



รายการตรวจสอบ (checklist)
สำหรับการทำงานร่วมกัน (interoperability) ในเครือข่ายรถไฟฟ้า



สำหรับระบบย่อย
โครงสร้างพื้นฐาน – พลังงาน – ขบวนรถไฟฟ้า
คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ

ภายใต้โครงการการศึกษาและกำหนดแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมโยงเครือข่ายระบบรางระหว่างประเทศ
รองศาสตราจารย์ ดร. ภูมิษฐ์ กิระวานิช และคณะ

สารบัญ

บทนำ.....	1
ระบบย่อย (Subsystems).....	3
ความต้องการที่จำเป็นสำหรับระบบย่อยด้านโครงสร้าง (Essential requirements).....	4
ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Subsystem).....	6
ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยพลังงาน (Energy Subsystem).....	21
ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยขบวนรถไฟ (Locomotives and Passenger Rolling Stock Subsystem)	27
ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยขบวนรถไฟคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Command-control and Signalling Subsystem).....	78
การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยโครงสร้างพื้นฐาน.....	91
การตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (Meet essential requirements)	
การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituents assessment)	
การประเมินตรวจสอบระบบย่อย (subsystems assessment)	
การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยพลังงาน.....	98
ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (Meet essential requirements)	
การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituents assessment)	
การประเมินตรวจสอบระบบย่อย (subsystems assessment)	
การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยขบวนรถไฟ.....	102
ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (Meet essential requirements)	
การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituents assessment)	
การประเมินตรวจสอบระบบย่อย (subsystems assessment)	
การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ	122
ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (Meet essential requirements)	
การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituents assessment)	
การประเมินตรวจสอบระบบย่อย (subsystems assessment)	

บทนำ

รายการตรวจสอบ (checklist) ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “การศึกษาและกำหนดแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมโยงเครือข่ายระบบรางระหว่างประเทศ” ภายใต้การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยรายการตรวจสอบฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้การรถไฟแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทหลักในการผลักดันให้เกิดการเชื่อมต่อเครือข่ายระบบรางไฟฟ้าได้ใช้ในการศึกษาพารามิเตอร์และฟังก์ชันการทำงานของโครงสร้างพื้นฐานระบบรางต่างๆ ที่มีใช้งานโดยการรถไฟแห่งประเทศไทยในปัจจุบันโดยเปรียบเทียบกับรายการขององค์ประกอบที่กำหนดตามทบทวน Directives 2008/57/EC ของสหภาพยุโรป รวมถึงขั้นตอนการประเมินทั้งอุปกรณ์และระบบย่อยทั้งหมดเพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการออกใบอนุญาตเพื่อใช้รถไฟระหว่างประเทศ ภูมิภาคตามบริบทของการบริการรถไฟของประเทศไทย

สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการออกใบอนุญาตเพื่อใช้รถไฟระหว่างประเทศภูมิภาคมีดังนี้

1. ความต้องการที่จำเป็นสำหรับระบบย่อย (Essential requirements)

ไม่ว่าจะเป็นระบบรางไฟฟ้า ระบบย่อย และส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันรวมถึงอินเทอร์เน็ตต่างๆ จะต้องสอดคล้องกับความต้องการจำเป็นที่เหมาะสม โดยความต้องการที่จำเป็นเหล่านี้สามารถแบ่งตามระบบย่อยต่างๆ อันประกอบด้วย

ความปลอดภัย (safety)
ความน่าเชื่อถือ (Reliability and availability)
การไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (Health)
การปกป้องด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental protection)
ความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)

2. การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituents assessment)

ในขั้นตอนนี้มีเพื่อการประเมินเพื่อออกใบประกาศด้านความสอดคล้อง ‘EC’ declaration of conformity สำหรับส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituent)

ตามข้อกำหนด ใบประกาศด้านความสอดคล้อง ‘EC’ declaration of conformity ของส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานร่วมกันต้องมีการลงนามและระบุวันที่ลงนาม และประกอบด้วย

- Directive references
- ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต
- คำอธิบายลักษณะของส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน
- ขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินการเพื่อออกใบประกาศด้านความสอดคล้อง
- ชื่อและที่ตั้งของหน่วยงานตรวจสอบ
- รายชื่อมาตรฐานอ้างอิง
- ช่วงอายุเวลาของใบประกาศ

3. การประเมินตรวจสอบสำหรับระบบย่อย (Subsystems assessment)

ในขั้นตอนนี้มีเพื่อประเมินตรวจสอบ 'EC' สำหรับระบบย่อย ('EC' Verification Procedure for Subsystems) เพื่อออกใบประกาศการตรวจสอบ ('EC' declaration of verification) ของระบบย่อย

