

ความรู้พื้นฐานระบบขนส่งทางราง



วัฒนา สمانจิตร

สมาคมวิศวกรระบบขนส่งทางรางไทย (วศรท)

บริษัท ทริฟเฟิล เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด

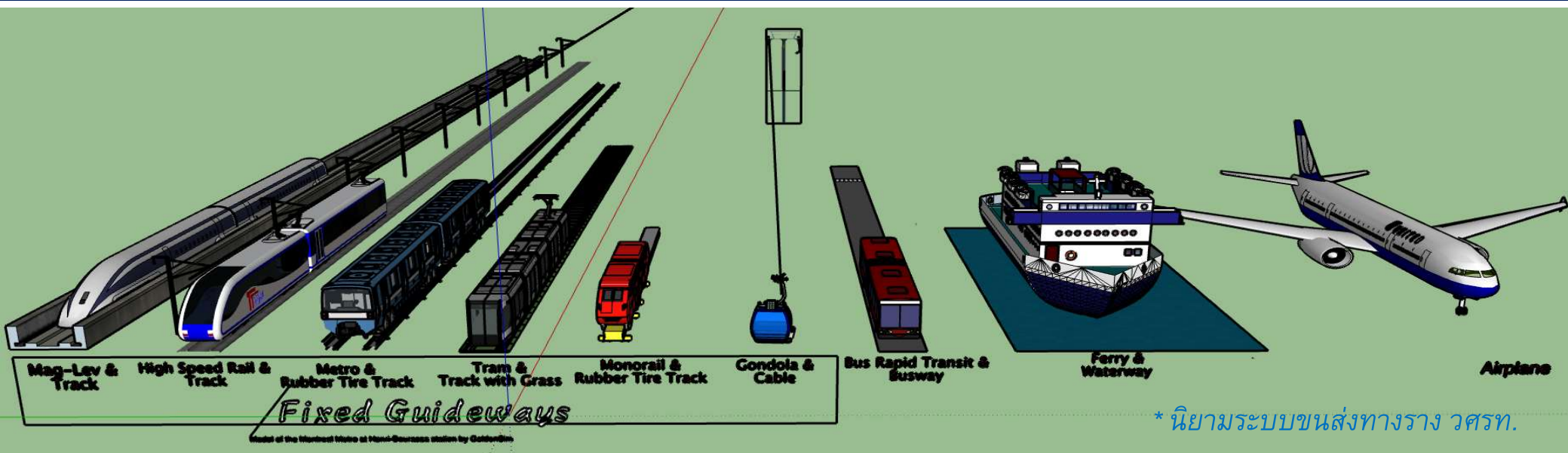
MB.0949354246 E-mail: watrtt@gmail.com

ระบบขนส่งทางราง ภาษาอังกฤษ “GUIDWAY TRANSIT”

ระบบขนส่งทางราง หมายถึง ระบบขนส่งสาธารณะที่มีรางและทางพาหะ*

ทางเฉพาะ หมายถึง ทางที่สร้างขึ้นเฉพาะเพื่อบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของพาหนะให้วิ่งไปบนทางดังกล่าวเท่านั้น*

- ❖ ประเภทของรถไฟ
 - แบ่งตามลักษณะการเดินทาง (Operation)
 - แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ (Vehicle physical)
- ❖ องค์ประกอบของระบบขนส่งทางราง

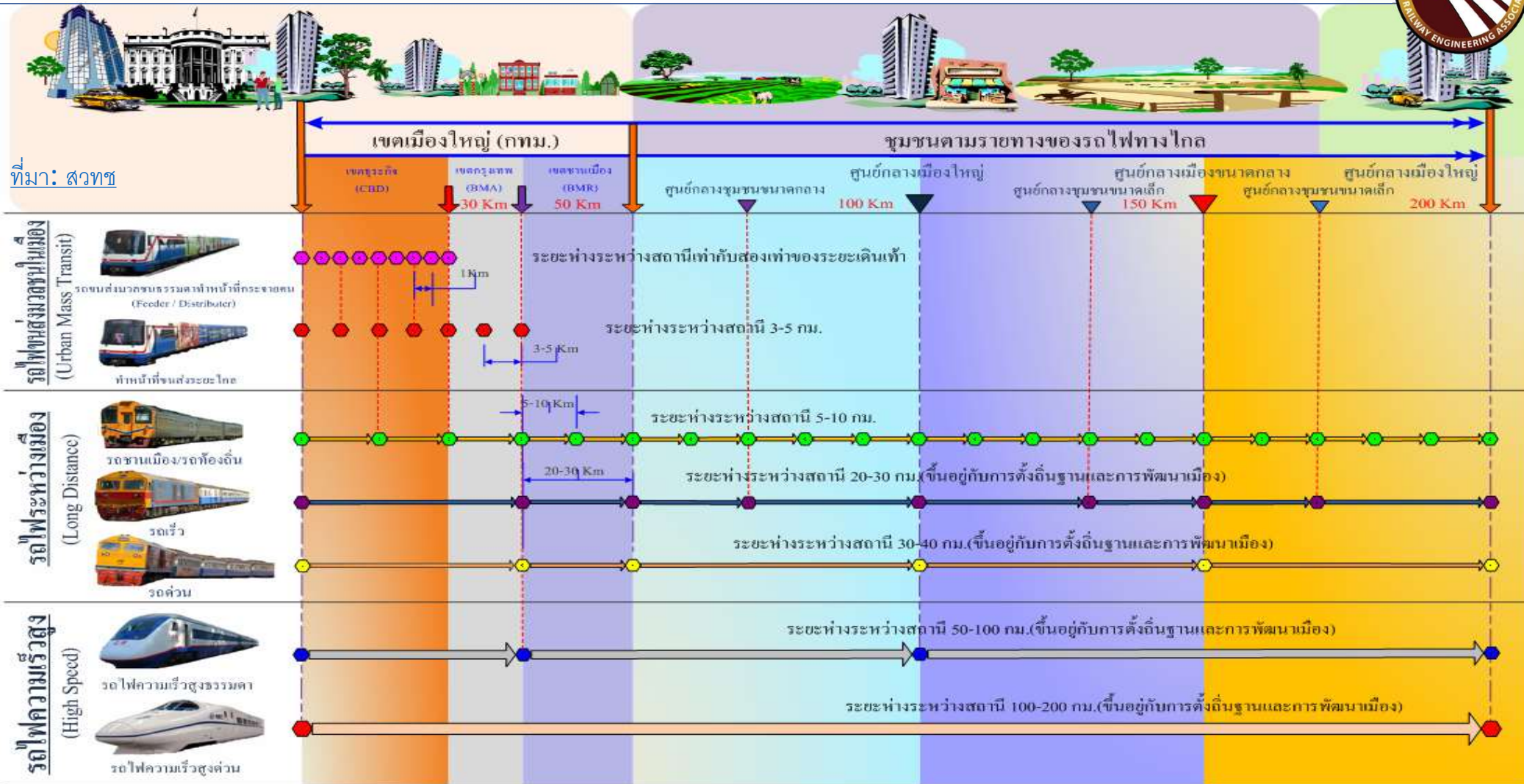


* นิยามระบบขนส่งทางราง วศรท.

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะการเดินทางรถ”



ที่มา: สวทช



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะการเดินทาง”

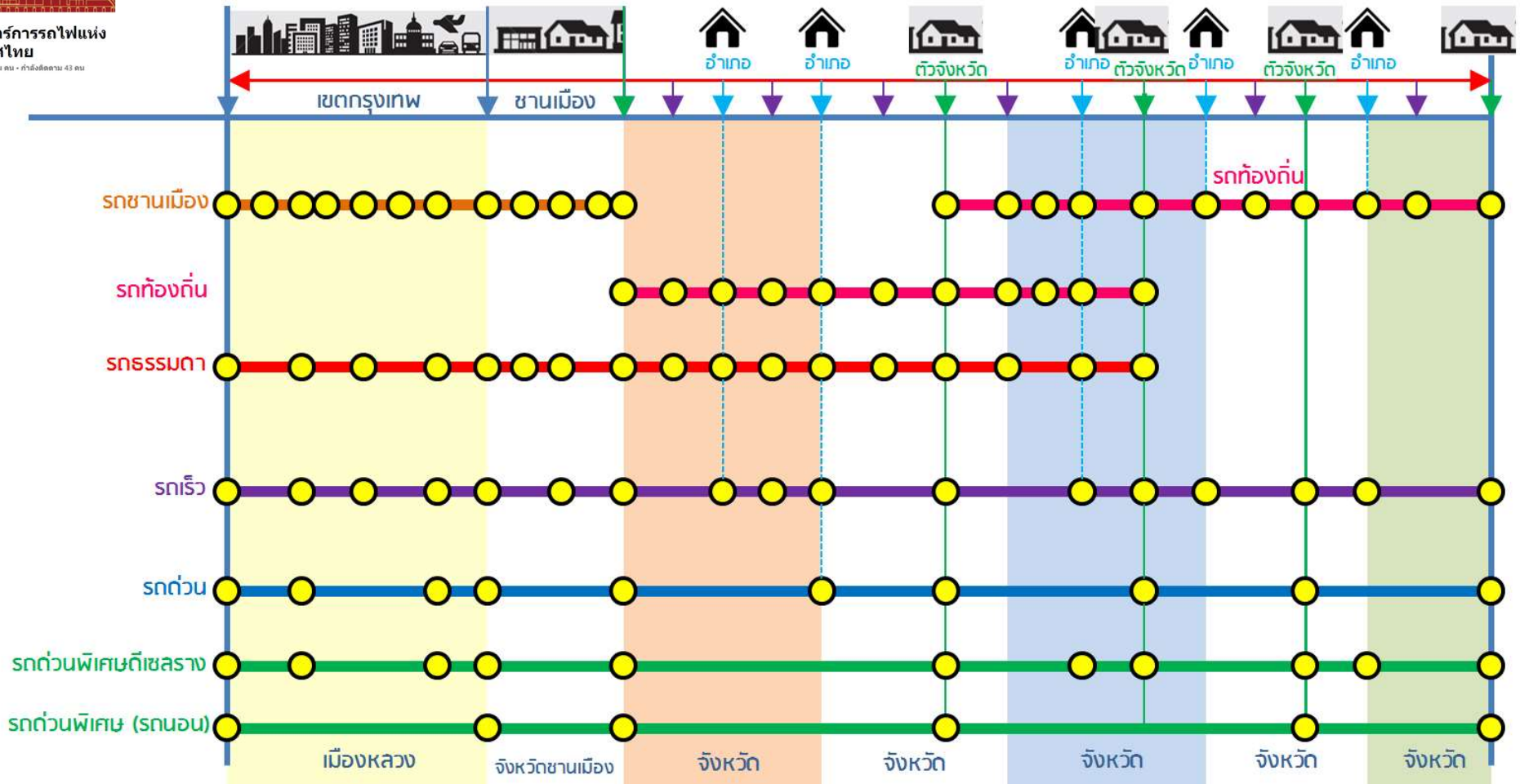


ที่มา: Facebook

คำถามยอดนิยม : รถไฟแต่ละประเภท ต่างกันอย่างไร



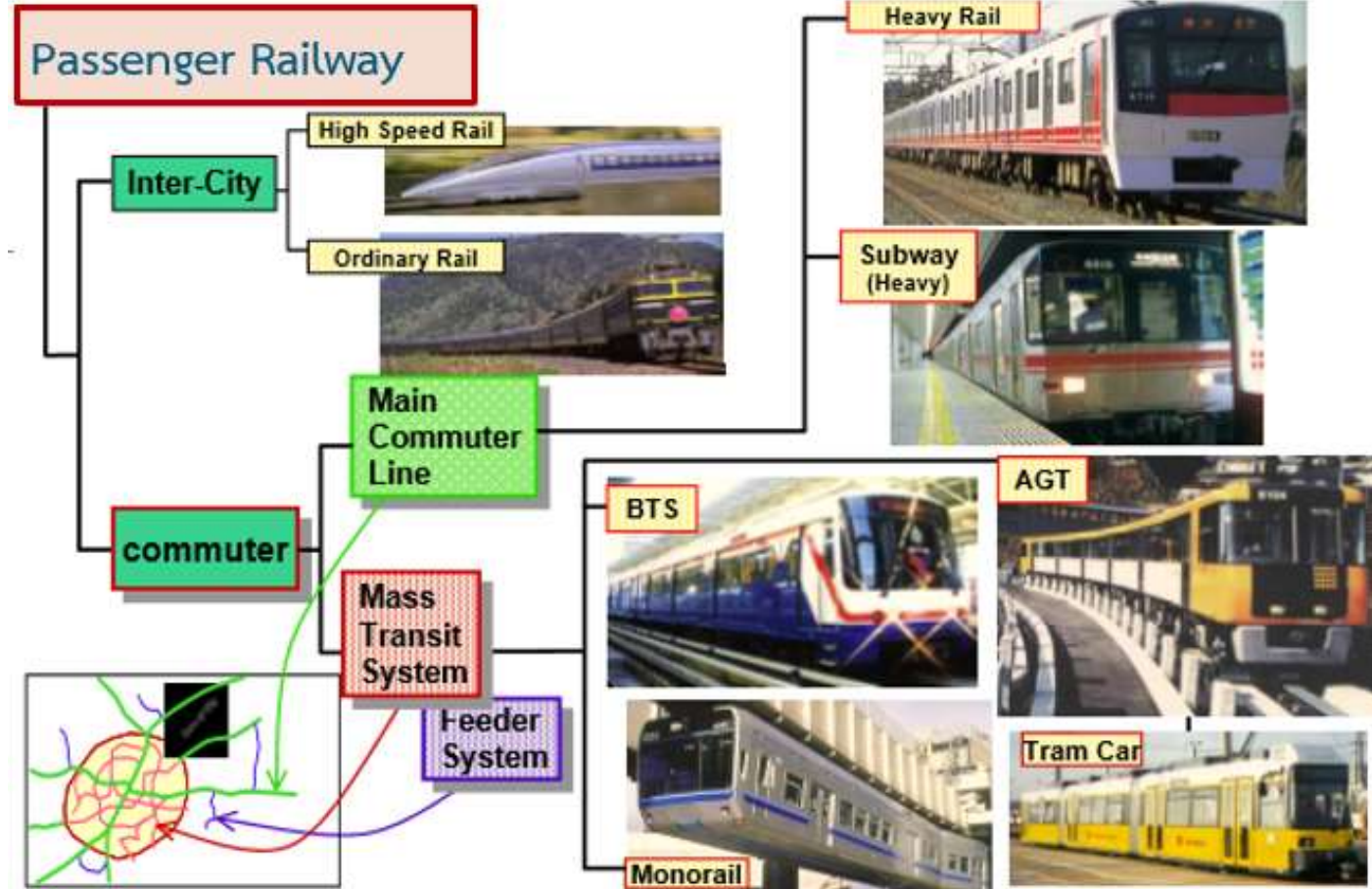
ทีมพิจารณาการรถไฟแห่งประเทศไทย
ผู้ติดตาม 3 แสน คน - กำลังติดตาม 43 คน



