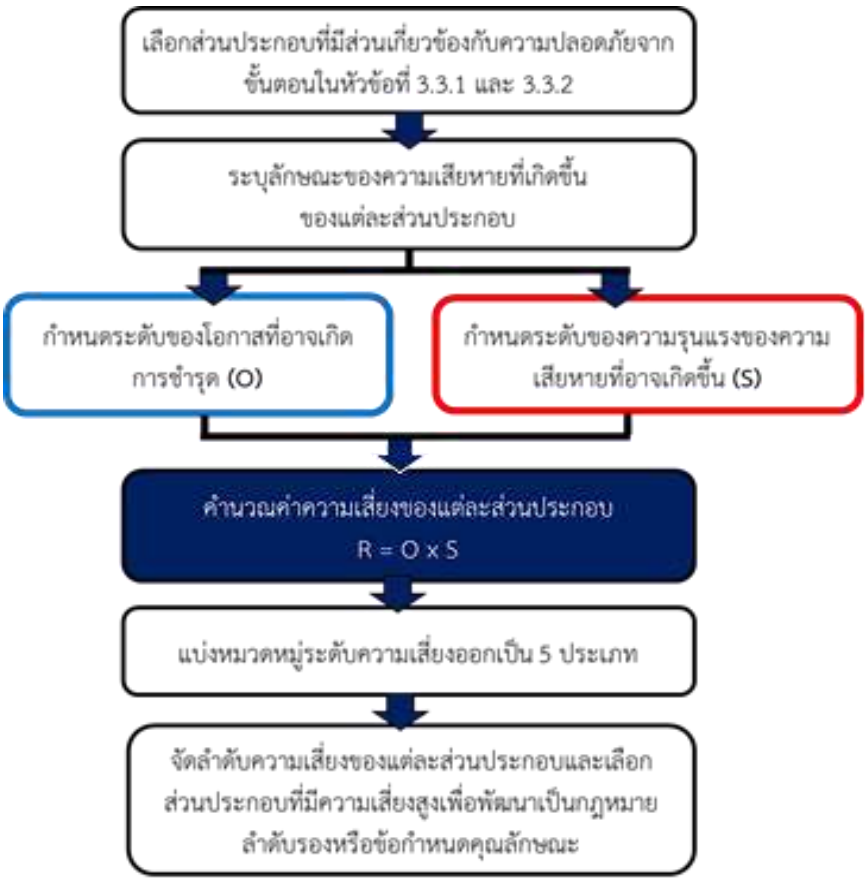


1. การเกิดควัน ไฟไหม้และระเบิด (Smoke, fire, explosion)
2. การพลัดตกจากรถไฟ (Falling from Rolling Stock)
3. การตกราง (Derailment)
4. รถไฟชนกัน (Collision between trains)
5. การชนรถหรือสิ่งกีดขวางบริเวณทางตัดเสมอระดับ (Collision at Level crossing)
6. การชนกับวัตถุที่อยู่บนทางรถไฟ (Running into an obstacle on the tracks)

จาก 6 สถานการณ์ดังกล่าว จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงกับการชำรุดเสียหายขององค์ประกอบบนรถขนส่งทางรางต่อไป

2 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

ได้ดำเนินการตามกระบวนการประเมินความเสี่ยง (โดยพิจารณาผลกระทบต่อความปลอดภัย) ดังแสดงในรูปที่ 19 โดยนำผลการจำแนกองค์ประกอบของรถขนส่งทางรางที่อาจส่งผลต่อเหตุการณ์อันตรายดังกล่าวตามขั้นตอนที่มีนัยสำคัญทั้ง 19 ชุดอุปกรณ์ (Critical Rolling Stock Components) นี้มาทำการประเมินระดับความเสี่ยงขั้นต้นเป็นรายชุดอุปกรณ์ ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบของรถขนส่งทางรางที่จะส่งผลต่อความปลอดภัย (Safety) เป็นหลัก โดยจัดคะแนนและเรียงตามระดับความเสี่ยง (R, Risk score) ที่คำนวณได้ เพื่อใช้ในการยกร่างระเบียบข้อบังคับในลำชั้นกฎหมายลำดับรองหรือกำหนดไว้เป็นเพียงคุณลักษณะเฉพาะเท่านั้น



รูปที่ 19 แผนภาพขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ในงานศึกษานี้

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการจัดระดับของอันตราย โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของโอกาสที่จะเกิดความสูญเสียหรือค่าความเป็นไปได้ (Occurrence) และผลของความรุนแรงจากความสูญเสีย (Severity)

ซึ่งการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณนั้นอาศัยหลักการประเมินจาก 2 ปัจจัย คือ ค่าความเป็นไปได้หรือความถี่ที่ชุดอุปกรณ์นั้นเกิดความเสียหาย (O, Occurrence or Frequency) และค่าความรุนแรงของเหตุการณ์ หรืออันตรายที่เกิดขึ้น (S, Severity) ดังแสดงในสมการที่ 1 ค่าระดับความเสี่ยงจะบ่งบอกถึงระดับของอันตรายที่บ่งบอกว่ายอมรับได้หรือยอมรับไม่ได้