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะการเดินทาง”

ที่มา: เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร วศร

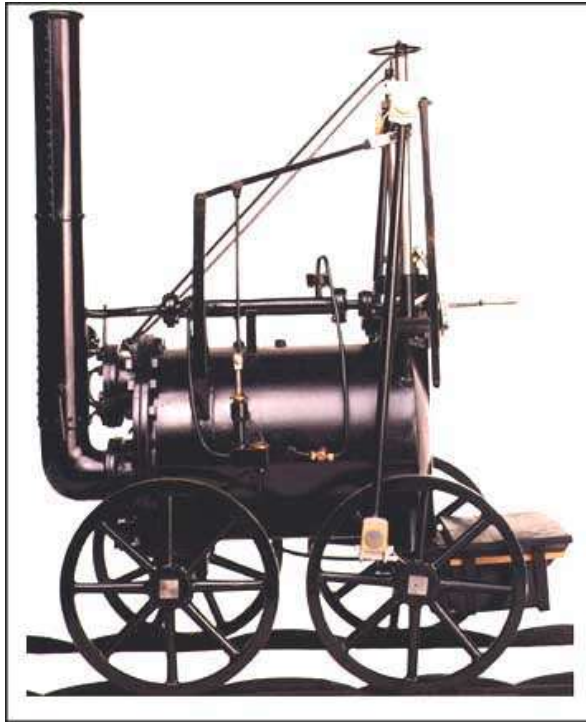
Freight service



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ



Locomotive – Steam



The first steam loco of the World (Richard Thevethick)



Big Boy of Union Pacific USA

Classified largest steam loco Weight 400 tons, Tractive Effort 135,375 pounds consume 22 Ton of coal and 12,500 gallons of water per hour

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ



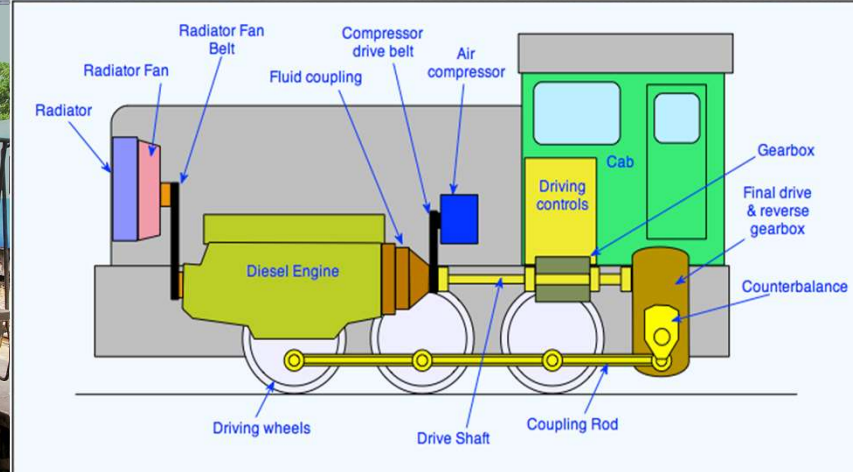
Locomotive – Diesel hydraulic



KRUPP M1500BB



HENSCHEL 3018



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ



Locomotive – Diesel electric

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

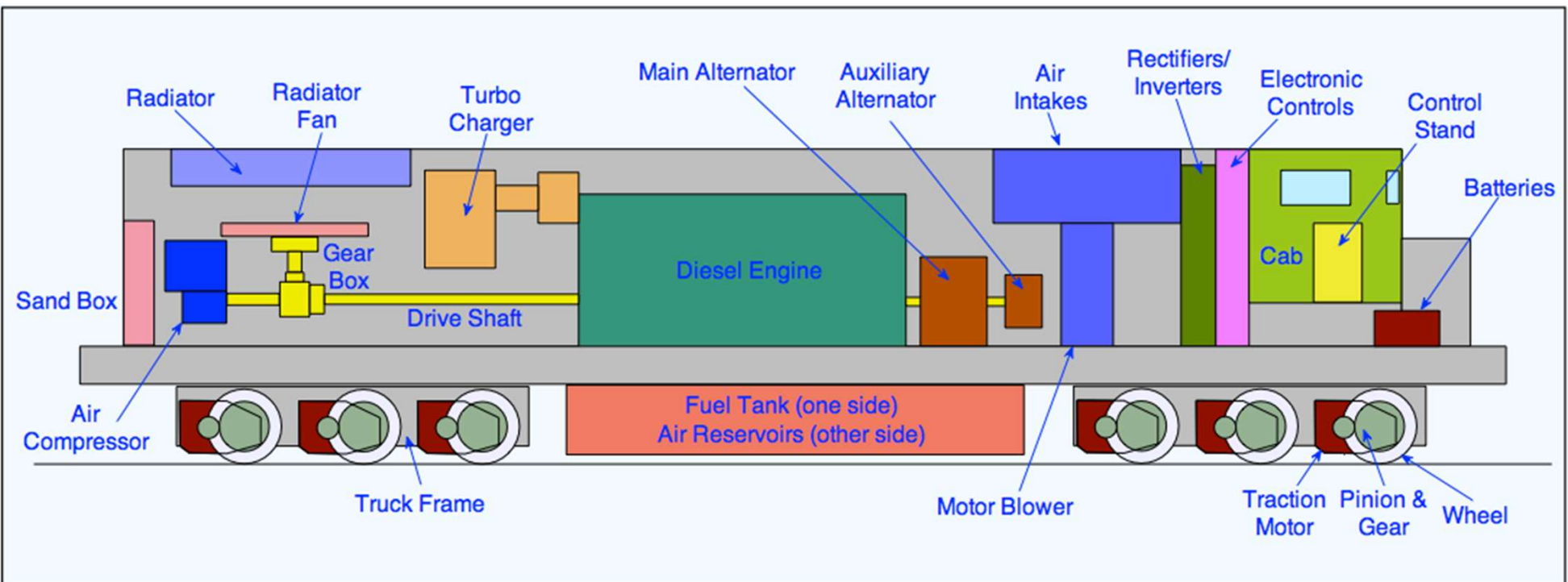


“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ



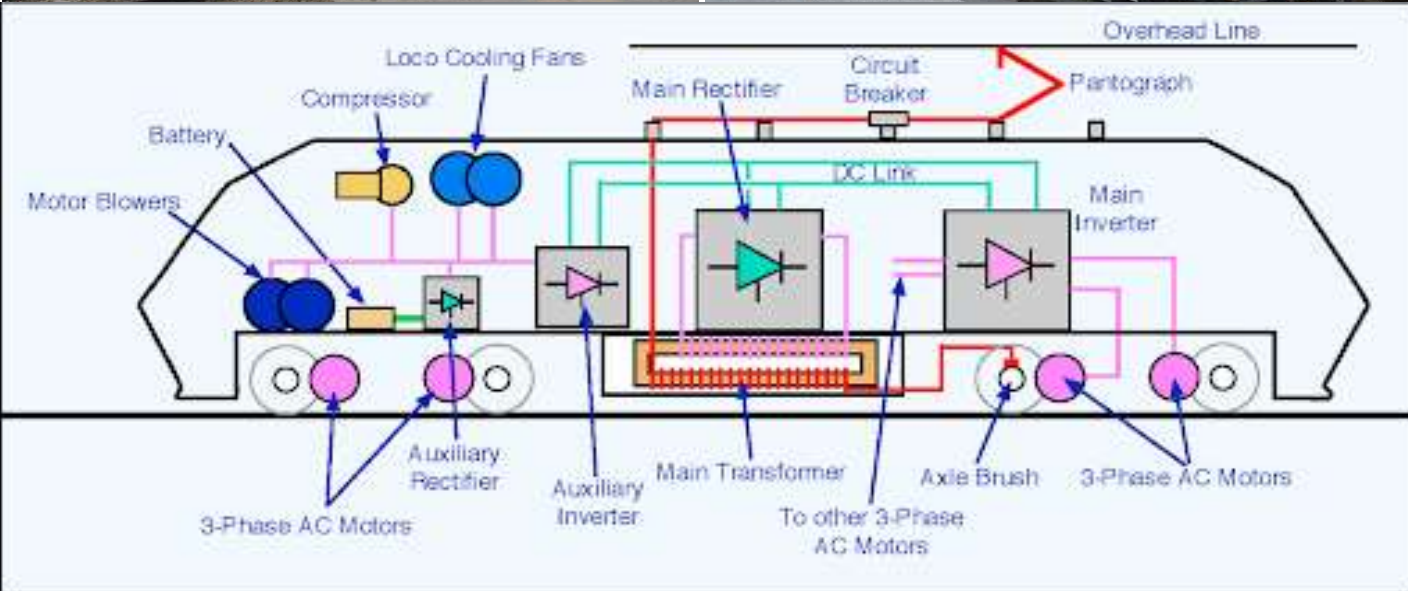
Locomotive – Diesel electric

- DC - DC** (DC generator supplying DC traction motors);
- AC - DC** (AC alternator output rectified to supply DC motors)
- AC - DC - AC** (AC alternator output rectified to DC and then inverted to 3-phase AC for the traction motors)



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Electric Locomotive



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Electric Locomotive

Cab-Cubicle



- * Controllers with control circuit
- * Vehicle control

Motor Block x 2



- * capacity: 1,300KVA x 2
- * Input voltage: 1,400VAC
- * IGBT
- * Forced air cooling
- * PWM control

Auxiliary Block



- * Input capacity: 250kW
- * Output capacity: 1,000kW
- * Output voltage: 670VDC
- * IGBT
- * Forced air cooling
- * PWM control

Pantograph



- * Single arm
- * Raising with compressed air/lowering with self load
- * Metallized carbon
- * Nominal ampere: 1,000A

Driver's Desk



+ LCD: Liquid Crystal Display

- * Ergonomic Design
- * LCD display
- * UIC-651

Traction Motor

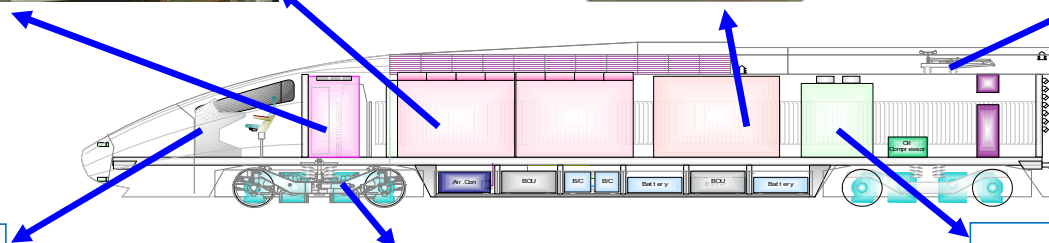


- * 3 phase induction motor (frameless)
- * 4 poles
- * output: 1,100kW
- * Forced air cooling
- * 2,183V/360A

Main Transformer



- * capacity: 6,200kVA
- * 1st 25kV/60Hz
- * 2nd 140VAC
- * 3rd 383VAC
- * Cooling system with oil pump



G7 (Korea High Speed Railway HSR 350x)

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Electric Locomotive

TGV

(French:
Train à Grande
Vitesse



KTX

Korea Train
eXpress



Korea Railroad
Corporation





“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

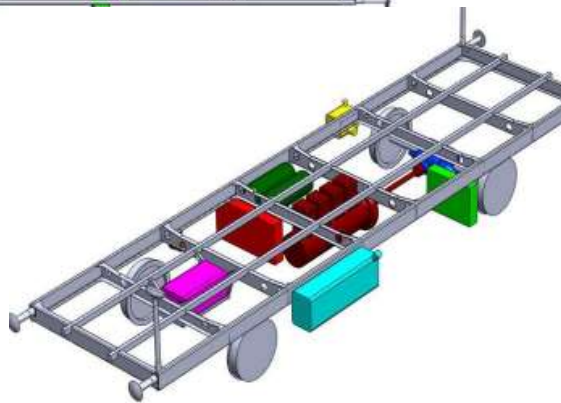
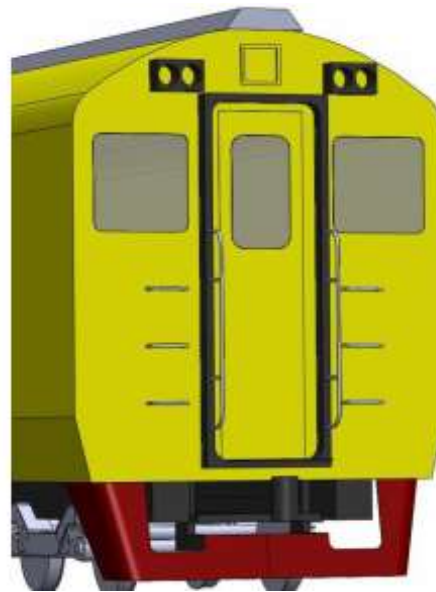
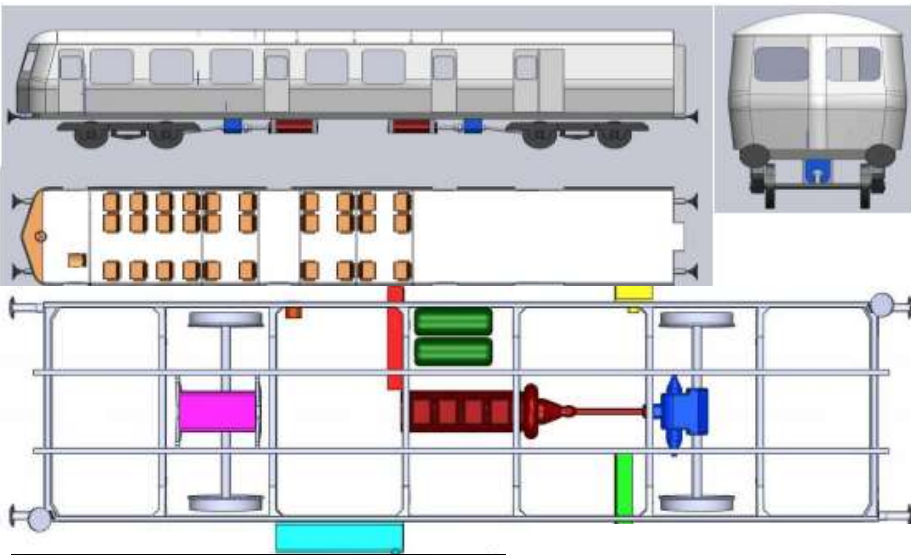
Battery powered Locomotive



Battery powered Locomotive by EA

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Diesel multiple unit (DMU)



23141



23142-01



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Electric multiple unit (EMU)



Commuter Rail



Light Rail



Commuter Rail

Powered by 25kV alternating current overhead electrical system

Typically serves longer lines with fewer stations

Can operate up to 79 mph

Capacity of 91 seats, 79 standing for 170 total

Light Rail

Powered by 750 V direct current by overhead electrical system

Can operate along crowded, narrow streets

Can accelerate and decelerate quickly; top speed 55 mph

Capacity of 64 seats, 91 standing for 155 total

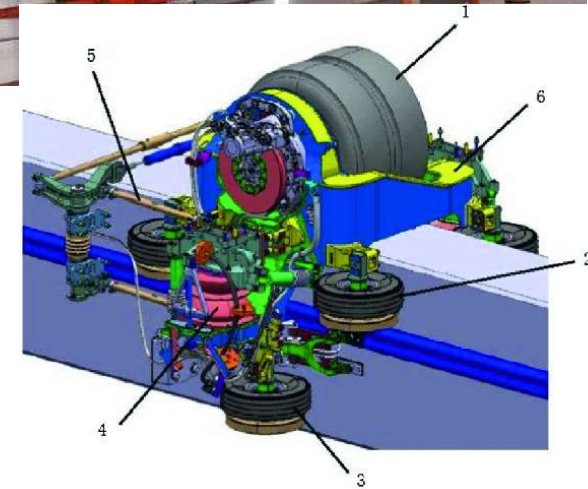
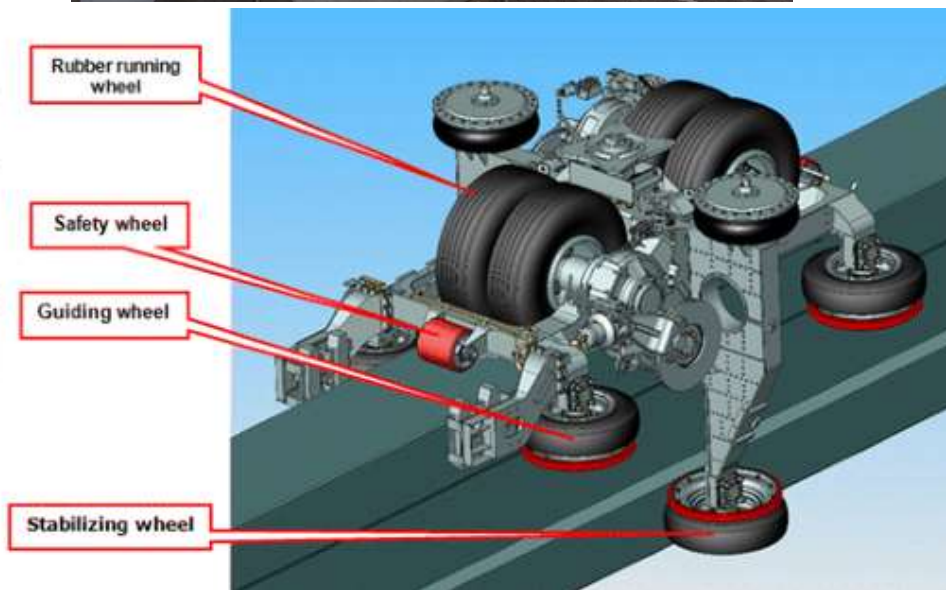
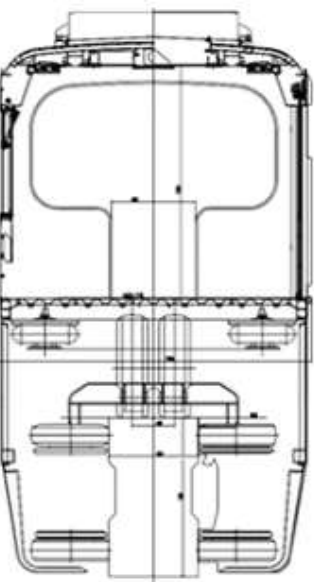
“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Monorail



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Monorail



1-Running wheels; 2-Guiding wheels; 3-Stablizing wheels; 4-Hourglass-type rubber spring; 5-Traction rod; 6-Bogie frame.

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Automated guideway transit (AGT)



What is AGT

- Middle size capacity Bus and Tramcar<AGT< Heavy rail
- Dedicated guide way and rubber tires
- Small restriction on construction and alignment design
- Computer controlled system which enables unattended operation

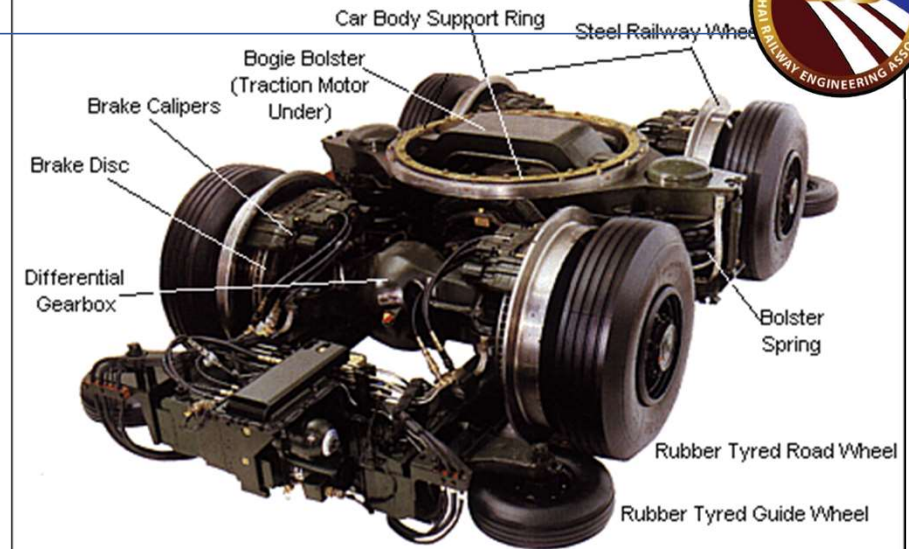


APM (Automated People Mover)

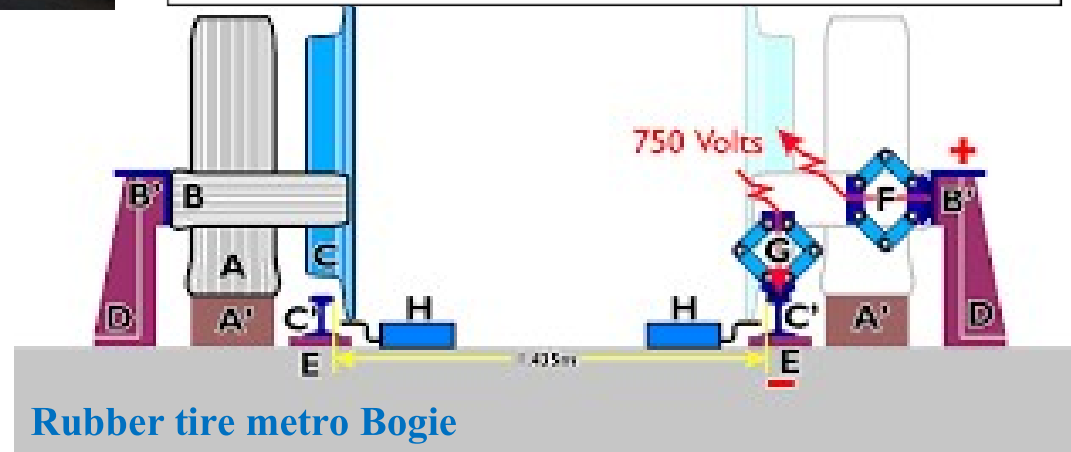
“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ



Automated guideway transit (AGT)



Monomotor bogie as designed for Lyons Metro Line D



Rubber tire metro Bogie

“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

TRAM



Foto_469949 www.bilderbuch-duesseldorf.de (2016)

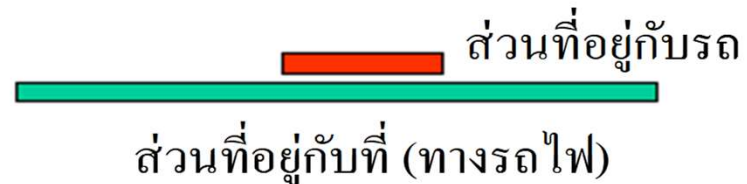
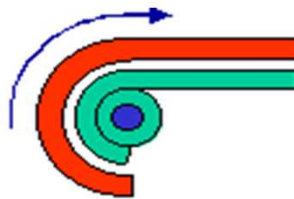
“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Magnetic levitation (Maglev)

1 มอเตอร์ที่หมุน
เป็นวงกลม

2 มอเตอร์เมื่อผ่า
และคลี่ออก

3 เป็นลิเนียร์มอเตอร์ซึ่ง
เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง



แสดงหลักการทำงานของ ลิเนียร์มอเตอร์



“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Magnetic levitation (Maglev)

Technology

Levitation



EMS
(Electromagnetic Suspension)

Propulsion

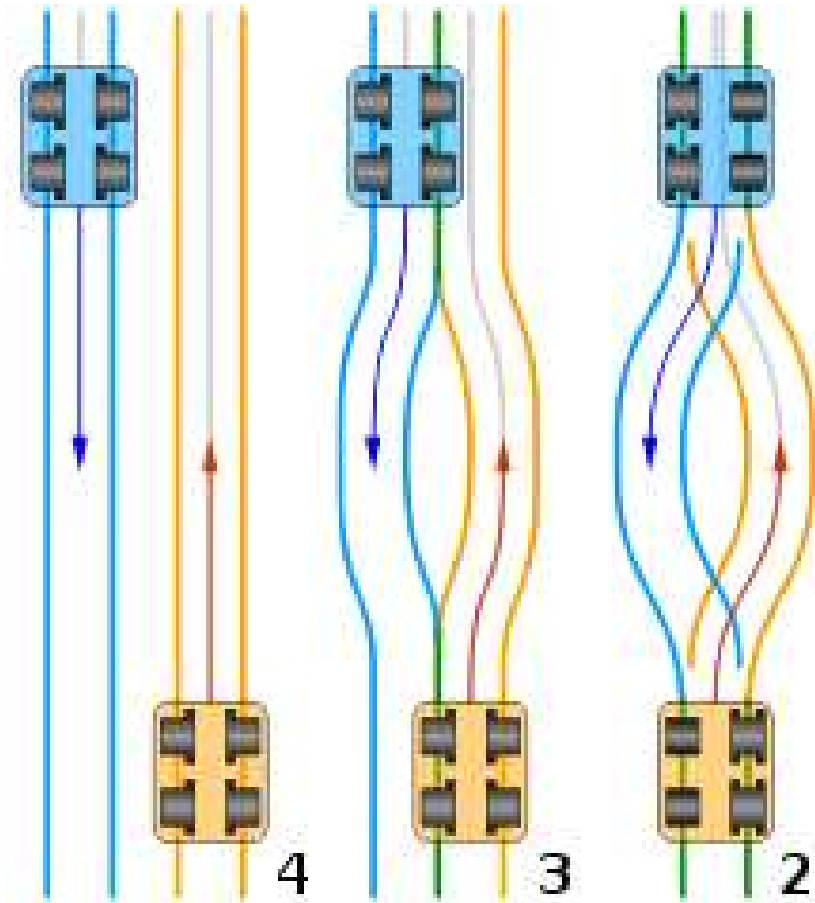
일반 전동기



LIM
(Linear Induction Motor)