โดยในการศึกษานี้ได้ประยุกต์เกณฑ์คะแนนระดับความเสี่ยงจากข้อมูลหน่วยงานด้านระบบล้อเลื่อนของประเทศเยอรมันและสวิตเซอร์แลนด์ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 18 ในสองรูปแบบคือ แบบเกณฑ์คะแนน และแสดงในรูปแบบของ Risk Metrix ค่าระดับความเสี่ยงที่ทำให้เกิดผลกระทบนั้นเรียงจากความเสี่ยงที่ทำให้เกิดผลกระทบน้อยไปมากอย่างนัยสำคัญ คือ คะแนนจาก 1 ถึง 100 แสดงถึงระดับความเสี่ยงต่ำไปสูง (Very low to Very High Risk)

$$R = O \times S \qquad \text{สมการที่ 1}$$

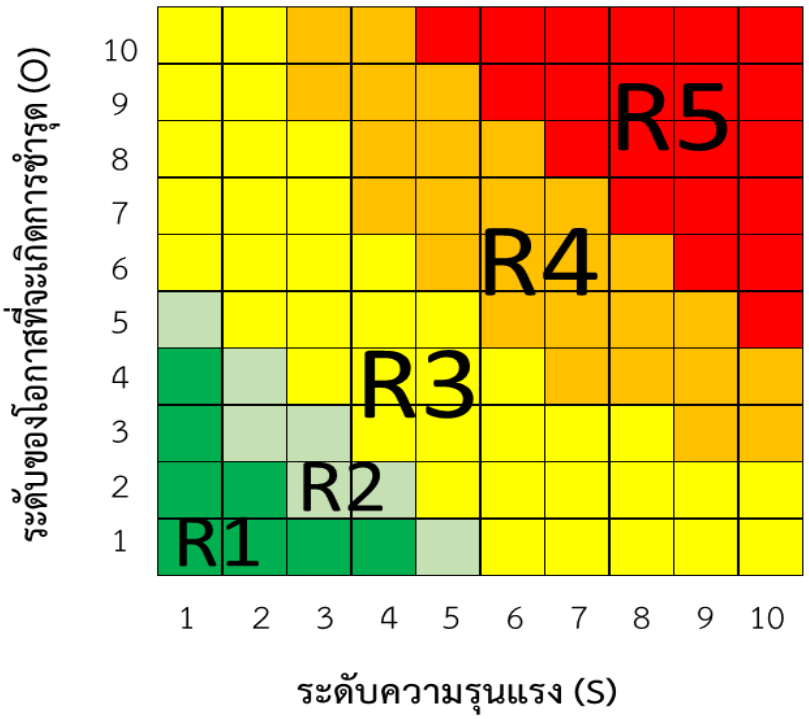
โดยที่ R = ระดับความเสี่ยง (Risk Score)
O = ความถี่ที่ชุดอุปกรณ์นั้นเกิดความเสียหาย (Occurrence or Frequency)
S = ผลกระทบจากความรุนแรงของเหตุการณ์หรืออันตรายที่เกิดขึ้น (Severity)

ระดับความเสี่ยง (Risk Score)

งานศึกษานี้ได้นี้พิจารณากำหนดค่า Risk Score ที่ได้ข้างต้นมาจัดแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ R1 ถึง R5 Risk Score จะถูกพิจารณาเข้ากับแนวทางการดำเนินการนำไปใช้ประกอบการยกร่างกฎหมายลำดับรองหรือคุณลักษณะหรือชุดอุปกรณ์ของ Rolling Stock ดังแสดงในตารางที่ 3 ชุดอุปกรณ์ที่ถูกประเมินให้มีค่า Risk score ระดับสูงมาก 50≤R5≤100 จะถูกพิจารณากำหนดในกฎหมายรองทุกชิ้นส่วน ส่วนค่า Risk Score รองลงมาจะถูกพิจารณากำหนดในคู่มือแนะนำคุณลักษณะเฉพาะ ส่วนกลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงต่ำมาก 1≤R1≤4 จะไม่ถูกพิจารณากำหนดในกฎหมายรองและคู่มือแนะนำคุณลักษณะเฉพาะ

ตารางที่ 3 แสดงระดับความเสี่ยงและการดำเนินการนำไปใช้ประกอบการยกร่างกฎหมายลำดับรอง หรือคุณลักษณะเฉพาะ

ระดับความเสี่ยง	ค่าความเสี่ยง (R)	แนวทางดำเนินการ
ต่ำมาก	1 ≤ R1 ≤ 4	ไม่พิจารณาสำหรับกฎหมายลำดับรองและคุณลักษณะเฉพาะ
ต่ำ	5 ≤ R2 ≤ 9	นำมาเรียงลำดับและพิจารณาสำหรับคุณลักษณะเฉพาะสำหรับบางชิ้นส่วน
ปานกลาง	10 ≤ R3 ≤ 25	นำมาเรียงลำดับและพิจารณาสำหรับคุณลักษณะเฉพาะทุกชิ้นส่วน
สูง	26 ≤ R4 ≤ 49	นำมาเรียงลำดับและพิจารณาสำหรับกฎหมายลำดับรองบางชิ้นส่วน ชิ้นส่วนที่ไม่ถูกพิจารณาจะถูกนำไปบรรจุในคุณลักษณะเฉพาะ
สูงมาก	50 ≤ R5 ≤ 100	พิจารณาสำหรับกฎหมายลำดับรองทุกชิ้นส่วน



รูปที่ 20 Risk Metrix ที่ได้จากการประเมิน Risk Score (R = O x S) ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (ที่มา: Fateme Dinmohammadi et. al, 2016)

การประเมินโอกาสหรือความถี่ของเหตุการณ์ (Occurrence, O)

ปัจจัยความถี่ของเหตุการณ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์เกณฑ์การให้คะแนนจากปัจจัยความถี่ของประเทศเยอรมันและสวิตเซอร์แลนด์ ดังแสดงในตารางที่4 โดยค่า O มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 คะแนน ตามความถี่ที่เกิดเหตุการณ์ที่อุปกรณ์ของ Rolling Stock ชุดนั้นๆ เกิดเหตุขัดข้อง ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์เกณฑ์การให้คะแนนจากปัจจัยความถี่หรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ (O) จากข้อมูลทุติยภูมินี้ร่วมกับการพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ โดยจะใช้สร้างในแบบสอบถามให้ทางผู้เชี่ยวชาญภายนอก ประเมินความเสี่ยงเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อความปลอดภัยควบคู่กับการให้บริการที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนจากปัจจัยความถี่หรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ (O)