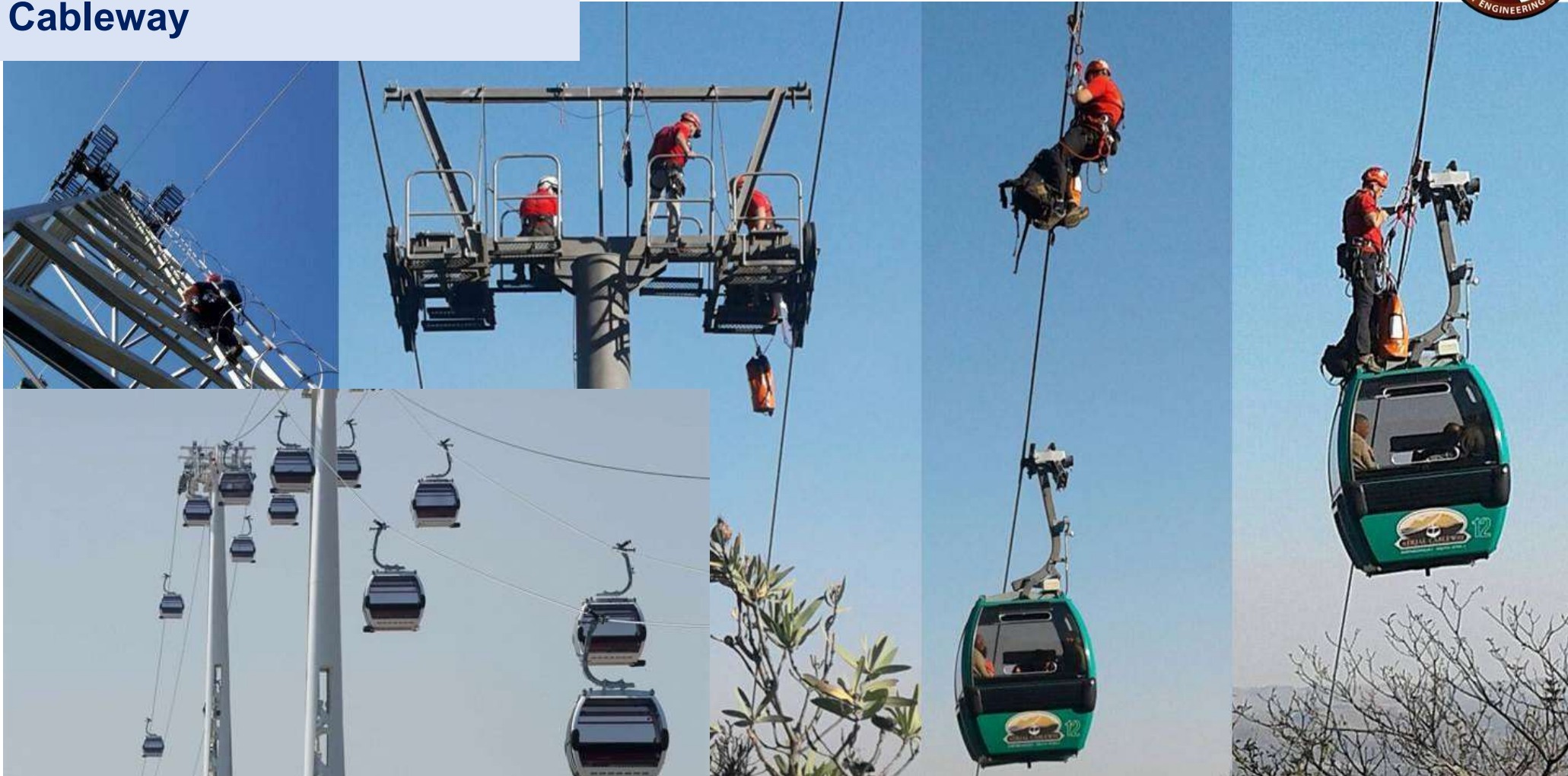
“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

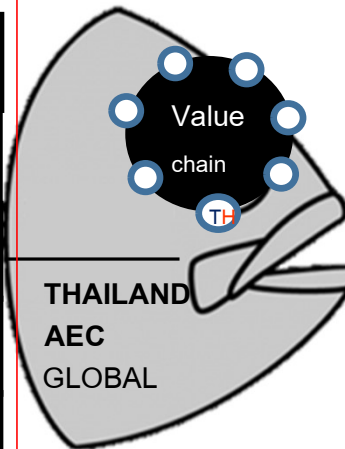
Funicular



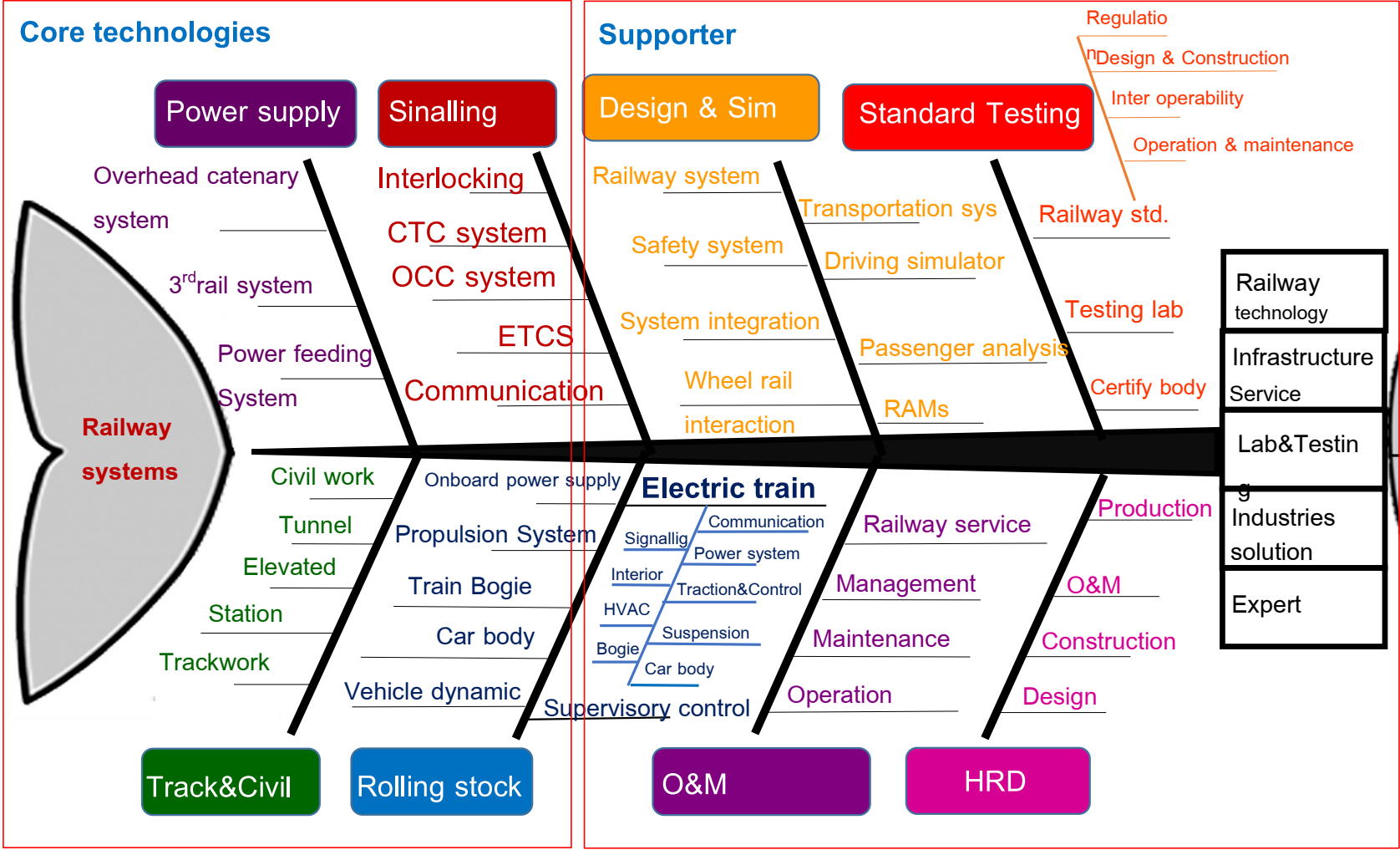
“ประเภทของรถไฟ – แบ่งตามลักษณะของยานพาหนะ

Cableway





“องค์ประกอบระบบขนส่งทางราง”





“องค์ประกอบระบบขนส่งทางราง”



TRACK&CIVIL

งานโยธาและงานทาง
รถไฟ โครงสร้างทาง
อุโมงค์ ทางยกระดับ
สะพาน สถานีรถไฟ โรง
จอด โรงซ่อม



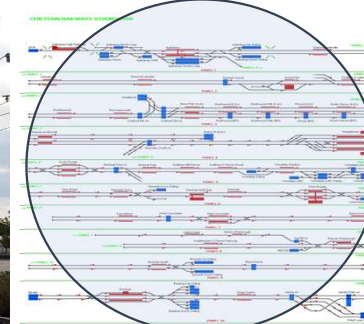
ROLLING STOCK

หัวรถจักร ตู้โดยสาร รถ
ดีเซลราง รถไฟฟ้า
โบกี้และตู้ขนส่งสินค้า



ELECTRIFICATION

Power supply
ระบบจ่ายไฟรถไฟไฟฟ้า
ระบบบริหารจัดการ
SCADA ระบบสำรอง
พลังงานอุปกรณ์ประจุ
พลังงาน



SIGNALLING

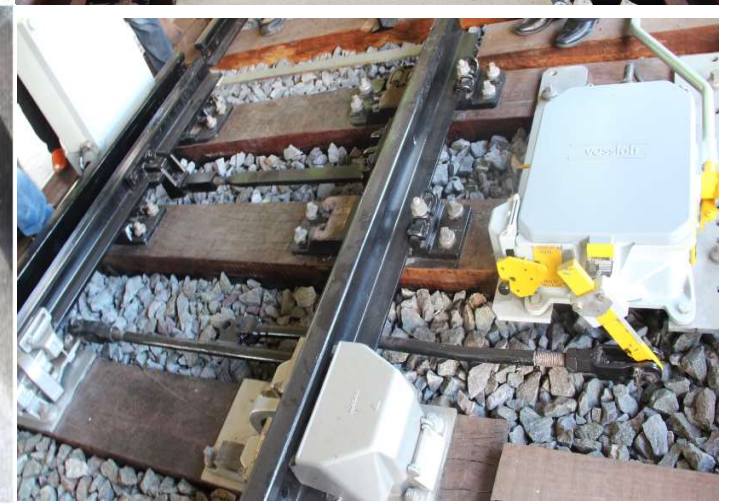
ระบบอาณัติสัญญาณและ
การสื่อสาร
ระบบควบคุมและบริหาร
จัดการการเดินทาง



SUPPORTING

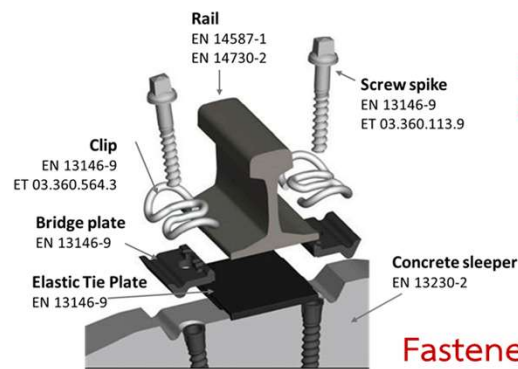
ระบบสนับสนุนการเดินทาง
รถและการบริหาร
จัดการ สถานี เช่น
AFC PSD PIS CASS
ฯลฯ
เครื่องมือซ่อมบำรุง

1. ทางรถไฟ (Track)



1. ทางรถไฟ (Track)

	Meter Gauge
	1000 mm
	3 ft 3 3/4 in
	Standard Gauge
	1435 mm
	4 ft 8 1/2 in



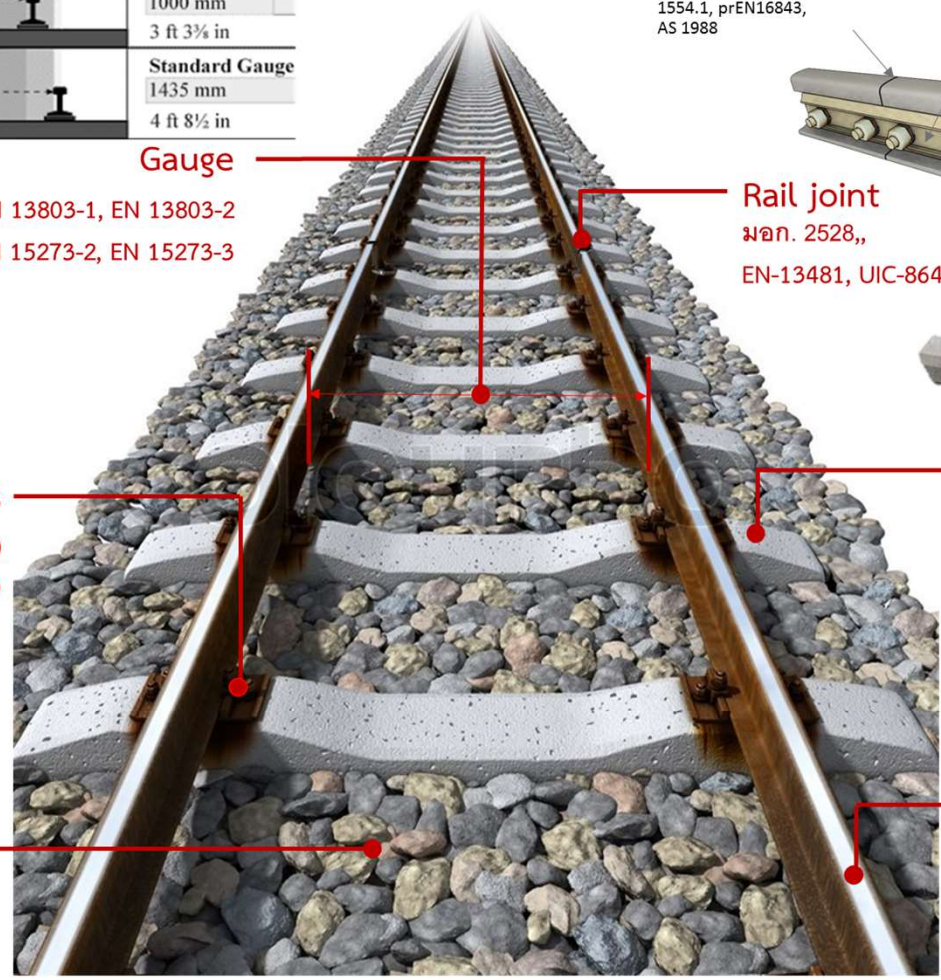
Fasteners
EN 13481-2, EN-13146-(1-9)
AS 1085-19

รฟท:
 ๑. ความแข็งแรงทนทาน และความปลอดภัย
 ๒. ความยืดหยุ่น
 ๓. ความเสถียร
 ๔. ความทนทาน
 ๕. ความคุ้มค่า
 ๖. ความง่ายในการบำรุงรักษา
 ๗. ความปลอดภัย
 ๘. ความสวยงาม
 ๙. ความประหยัด
 ๑๐. ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม



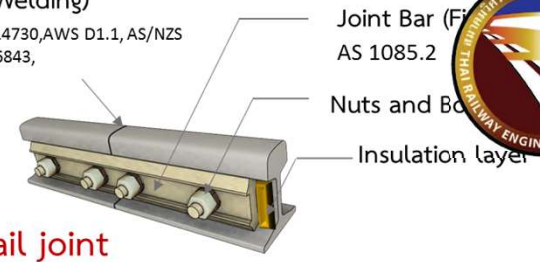
Ballast

ASTM C 136, ASTM C 117, ASTM C 29,
 ASTM D 4791, EN 933-3, EN 933-4,
 ASTM C 131, ASTM C 535, ASTM D 6928-17,
 ASTM C 88, ASTM C 127



Ballasted Track

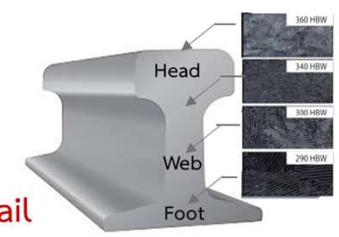
Rail Gap (Welding)
 EN 14587, EN 14730, AWS D1.1, AS/NZS 1554.1, prEN16843, AS 1988



Rail joint
 มอก. 2528,,
 EN-13481, UIC-864-5



Concrete sleeper
 AS 1085.14, EN 13230-1
 EN 13230-2, EN 13230-6

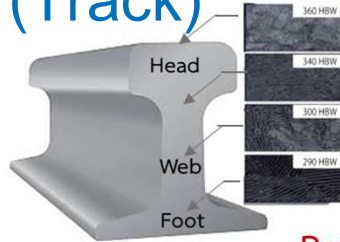


Rail
 KM 2556, R350HT
 EN 14587-1,, UIC-54, UIC-60



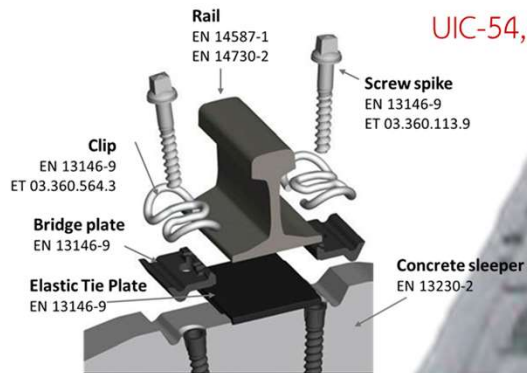


1. ทางรถไฟ (Track)



Rail

KM 2556, R350HT
EN 14587-1,
UIC-54, UIC-60

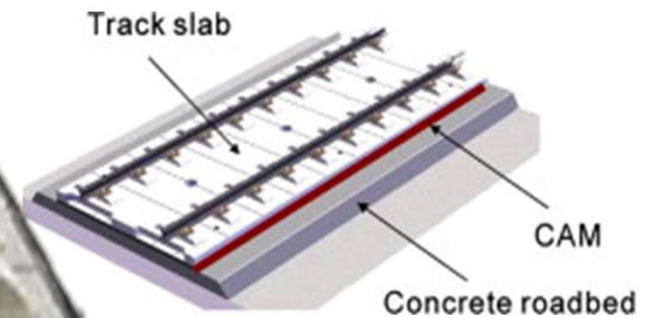


Fasteners

EN 13481-5, EN-13146-(1-9)

Track Slab

EN 16432-1, EN 16432-2



Cement asphalt mortar
(CAM)

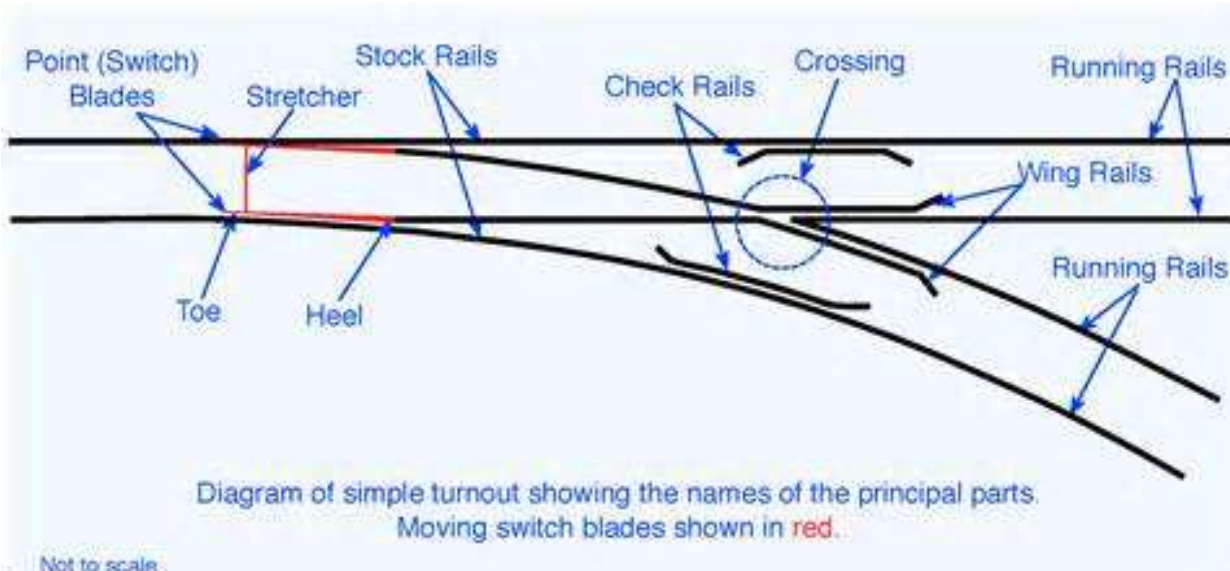
Concrete Roadbed

KR C-14040, GB 175-1999

Ballast less Track



1. ทางรถไฟ (Track)



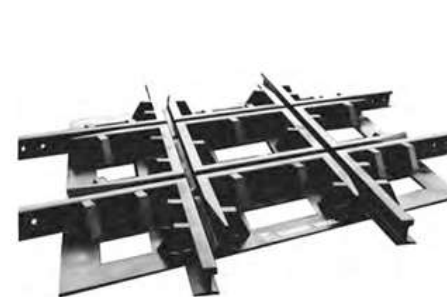
Trailable



Left-Hand Turnout on Plate



Right-Hand Pavement Turnout



70 Degree Diamond Crossing



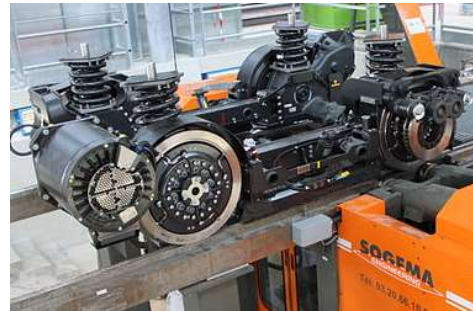
Equilateral Turnout



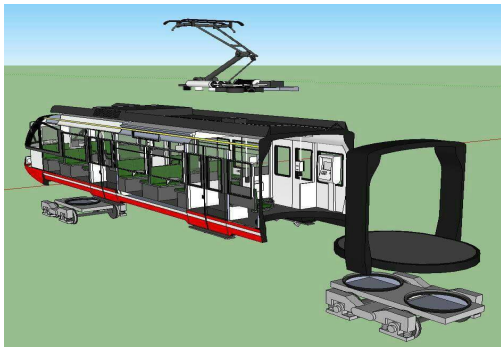
2. ตู้รถไฟ หรือ ขบวนรถไฟ (Rolling stock)



- Cab equipment
- Central supervisory
- Communication
- Power management



- Propulsion
- Suspension



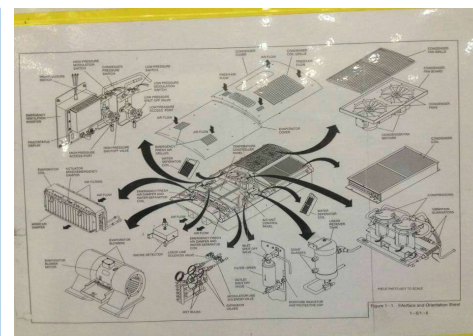
- Car body
- Body coupling
- Interior



- Braking system



- Bogie
- Wheel set



- HVAC
- Other systems



2. ตั๋วรถไฟ หรือ ขบวนรถไฟ (Rolling stock)

PASSENGER TRAIN

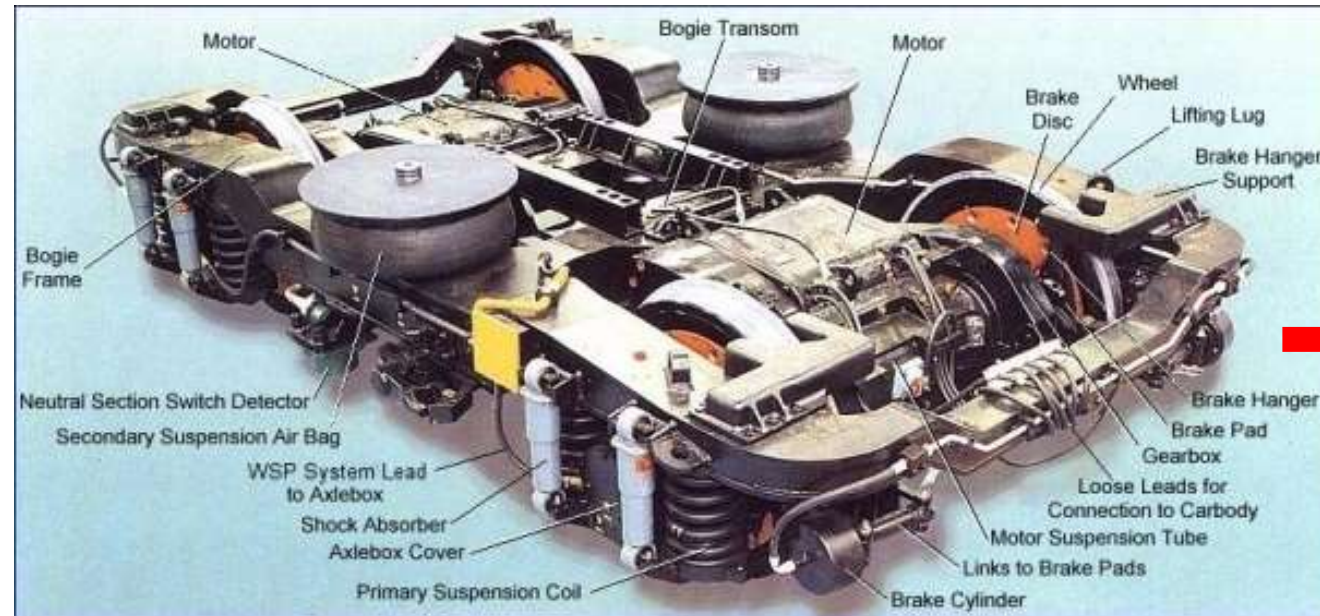
1. LOCOMOTIVE (Diesel Hydraulic, Diesel Electric, Electric)
2. PASSENGER COACH
3. DMU – DIESEL MULTIPLE UNIT
4. EMU – ELECTRIC MULTIPLE UNIT
5. TRAM
6. AUTOMATED GUIDEWAY TRANSIT (AGT) – RUBBER TYRE METRO
AUTOMATED PEOPLE MOVER (APM)
1. MAGLEV SYSTEM
2. MONORAIL
3. FUNICULAR
4. CABLEWAY

Sub System in the ROLLING STOCK

1. CAR BODY
2. BOGIE
3. DRIVING & PROPULSION
4. BRAKING SYSTEM
5. CURRENT COLLECTOR
6. ONBOARD PSY
7. WHEEL & TYRE
8. GUIDED SYSTEM
9. HVAC – Heating Ventilation Air Conditioner



2. ตักรถไฟ หรือ ขบวนรถไฟ (Rolling stock)



Bogie





2. ตั๋วรถไฟ หรือ ขบวนรถไฟ (Rolling stock)

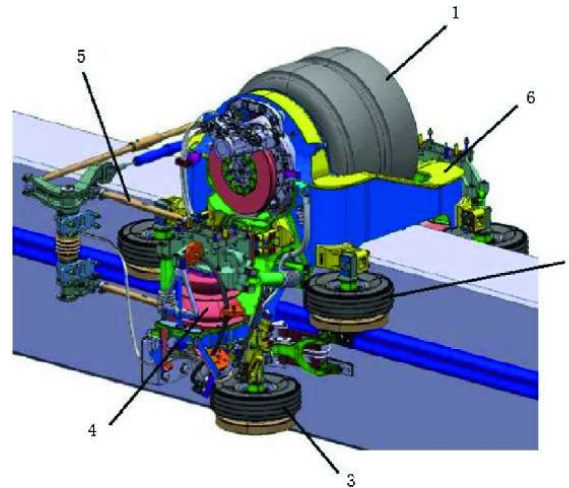
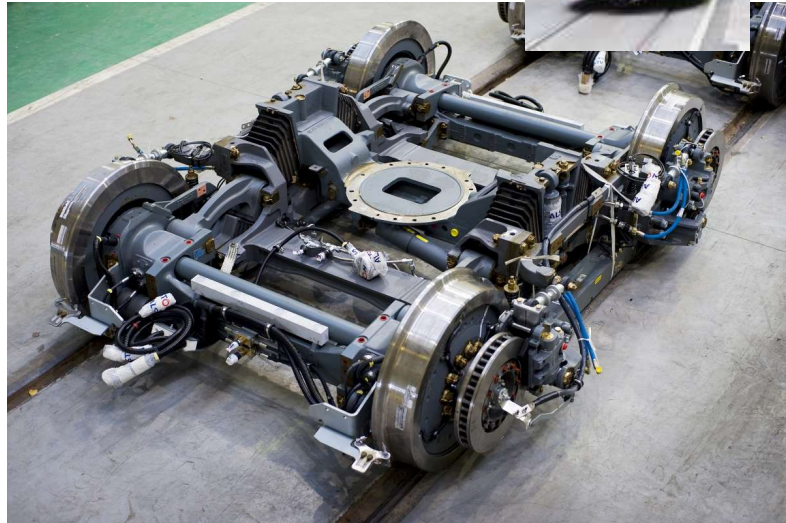
Tram Bogie



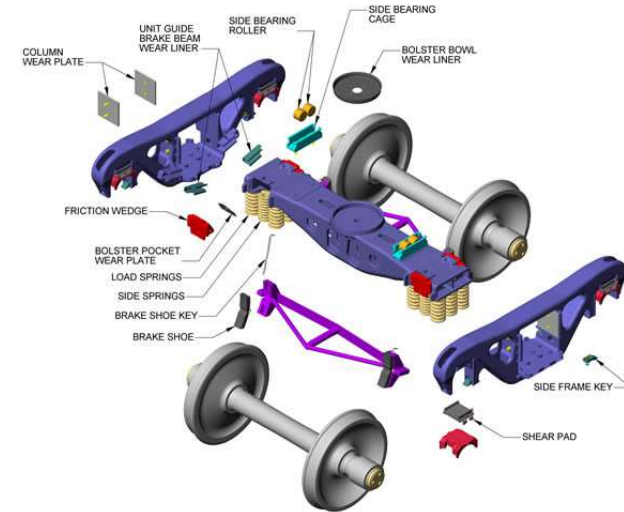
Monorail Bogie



Freight Bogie



1-Running wheels; 2-Guiding wheels; 3-Stablizing wheels; 4-Hourglass-type rubber spring; 5-Traction rod; 6-Bogie frame.