Rating	Frequency	Probability (times/ year)
1	Incredible	<0.000001
2	Improbable	0.000001-0.0001
3	Remote	0.00001-0.0001
4	Very Unlikely	0.0001-0.001
5	Unlikely to Occur	0.001-0.01
6	Once Since Operation	0.01-0.1
7	Few times in ten years	0.1-1
8	Few times per year	1-10
9	Few times per month	10-100
10	Few times per week	> 100

(ที่มา : A General Model for Railway System Risk Assessment, Procedia Engineering ; 2017)

การประเมินระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ (Severity, S)

ระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ (S) ในการศึกษานี้จะพิจารณาพิจารณาผลกระทบ (consequence) ของเหตุที่เกิดขึ้นจากเหตุขัดข้องของชุดอุปกรณ์หนึ่งๆ กับการให้บริหารทั้งระบบราง สายนั้นๆ ทั้งนี้อ้างอิงตามแนวทางของ EN-50616 และอ้างอิงจากการประเมินที่ใช้ในปัจจุบันของผู้ให้บริการการเดินรถในประเทศไทย โดยจะพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นในสองมิติหลักที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและการให้บริการ คือ

1 ผลกระทบที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต (Fatality and Injury, S1)

S1 คือระดับความรุนแรงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต อันเป็นผลที่เลวร้ายที่สุดมาจากการชำรุดของชุดอุปกรณ์ (Fatality and Injury) นั้นๆ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยอ้างอิงและประยุกต์จาก EN50126–1, 2000 Railway Safety-Risk Level ที่ใช้กันในระดับสากล ได้แก่

- Catastrophic
- Critical
- Marginal
- Insignificant

โดยการศึกษานี้ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน จากไม่มีนัยสำคัญคืออาจทำให้ผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย จนถึงความรุนแรงระดับวิบัติคือผู้โดยสารตั้งแต่ 1 คนขึ้นไปเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต คะแนนจาก 2.5 ถึง 1.0.0 ในส่วนของนิยามอาการบาดเจ็บสาหัสนั้นให้เป็นไปตามนิยามตามมาตรา 297 ในประมวลกฎหมายอาญา

ตารางที่ 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านความปลอดภัยต่อชีวิต (S1) ที่ใช้ในการศึกษานี้

	ระดับ	ความรุนแรง	ผลกระทบที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต
S1	2.5	ไม่มีนัยสำคัญ	อาจทำให้ผู้โดยสารได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย
	5.0	เล็กน้อย	ผู้โดยสารบาดเจ็บต้องเข้ารับการรักษาแต่ไม่สาหัส
	7.5	วิกฤติ	ผู้โดยสารตั้งแต่ 1 คนขึ้นไปได้รับบาดเจ็บสาหัส
	10.0	วิบัติ	ผู้โดยสารตั้งแต่ 1 คนขึ้นไปเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต

2 ผลกระทบต่อการให้บริการ (Serviceability, S2)

S2 คือ ระดับความรุนแรงที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงักอันเป็นผลที่เลวร้ายที่สุดมาจากการชำรุดของอุปกรณ์ (Service Disruption) นั้นๆ ของ Rolling Stock ส่งผลกระทบที่ทำให้การบริการหยุดชะงักในปัจจัยของเวลาเริ่มจากการให้บริการหยุดชะงักจนเริ่มกลับมาให้บริการได้อีกครั้ง ด้วยบริบทการให้บริการที่ต่างกันการศึกษานี้จึงได้พิจารณาเกณฑ์แยกเป็น 2 เกณฑ์ให้เหมาะกับระบบขนส่งทางรางในเมือง (Urban Rail) และระบบขนส่งทางรางระหว่างเมือง (Commuter and Inter City Rail)

2.1 ผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption) สำหรับ Urban Rail

การศึกษานี้พิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption, S2) สำหรับระบบขนส่งรางในเมือง (Urban Rail) เป็น 4 ระดับ โดยระดับเริ่มต้นที่ไม่มีนัยสำคัญนั้นได้พิจารณาจากข้อมูลการให้บริการจากตารางการเดินรถและความถี่การเดินรถของแต่ละสายในกทม. และได้ทำการสรุปความถี่การให้บริการของรถไฟฟ้าสายสีเขียว ม่วงและน้ำเงิน ทั้งในช่วง peak และ off peak ดังแสดงในตารางที่ 6

พบว่าช่วงเวลาที่ยอมรับได้อยู่ที่ 10 นาที และได้พิจารณาปัจจัยความถี่อื่นคือ performance indicator ในการให้บริการที่กำหนดกับหน่วยงานรัฐเจ้าของโครงการเช่น Headway และ SLA ด้าน train punctuality และ train avalibility พบว่าช่วงเวลาที่ยอมรับได้อยู่ที่ 5 ถึง 10 นาที และ UIC code450-2 UIC code450-2 (classification of delay) & Disruption Data มีค่าแนะนำสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ยอมรับได้ในความล่าช้าซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้กันในระดับสากล รวมถึงเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการตั้งค่าแจ้งเตือนในระบบหากตัวรถหยุกชะงักไปอยู่ที่ 5 นาที