Bogie



กระแสไฟฟ้าบวก
Current

กระแสไฟฟ้าลบ (Negative Current)

ระดับแรงดันกระแสตรง (DC Level)
800, 700, 1,500 โวลต์

ระดับแรงดันกระแสสลับ (AC Level)
20,000 โวลต์

ระดับแรงดันกระแสสลับ (AC Level)
20,000-25,000 โวลต์

หม้อแปลงอัตโนมัติ Auto Transformer

อุปกรณ์เรียงกระแส (Rectifier)

直流 1500V, 750V, 600V

交流 20,000V

交流 20,000V 又は 25,000V (新幹線)

a 直流式

直流変圧所

変圧器

b 交流式 (BT方式)

吸上変圧器

セクション

変圧器

c 交流式 (AT方式)

変圧器

単巻変圧器

หม้อแปลงลดระดับแรงดัน Step-down Transformer

โรงไฟฟ้า Power Plant

発電所

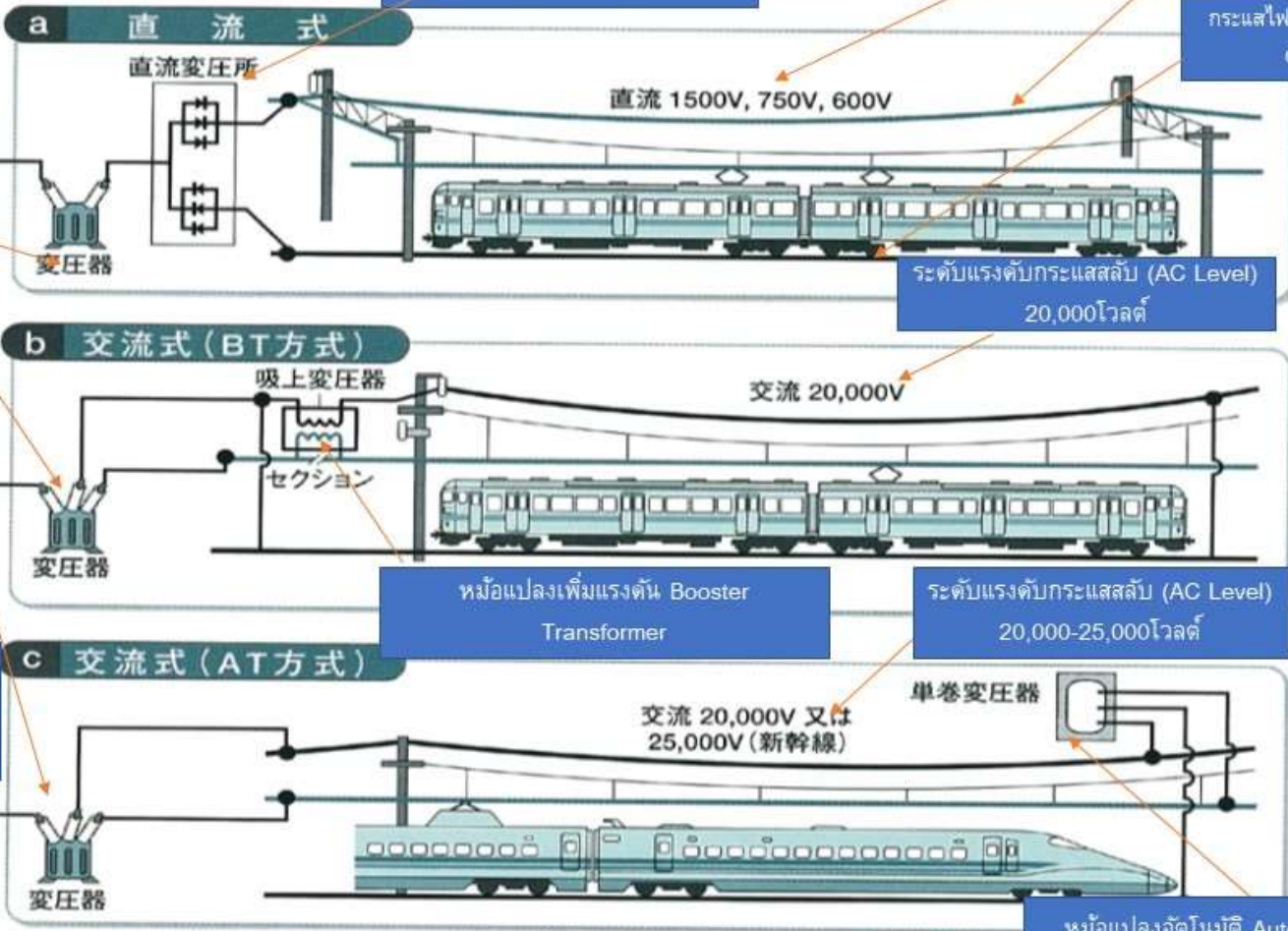
送電線

変圧器

หม้อแปลงเพิ่มระดับแรงดัน Step-up Transformer

สายส่งไฟฟ้าแรงสูง
Transmission line

หม้อแปลงเพิ่มแรงดัน Booster Transformer





MEA
115 kVAC

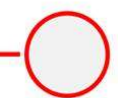


RED LINE POWER SUPPLY OVERVIEW

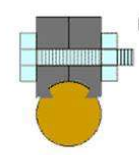


Bulk Substation
115kVAC >>> 24kVAC

24 kVAC SSS Power Supply



Station



Contact wire

Grooved
Contact wire
with clamp

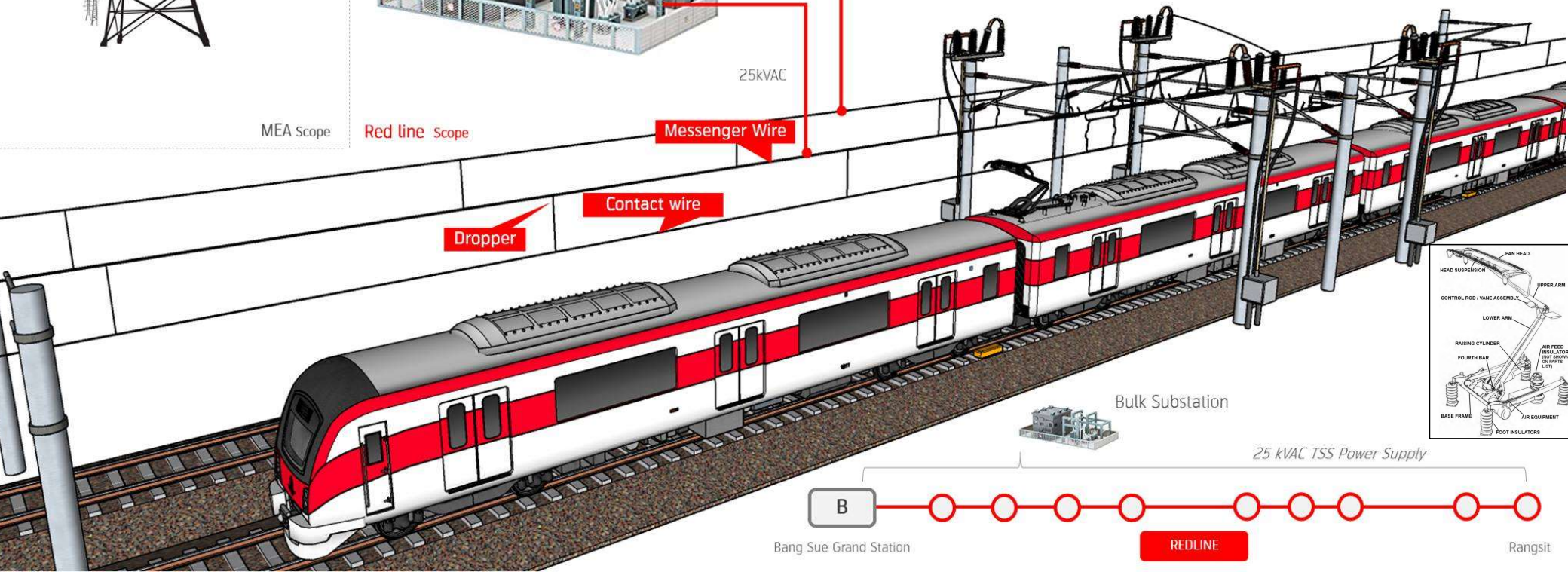
MEA Scope

Red line Scope

Messenger Wire

Contact wire

Dropper



Bulk Substation

25 kVAC TSS Power Supply



B

Bang Sue Grand Station

REDLINE

Rangsit



BTS POWER SUPPLY OVERVIEW



BTS Scope

MEA
69 or 115 kVAC

MEA Scope

Bulk Substation
69 or 115kVAC >>> 24kVAC

SSS

Station

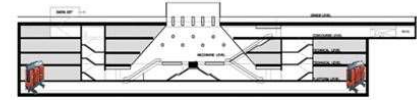
24 kVAC
SSS Power Supply



24kVAC Switchgear

Service Transformer

Low Voltage