จากนั้นทางการศึกษาได้พิจารณาช่วงเวลาหยุดชะงักดังกล่าวข้างต้นร่วมกับตัวอย่างชุดข้อมูลการให้ บริการใน กรุงเทพฯ ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าเมื่อพิจารณาร่วมกับผลกระทบที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต (S1) ด้วยแล้วนั้น ค่าการหยุดชะงักของการให้บริการที่ยอมรับได้และเป็นค่ากลางที่เหมาะสมกับ Urban Rail ทุกสายทั้งในช่วง peak และ off peak ในระดับไม่มีนัยสำคัญนั้นเหมาะสมที่เริ่มที่ < 20 นาที และพิจารณาประยุกต์ใช้ค่าความรุนแรงในระดับถัดๆ ไปตามเกณฑ์

ตารางที่ 6 แสดงตารางสรุปความถี่ในการให้บริการเดินรถ

Operation	Peak	Off Peak
สายสีเขียวอ่อน (สุขุมวิท)	2.3 นาที (7-9น./ 16:30-20น.)	4-8 นาที
สายสีเขียวเข้ม (สีลม)	3.45 นาที (7-9น./ 16:30-20น.)	6-8 นาที
สายสีน้ำเงิน	5 นาที (6-9น./ 16:30-19:30น.)	10 นาที
สายสีม่วง	6 นาที (6:30-8:30น./ 17-19:30น.)	9.33 นาที
สายสีเหลือง (ยังไม่เริ่มให้บริการ)	5 นาที	10 นาที
สายสีชมพู (ยังไม่เริ่มให้บริการ)	5 นาที	10 นาที

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก Urban Rail

		Insignificant	Marginal	Serious	Critical	Catastrophic
Safety Consequence Definitions	Minor injuries 2	1-4	5-19	20-190	200-999	>999
	Minor injuries 1	0	1-3	4-39	40-199	>199
	Major Injuries	0	0	1-9	10-9	>49
	Major disabilities / Fatalities	0	0	0	1-4	>4
Train Service Consequence		2min to 20 min	20min to 3hr	3hr to 9hr	9hr to 18hr	>18hr

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (S2) สำหรับระบบขนส่งรางในเมือง (Urban Rail) ที่ใช้ในการศึกษานี้ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ โดยค่า S2 ของ Urban Rail ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 8 จากไม่มีนัยสำคัญ คือผลกระทบจากเหตุความขัดข้องของชุดอุปกรณ์ Rolling Stock นั้น ทำให้เกิดผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงักน้อยกว่า 20 นาที จนถึงความรุนแรงระดับวิบัติคือเกิดผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงักมากกว่า 9 ชั่วโมง คะแนนจาก 2.5 ถึง 10

ตารางที่ 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption, S2) สำหรับระบบขนส่งรางในเมือง (Urban Rail) ที่ใช้ในการศึกษานี้

	ระดับ	ความรุนแรง	ผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก สำหรับ Urban Rail
S2	2.5	ไม่มีนัยสำคัญ	น้อยกว่า 20 นาที
	5.0	เล็กน้อย	20 นาทีถึง 3 ชั่วโมง
	7.5	วิกฤติ	3 ชั่วโมงถึง 9 ชั่วโมง
	10.0	วิบัติ	มากกว่า 9 ชั่วโมง

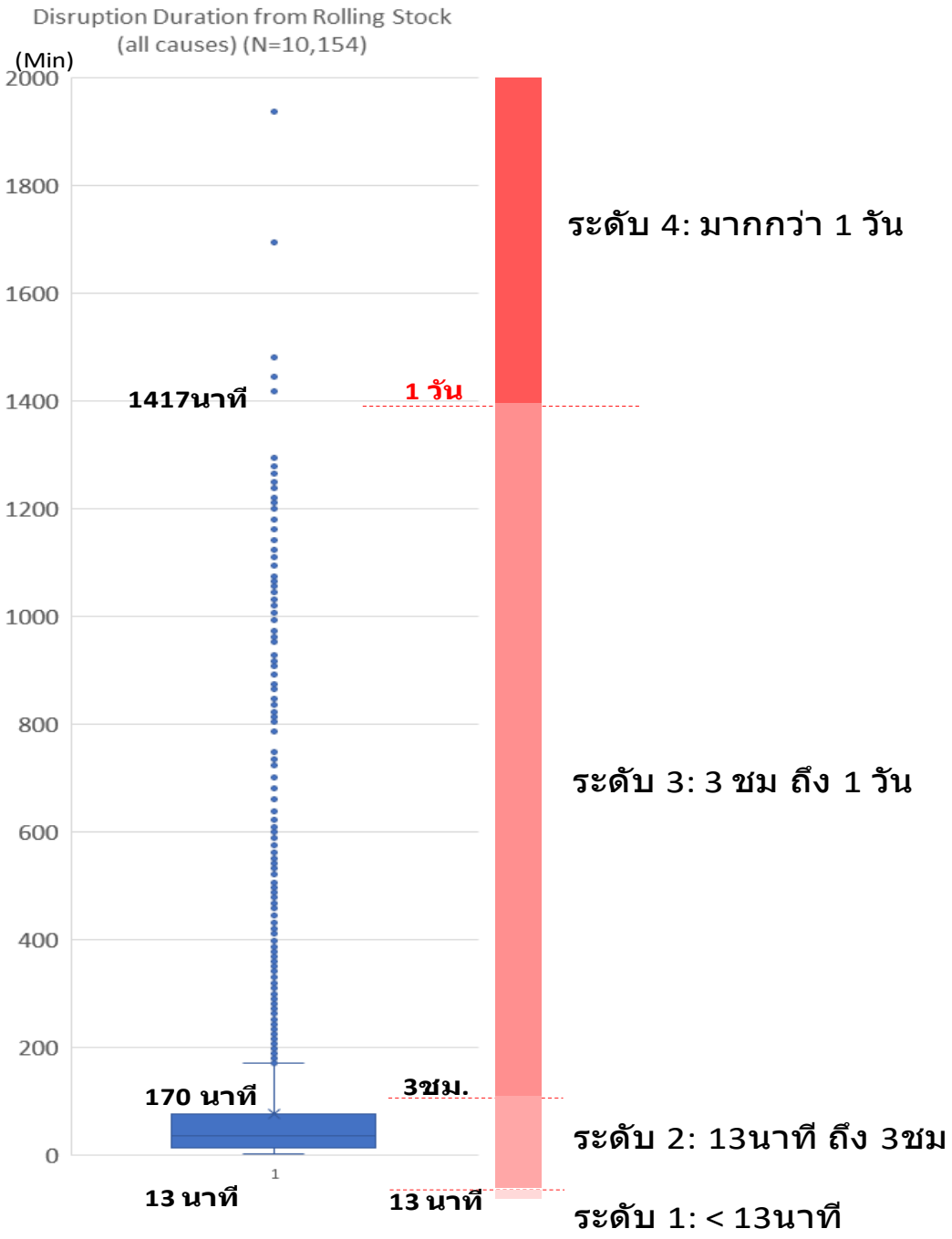
2.2 ผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption) สำหรับ Commuter and Intercity Rail