distribution Panel



24 Kvac
TSS Power Supply

TSS

Traction Transformer

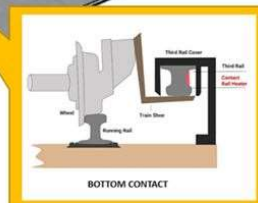
Rectifier set

24kVAC Switchgear

DC Switchgear

Running Rail

3rd Rail



BOTTOM CONTACT

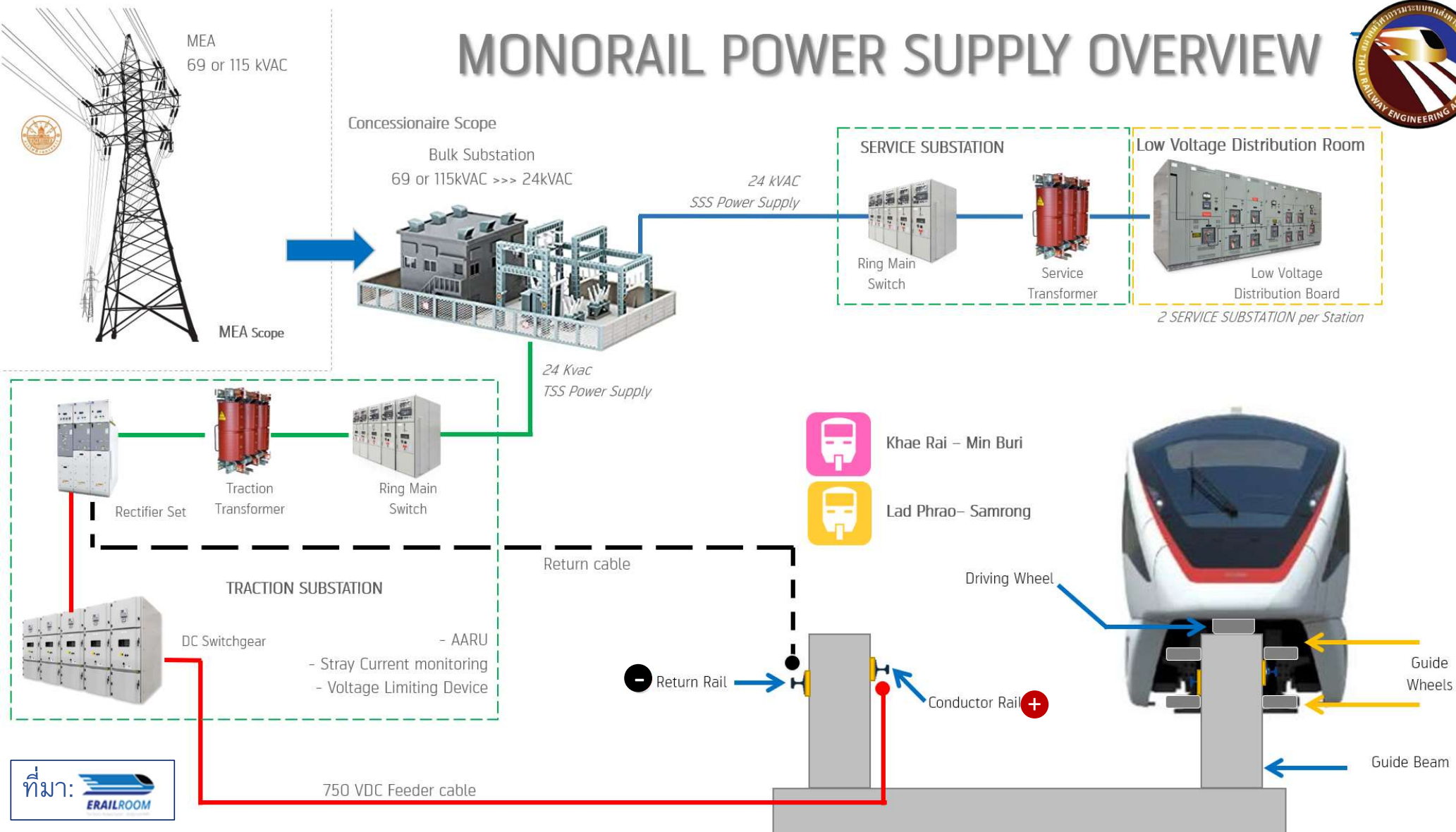
Metro line

SSS
TSS





MONORAIL POWER SUPPLY OVERVIEW

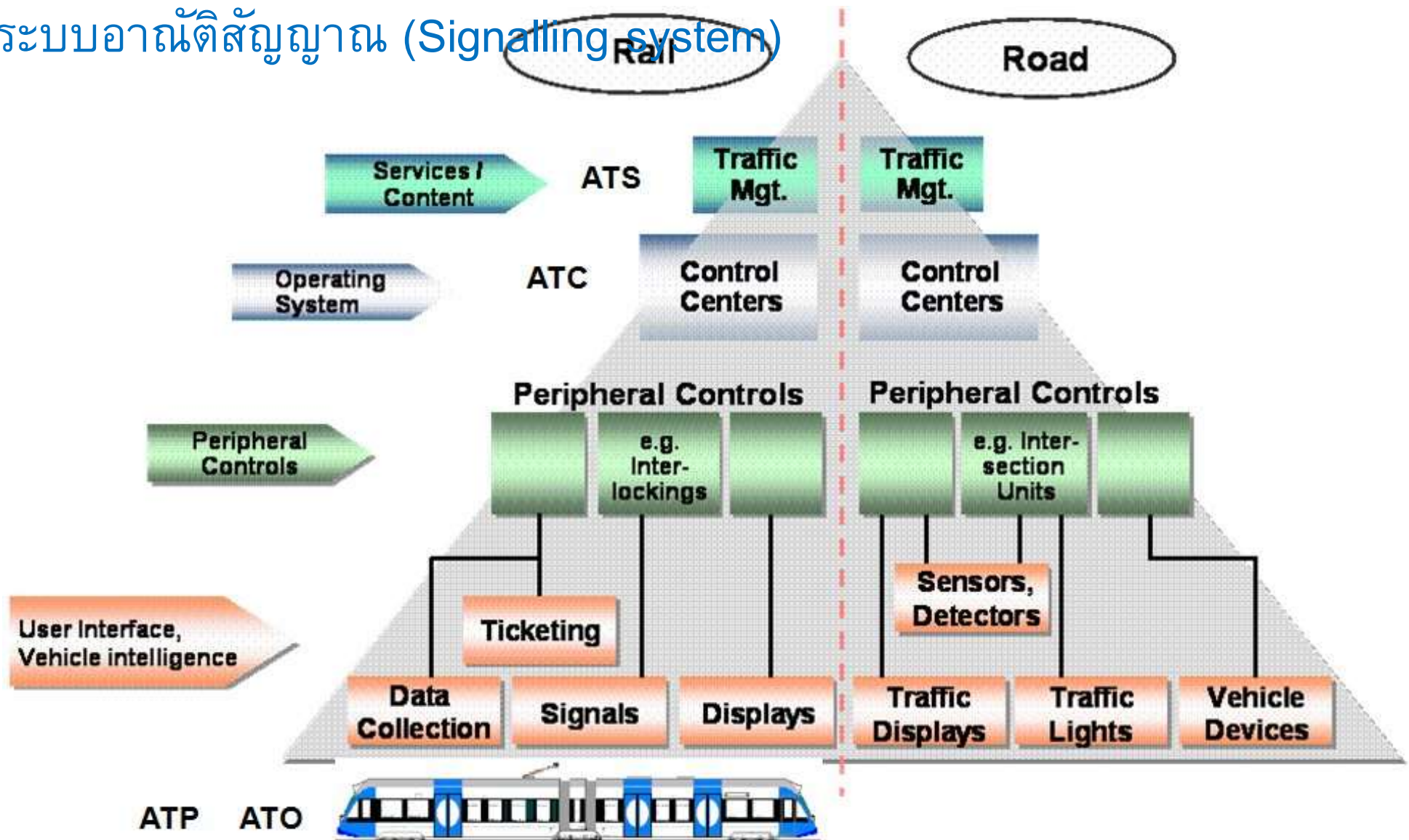




2. ระบบจ่ายไฟฟ้ารถไฟ (Power supply)

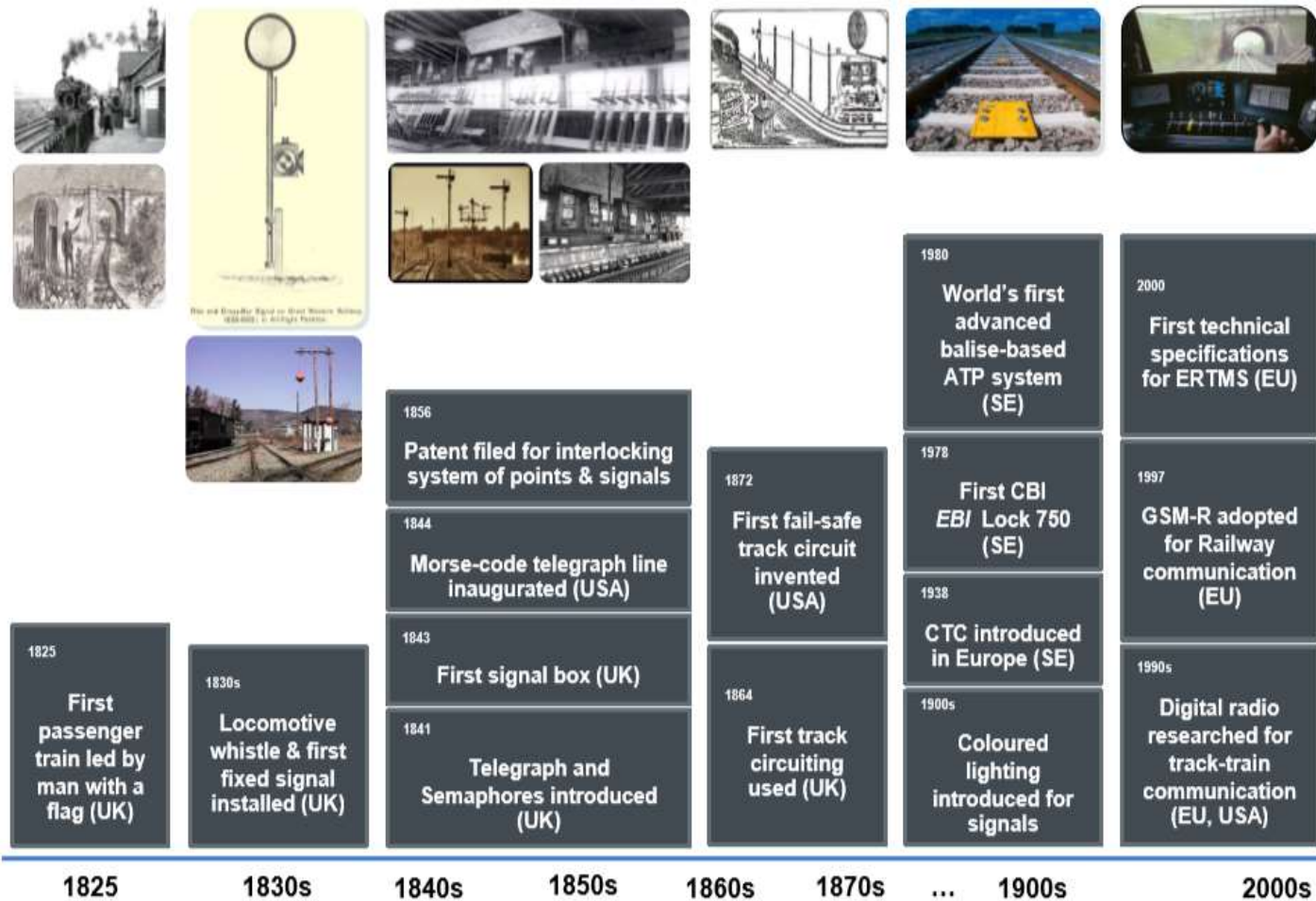


4. ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling system)



4. ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling system)

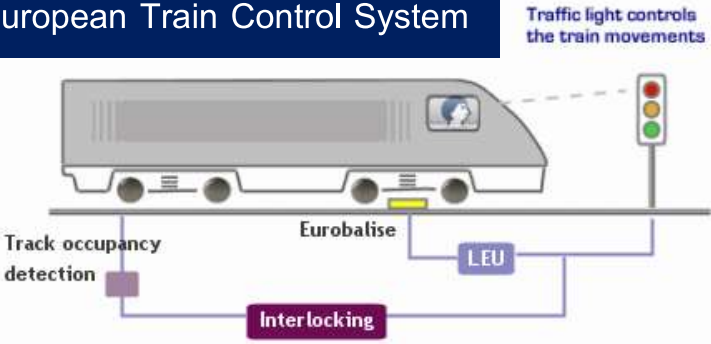
“Evolution of Railway Signalling / วิวัฒนาการของระบบอาณัติสัญญาณรถไฟ”



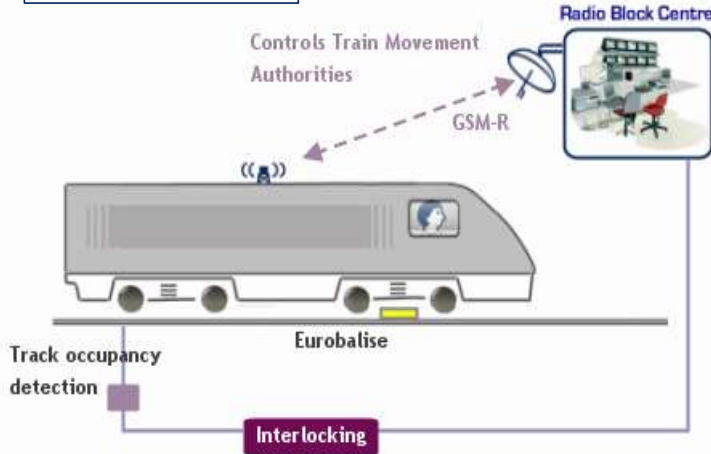


4. ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling system)

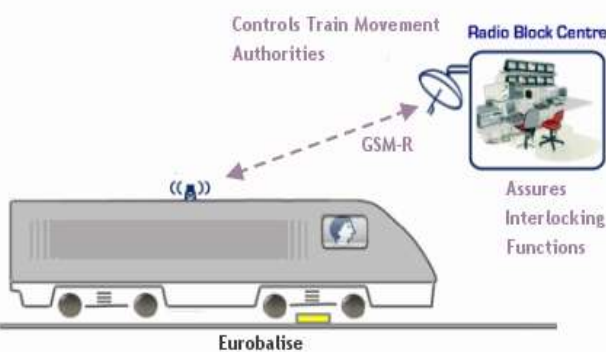
European Train Control System



ETCS Level-1



ETCS Level-2



ETCS Level-3

Chinese Train Control System

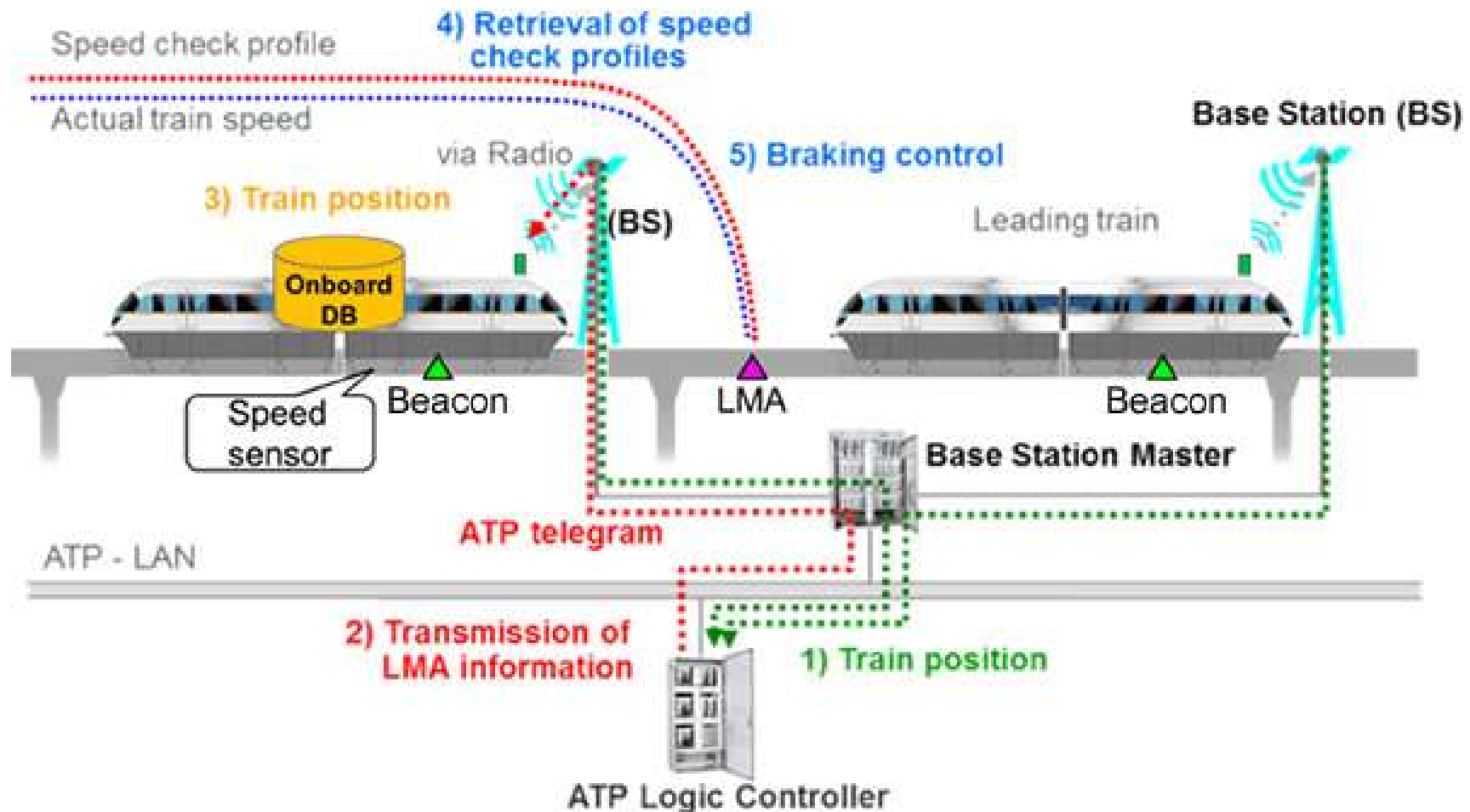


CTCS-4	Balise + GSM-R + ATP, moving block Future Direction
CTCS-3	New built High-Speed Railway, 300+ km/h Balise + GSM-R + ATP equivalent to the ECTS Level 2 + CTCS-2
CTCS-2	Existing Railway speed-up 200-250 km/h Track Circuit + Balise + ATP
CTCS-1	Existing Railway line, 160 km/h Track Circuit + Cab Signaling + ATS (ex)
CTCS-0	Existing Railway line, 160 km/h Track Circuit + Cab Signaling + ATS