การศึกษานี้พิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption, S2) สำหรับระบบขนส่งราง Commuter and Intercity Rail โดยประยุกต์ใช้เกณฑ์จากหน่วยงานด้านระบบล้อเลื่อน Commuter and Intercity Rail ของประเทศเยอรมันและสวิตเซอร์แลนด์ (Roland Mueller, 2015) โดยมีเกณฑ์เวลาการให้บริการหยุดชะงักร่วมตามระดับความรุนแรง

โดยในการศึกษานี้ได้พิจารณาสอบทานร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติกับชุดฐานข้อมูล Service disruption ของประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีจำนวนชุดข้อมูล Service Disruption ที่มีสาเหตุจาก Rolling Stock ตั้งแต่ปี 2011 ถึง 2020 แสดงเหตุการณ์ ซึ่งทางการศึกษาได้วิเคราห์ชุดข้อมูลจำนวน 10,155 ข้อมูล ดังแสดงสรุปจำนวนข้อมูล ค่าการให้บริการหยุดชะงักมากสุดและน้อยสุด และ box whisker plot แยกตามสาเหตุขัดข้องของ Rolling stock ของชุดข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 9 ตารางสรุปจำนวนข้อมูล ค่าการให้บริการหยุดชะงักและ Box and whisker plot แยกตามสาเหตุขัดข้องของ Rolling stock

Row Labels	Count	Max of disruption_duration (Min)	Min of disruption_duration (Min)
broken down train	8425	4630	1
defective trains	112	3872	15
fire in a train	8	255	70
problems with the rolling stock	509	7555	1
smoke in a train	2	27	24
stranded train	1097	6776	1
the use of alternative train	1	165	165
Grand Total	10,154	7555	1



(ที่มาของข้อมูล https://www.rijdendetreinen.nl/en/statistics/causes/broken-down-train)

รูปที่ 21 แสดงการกระจายตัวของข้อมูล Service Disruption จากเหตุขัดข้อง Rolling Stock และการแบ่งกลุ่มความรุนแรงของที่รวบรวมจากสถิติ ของผู้ให้บริการรถไฟระหว่างเมืองในประเทศเนเธอร์แลนด์

ดังนั้นการศึกษานี้ได้จึงพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (S2) สำหรับ Commuter and Inter City Rail เป็น 4ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 10 จากไม่มีนัยสำคัญคือผลกระทบจากเหตุความขัดข้องของชุดอุปกรณ์ Rolling Stock นั้นทำให้เกิดผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงักน้อยกว่า 20 นาที จนถึงความรุนแรงระดับวิบัติคือเกิดผลกระทบทำให้การให้บริการหยุดชะงักมากกว่า 1 วัน คะแนนจาก 2.5 ถึง10

ตารางที่ 10 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเสียหายจากปัจจัยด้านผลกระทบ
ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption, S2)
สำหรับระบบขนส่ง Commuter and Inter City Rail ที่ใช้ในการศึกษานี้

	ระดับ	ความรุนแรง	ผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก สำหรับ Commuter and Inter City Rail
S2	2.5	ไม่มีนัยสำคัญ	น้อยกว่า 20 นาที
	5.0	เล็กน้อย	20 นาทีถึง 3 ชั่วโมง
	7.5	วิกฤติ	3 ชั่วโมงถึง 1 วัน
	10.0	วิบัติ	มากกว่า 1 วัน

จากเกณฑ์การกำหนดค่าความถี่ของเหตุการณ์ O และผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงัก (Service Disruption) S1 และ S2 ที่กล่าวมาข้างต้น ทางการศึกษานี้นำไปสร้างแบบสอบถามเพื่อเป็นการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญภายนอก เพื่อประเมินความเสี่ยงผลกระทบของ ๑๙ ชุดอุปกรณ์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกประเมินความถี่ของเหตุการณ์ที่ชุดอุปกรณ์นั้นๆเกิดเหตุขัดข้องสอดคล้องกับระดับผลกระทบที่ทำให้การให้บริการหยุดชะงักขั้นร้ายแรงสุดหากเกิดเหตุการณ์ โดยผ่านทางแบบสอบถามทางอิเลคทรอนิกส์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่า Risk Score ดังแผนผังแสดงสรุปเกณฑ์และการคำนวณ Risk Score เป็นรายชุดอุปกรณ์ โดยจัดคะแนนและเรียงตามระดับความเสี่ยง (R) ที่คำนวณได้และจัดกลุ่มตาม R5 ลงมาถึง R1 เพื่อใช้ในการยกร่างระเบียบข้อบังคับในลำชั้นกฎหมายลำดับรองหรือกำหนดไว้เป็นเพียงคุณลักษณะเฉพาะ