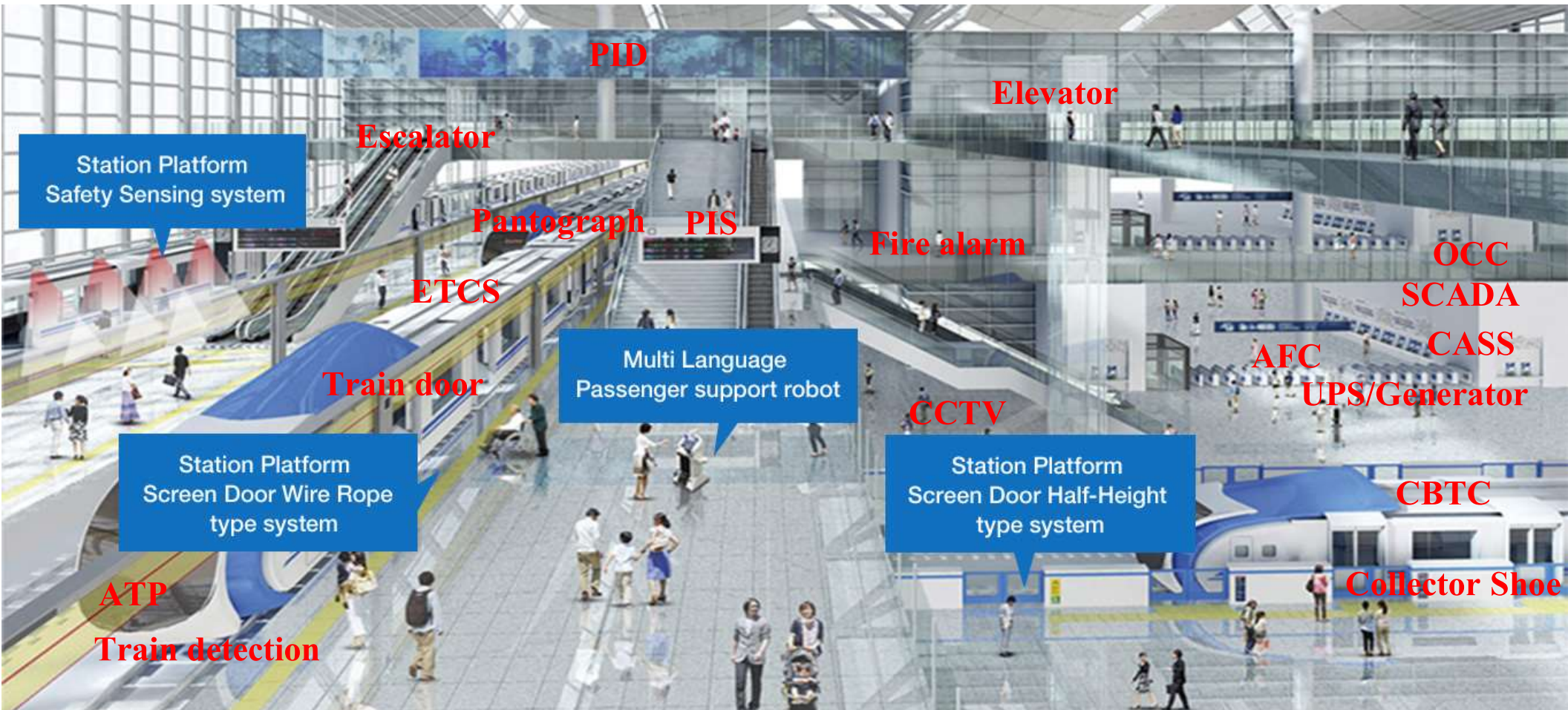
4. ระบบอาณัติสัญญาณ (Signalling system)

Communication-based train control (CBTC)





5. ระบบงานสถานี (Station management system)



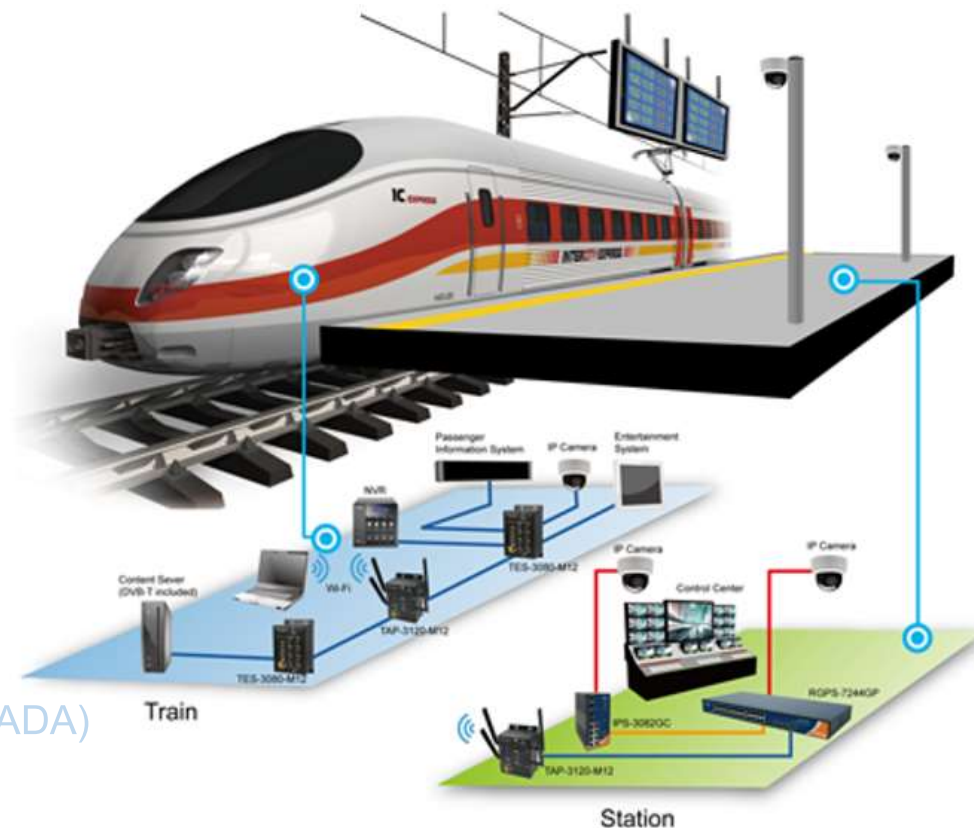
5. ระบบงานสถานี (Station management system)



Sub-system

- Railway Track & Civil
- Rolling Stock
- Power Distribution System (PDS)
- Operation Control Center (OCC)
- Automatic Fare Collection (AFC)
- Platform Screen Door (PSD)
- Passenger Information Display System (PIDs)
- Public Address (PA)
- Emergency Telephone System (ETEL)
- O&M Radio Communication System (RCS)
- Backbone Network System (BNS)
- Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA)
- Voice Recorder System (VR)

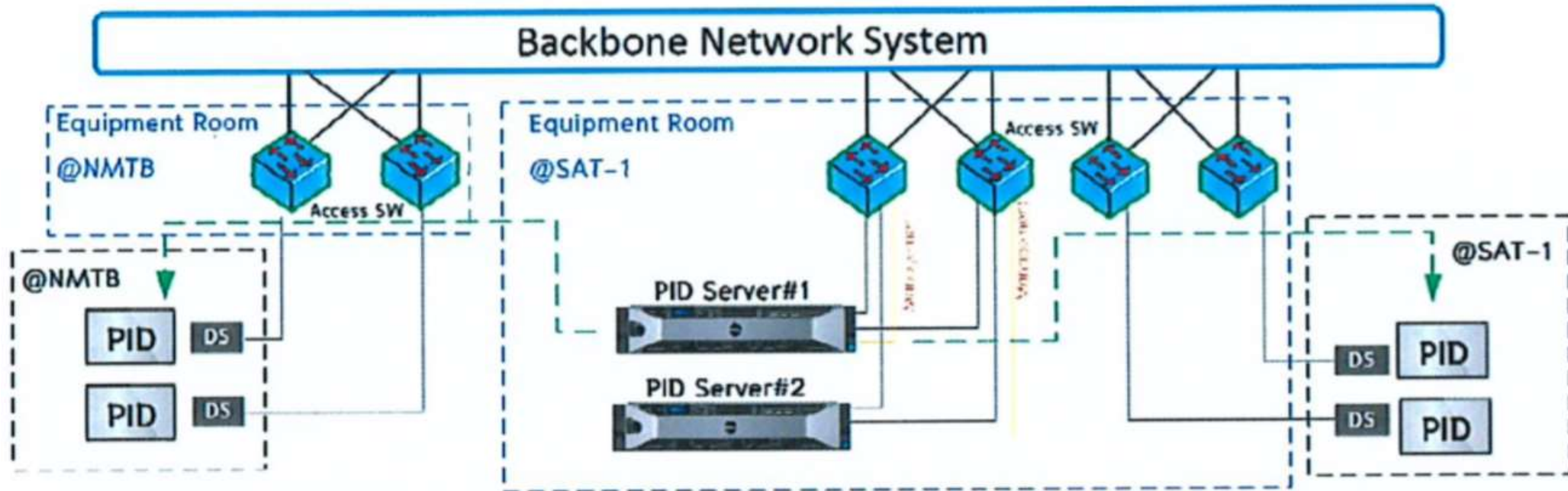
- Control Access System (CASS)
- Fire Detection System
- Emergency Stop Plunger



5. ระบบงานสถานี (Station management system)



Passenger Information Display (PID)



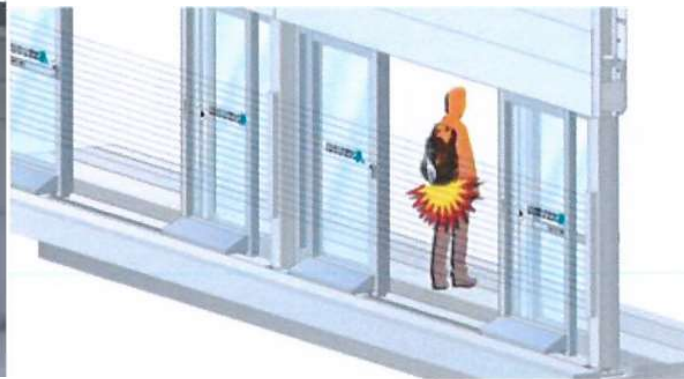
Platform screen door (PSD)





5. ระบบงานสถานี (Station management system)

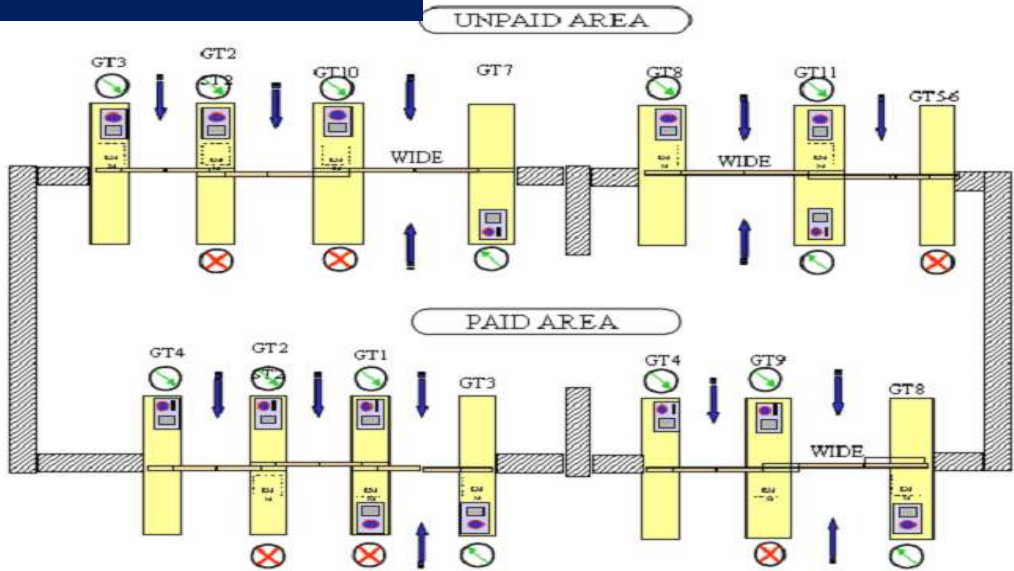
Platform screen door (PSD)



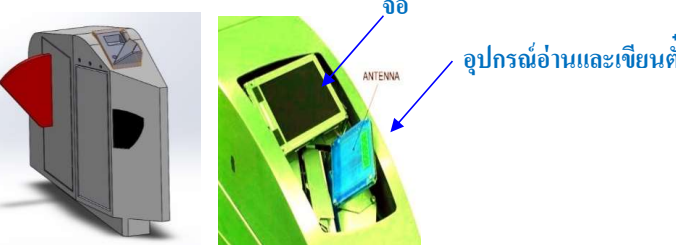


5. ระบบงานสถานี (Station management system)

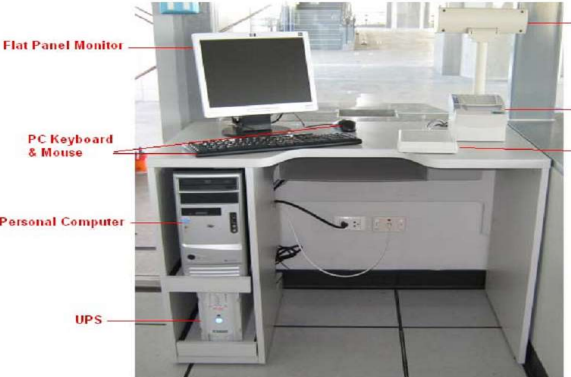
Automatic fair collection (AFC)



ประตูอัตโนมัติ (Automatic Gate)



เครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ (Ticket vending machine((TVM))



เคาท์เตอร์จำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ (Ticket vending machine((TVM))





Q&A