การประเมินความเสี่ยง

หลักการประเมินความเสี่ยง

ประยุกต์ใช้วิธี Hazard Identification (HI) ร่วมกับ วิธี Failure Mode Effect Analysis (FMEA)
ระดับความเสี่ยง (R) = ระดับโอกาสหรือความถี่การชำรุด (O) x ระดับความรุนแรง (S)

ระดับโอกาสหรือความถี่การชำรุด (O)

Rating	Frequency	Probability (times/year)
1	Incredible	< 0.000001
2	Improbable	0.000001-0.00001
3	Remote	0.00001-0.0001
4	Very Unlikely	0.0001-0.001
5	Unlikely to Occur	0.001-0.01
6	Once Since Operation	0.01-0.1
7	Few times in ten years	0.1-1
8	Few times per year	1-10
9	Few times per month	10-100
10	Few times per week	> 100

ระดับความรุนแรงของความเสียหาย (S)

S1
บาดเจ็บหรือเสียชีวิต
Fatality/ Injury

ระดับ	ผลกระทบ
1	ได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย
2	บาดเจ็บแต่ไม่สาหัส
3	บาดเจ็บสาหัส 1 คนขึ้นไป
4	อันตรายถึงแก่ชีวิต 1 คนขึ้นไป

S2
การให้บริการหยุดชะงัก
Service Disruption

ระดับ	ผลกระทบ สำหรับ Urban Rail*	ผลกระทบ สำหรับ Commuter & Inter-City Rail**
1	น้อยกว่า 20 นาที	น้อยกว่า 20 นาที
2	20 นาที ถึง 3 ชั่วโมง	20 นาที ถึง 3 ชั่วโมง
3	3 ชั่วโมง ถึง 9 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง ถึง 1 วัน
4	มากกว่า 9 ชั่วโมง	มากกว่า 1 วัน

รูปที่ 22 แผนผังแสดงสรุปเกณฑ์และการคำนวณ Risk Score

ตารางที่ 11 แสดงการประเมินความเสี่ยงผลกระทบของ 19 ชุดอุปกรณ์ตามชนิดรถ

No	Critical Components	ชุดอุปกรณ์																				
		Steam Locomotive - C 56	Steam Locomotive - Pacific	Steam Locomotive - Mikado	Diesel Electric Locomotive - Hitachi	Diesel Electric Locomotive - Alstom	Diesel Electric Locomotive - CSR Qishuyan	Diesel Electric Locomotive - GE	Diesel Electric Locomotive - GEA	Diesel Electric Locomotive - CSR Ziyang	Diesel Multiple Unit - Hitachi	Diesel Multiple Unit - Tokyu (THN/NKF)	Diesel Multiple Unit - Sprinter	Diesel Multiple Unit - Daewoo	Passenger coach - Daewoo	Passenger coach - JR	Passenger coach - CNR Coach Set 115 Car	Freight wagon - Flat wagon 308 set / 2011	Freight wagon - Flat wagon	Freight wagon - Tank wagon	Freight wagon - Open wagon	Freight wagon - รถขนหิน	Freight wagon - บรรทุกสินค้าทั่วไป	Innovia APM 300	Innovia Monorail 300	Siemens Modular Metro	Siemens Inspiro	J-TREC Sustina S24	Siemens Desiro UK Class 360/2	Hitachi AT 100 Metro	Siemens Modular Metro (EMU-A1)	Siemens Inspiro (EMU-A2)	CRRC Changchun (EMU-B1)	CRRC Changchun (EMU-B2)	CRRC Changchun (EMU-B3)	Service Vehicle
1	Dimensions & Loading Gauge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	Vehicle superstructure/ Crashworthiness / Joint and Welding	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Coupler / Draw&Buffer gear	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Bogie / Wheelset / Wheel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Brake system	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Running behaviour & Aerodynamics	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Energy supply & Current Collector	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	Electrical System / Lighting	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	HVAC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	Doors & Windows	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	Cab operation / Driver-machine interface	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	Train Control systems	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	Traction System	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	Fire prevention	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	Safety devices	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	Test Required (Loading Gauge Compatibility / Running performance / Brake / HVAC)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	Concept for faults, accidents and emergency situation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	Miscellaneous (Seat, Camera, Horn, Etc.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	Diesel Engine & Component	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																						

ผลการประเมินความเสี่ยง

ผลการประเมินความเสี่ยง

ผลการดำเนินการตามกระบวนการประเมินความเสี่ยง (โดยพิจารณาผลกระทบต่อความปลอดภัย) จากตัวเลขแสดงระดับความเสี่ยง ตามคะแนน (Risk Score) และแบบเมตริกซ์ (Risk Metrix) ดังกระบวนการที่กล่าวมา ที่ซึ่งเป็นผลจากการตอบแบบสอบถามทั้งจากผู้มีประสบการณ์หน้างานของแต่ละหน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญภายนอก โดยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามรวมทั้งสิ้น 17 ราย แยกเป็นผู้เชี่ยวชาญในโครงการศึกษา 5 ราย และผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศด้านระบบล้อเลื่อน 2 ราย ผู้เชี่ยวชาญภายนอกโครงการศึกษาที่มาจากหน่วยงานปฏิบัติต่างๆ (Operator) จำนวน 10 ราย พบว่าข้อมูลที่ได้รับจากแต่ละหน่วยงานเป็นจำนวนใกล้เคียงกัน ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงเป็นผู้เชี่ยวชาญและทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบรางมีประสบการณ์เฉลี่ย 14 ปี จำนวนคำตอบรวมทั้งสิ้น 667 ข้อมูล ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปผลการประเมินความเสี่ยงโดยจัดลำดับความสำคัญรายชุดของ 19 ชุดอุปกรณ์

19 ชุดอุปกรณ์หลักของรถขนส่งทางราง	ผลประเมินความเสี่ยง				19 อันดับของชุดอุปกรณ์หลักของรถขนส่งทางรางที่สำคัญ
	ผลจากรวมข้อมูลทุกประเภทรถ	ผลจากข้อมูลรถ EMU	ผลจากข้อมูลรถ DMU	ผลจากข้อมูลรถ Locomotive	
Bogie/Wheelset/Wheel	1	2	1	1	1
Brake System	2	1	3	3	2
Fire Safety	3	9	2	2	3
Train Control Systems	4	4	8	4	4**
Vehicle Superstructure/ Crashworthiness/Joint and Welding	10	11	13	5	5
Doors & Windows	8	3	12	15	6*
Running Behaviour & Aerodynamics	9	10	5	8	7
Cab Operation/Driver-Machine Interface	11	8	11	9	8*
Safety Devices	12	7	14	13	9**
Electrical System/Lighting	13	13	10	7	10**
Coupler/Draw & Buffer Gear	14	12	9	10	11*
Dimensions & Loading Gauge	16	15	15	12	12*
Concept for Faults, Accidents and Emergency Situation	N/A	N/A	N/A	N/A	13*
Traction System	5	6	6	6	14
Diesel Engine & Component	6	N/A	4	11	15
Energy Supply & Current Collector	7	5	N/A	N/A	16
HVAC	15	14	7	14	17
Test Required	N/A	N/A	N/A	N/A	18
Miscellaneous	N/A	N/A	N/A	N/A	19

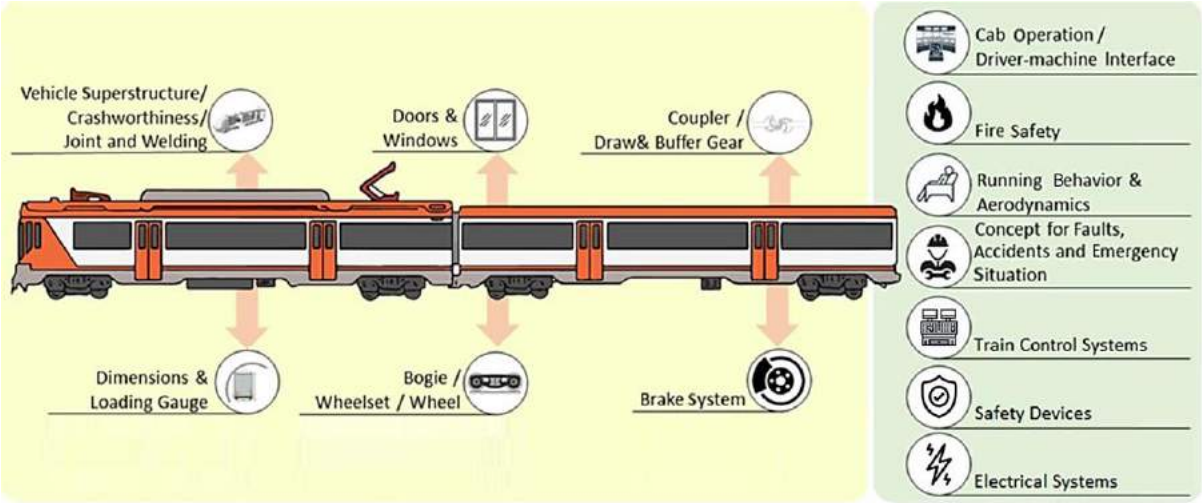
หมายเหตุ * แสดงถึงชุดอุปกรณ์ที่จัดให้มีความสำคัญจากการทบทวนกฎหมายและข้อกำหนดการตรวจสอบรับรองชิ้นส่วนอุปกรณ์รถขนส่งทางรางในต่างประเทศ

** แสดงถึงชุดอุปกรณ์ที่จัดให้มีความสำคัญจากผลการให้ความเห็นจากการสัมมนาผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ทั้งนี้กรมการขนส่งทางราง ได้นำผลการประเมินความเสี่ยงดังกล่าว เสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้ความเห็นเกี่ยวกับระดับความสำคัญของชุดอุปกรณ์ รวมถึงการทบทวน/เทียบเคียงกฎหมายของต่างประเทศแล้ว ทำให้สามารถจัดลำดับชุดอุปกรณ์หรือชิ้นส่วน (Subsystem & Component) ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเรียงตามลำดับความสำคัญได้ 13 ชุดอุปกรณ์หลักจาก 19 ชุดอุปกรณ์หลัก ซึ่งได้แก่ Dimensions & Loading Gauge, Vehicle Superstructure/Crashworthness/Joint and Welding, Coupler/Draw& Buffer Gear, Bogie/ Wheelset/Wheel, Brake System, Doors & Windows, Train Control Systems, Fire Safety, Concept for Faults, Accidents and Emergency Situation, Running Behaviour & Aerodynamics, Cab Operation/ Driver- Machine Interface, Safety Devices, Electrical System/Lighting

ดังนั้น ชุดอุปกรณ์ 13 อันดับแรกนี้จะถูกบรรจุใน (ร่าง) กฎกระทรวงกำหนดคุณลักษณะรถขนส่งทางรางที่จะรับจดทะเบียน พ.ศ. .... เพื่อใช้ประกอบการบังคับใช้ในการตรวจสอบ การตรวจรับรอง และการจดทะเบียนรถขนส่งทางรางทุกประเภท

ทั้งนี้รายละเอียดของทั้ง 19 ชุดอุปกรณ์ที่ทำการศึกษานี้จะถูกบรรจุอยู่ในมาตรฐานแนะนำคุณลักษณะทางเทคนิคของรถขนส่งทางราง เพื่อเป็นรายละเอียดอ้างอิงในแนวทางในการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับรถขนส่งทางราง ในรูปแบบ (ร่าง) มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางรางต่อไป



รูปที่ 23 สรุปผล 13 อันดับของชุดอุปกรณ์หลักของรถขนส่งทางรางที่สำคัญ
เพื่อใช้พิจารณาระบุใน (ร่าง) กฎกระทรวงกำหนดคุณลักษณะ
รถขนส่งทางรางที่จะรับจดทะเบียน พ.ศ. ....

รายการแนบท้าย

รายการตรวจสอบเอกสาร เพื่อรับรองการจดทะเบียนรถขนส่งทางราง	การรับรองจากหน่วยงาน ที่มีอำนาจหน้าที่ในการรับรอง*
1. แผนการดำเนินงาน	✓
2. รายละเอียดคุณลักษณะของตัวรถ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลชุดอุปกรณ์หลัก ดังนี้	
1) ขนาดมิติ/พิกัดขอบเขตตัวรถ (Dimensions/Loading Gauge)	✓
2) โครงสร้างตัวรถ/ความปลอดภัยเมื่อเกิดการชน/การเชื่อมต่อชิ้นส่วนโครงสร้าง (Vehicle Superstructure/Crash Worthiness/Joint and Welding)	✓
3) ขอพ่วง/ชุดอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อขบวน (Coupler, Draw and Buffer Gear)	✓
4) ประตูและหน้าต่าง (Doors and Windows)	✓
5) โบกี้/ชุดล้อ/ล้อ/ระบบช่วงล่าง (Bogie, Wheelset, Wheel and Suspension System)	✓
6) พฤติกรรมการวิ่งและอากาศพลศาสตร์ (Running Behaviour and Aerodynamics)	✓
7) ระบบห้ามล้อ (Brake System)	✓
8) การดำเนินการในห้องขับและการเชื่อมต่อระหว่างคนขับกับระบบควบคุมรถไฟ (Cab operation and Driver-Machine Interface)	✓
9) ระบบไฟฟ้า (Electrical System)	✓
10) ระบบควบคุมการทำงานของรถ (Train Control)	✓
11) อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (Safety Devices)	✓
12) ระบบความปลอดภัยจากอัคคีภัย (Fire Safety)	✓
13) แผนการดำเนินการภายใต้ความผิดปกติ อุบัติเหตุและสภาวะฉุกเฉิน (Concept for Faults, Accidents and Emergency Situation)	✓
3. มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง	✓
4. เอกสารแสดงรายละเอียดการออกแบบ พร้อมรายการคำนวณ	✓
5. ประวัติการใช้งานและรายละเอียดการซ่อมบำรุง (ถ้ามี)	✓
6. ผลการทดสอบชุดอุปกรณ์หลัก องค์ประกอบและส่วนควบ	✓

☑ ผ่านการตรวจสอบ ☐ ไม่ผ่านการตรวจสอบเนื่องจาก.....

.....ผู้ตรวจสอบ
( )
กรมการขนส่งทางราง
วันที่.....

หมายเหตุ : หน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการรับรอง ต้องมีรายชื่อตามประกาศกรมการขนส่งทางราง ว่าด้วยรายชื่อของหน่วยตรวจสอบรับรองคุณลักษณะของรถขนส่งทางราง พ.ศ. .... ออกตามร่าง พ.ร.บ. มาตรา 15 (..) ซึ่งเป็นส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การมหาชน หน่วยงานอื่นในกำกับของรัฐหรือเอกชน ที่ได้รับการรับรองและได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมการขนส่งทางราง

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, แผนพัฒนามาตรฐานด้านระบบรางของประเทศไทย, 2561.

2. Roland Mueller, Learning Document for Intensive Course in Rolling Stock Engineering. National Science Technology and Innovation Policy Office, July, 2015

3. Jacek, Szmaglin"ski, and et.al., Identification of safety hazards and their sources in tram transport. MATEC Web of Conferences, January, 2018

4. Juraj, Grencik, and et.al., Use of risk assessment methods in maintenance for more reliable rolling stock operation. MATEC Web of Conferences, January, 2018

5. Bohus Leitner, A General Model for Railway Systems Risk Assessment with the Use of Railways Railway Accident Scenarios Analysis. Procedia Engineering, 187(2017) : p. 150-159

6. อาภัสสร สุกใส, คู่มือการกำหนดมาตรฐาน ISO และมาตรฐาน IEC, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กุมภาพันธ์ 2563.

7. เอกสารจากเวปไซด์ www.en.wikipedia.org

8. เอกสารจากเวปไซด์ visualdictionary.com

9. Rolling Stock Classification, Comrail, Australia.

10. Office of Rail and Road, Strategy for regulation of health and safety risks – Chapter 7 : Rolling Stock Management. October, 2019.

กรมการขนส่งทางราง
กระทรวงคมนาคม

กรมการขนส่งทางรางใส่ใจ
เพื่อความสุขและความปลอดภัย ในการเดินทางระบบรางของไทย