หน่วยงานตรวจสอบจะรับผิดชอบการประเมินในช่วงขั้นตอนการออกแบบและผลิตของระบบย่อย และการทดสอบขั้นสุดท้ายหากระบบย่อยมีผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า (1) มีขั้นตอนออกแบบผลิตและทดสอบที่เหมาะสม และ (2) ครอบคลุมความต้องการต่างๆ ของ TSI จึงจัดทำใบรับรองการตรวจสอบ ('EC' certificate of verification) และผู้ที่ยื่นขอดำเนินการร่างใบประกาศการตรวจสอบ ('EC' declaration of verification) พร้อมกับไฟล์ทางเทคนิค (Technical file) ที่ต้องประกอบด้วย

- แผนงานโครงสร้างทางวิศวกรรม
- แผนผังอื่นๆ เช่น ทางไฟฟ้า วงจรควบคุม ระบบประมวลผลข้อมูลและระบบอัตโนมัติ การปฏิบัติการและบำรุงรักษา เป็นต้น
- รายการของส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน
- สำเนาใบประกาศด้านความสอดคล้อง 'EC' declaration of conformity ของส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานร่วมกัน (Interoperability Constituent) ที่มีการลงนามและระบุวันที่ลงนาม
- ใบรับรอง 'EC' certificate of verification ที่ลงนามโดยหน่วยงานตรวจสอบโดยต้องระบุว่า ระบบย่อยมีสอดคล้องกับ TSI และกล่าวถึงข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพที่อาจมี นอกจากนี้ใบรับรองยังควรมีการอ้างอิงรายงานการตรวจสอบอื่นๆ

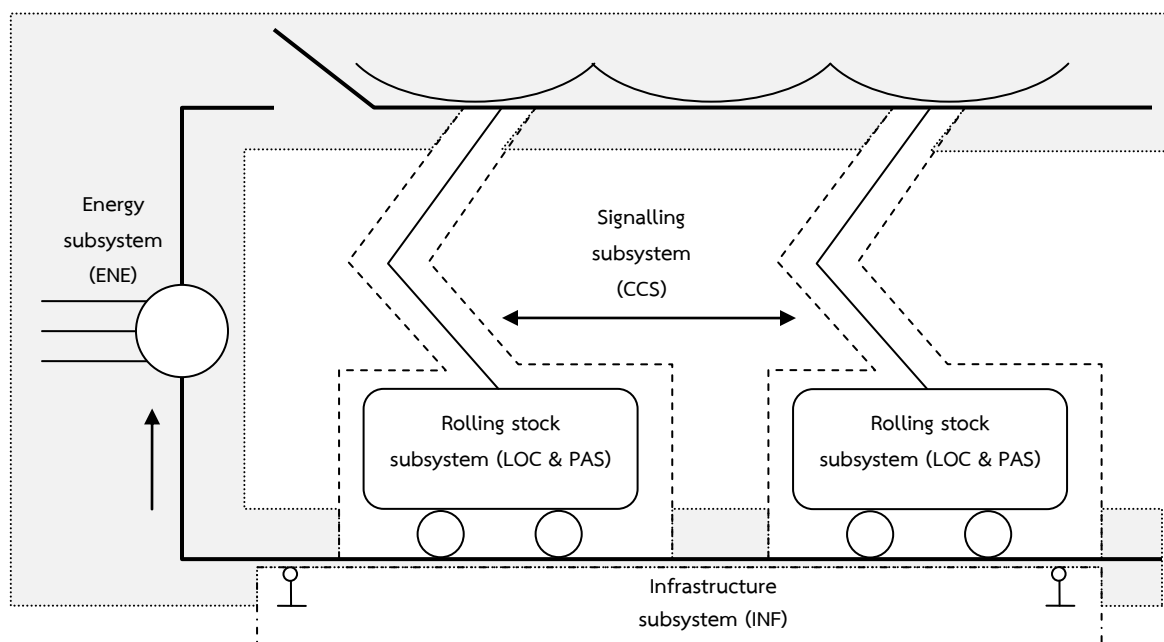
ใบประกาศการตรวจสอบ ('EC' declaration of verification) ของระบบย่อยต้องร่างขึ้นโดยภาษาสากลและประกอบด้วย

- Directive references
- ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต
- คำอธิบายลักษณะของระบบย่อยโดยคร่าว
- ชื่อและที่ตั้งของหน่วยงานตรวจสอบ
- รายชื่อเอกสารอ้างอิง
- ข้อจำกัดการทำงานของระบบย่อย
- ช่วงอายุเวลาของใบประกาศ
- รายละเอียดผู้ลงนามในสัญญา

ภายหลังการออกใบประกาศการตรวจสอบ ('EC' declaration of verification) จะทำให้มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีความพร้อมสำหรับใช้งานระบบย่อยและขบวนรถไฟระหว่างประเทศได้ สำหรับเนื้อหาที่ใช้ประกอบการพิจารณาการทำงานร่วมกันของระบบย่อยต่างๆ มีดังนี้

1. ระบบย่อย (Subsystems)

การใช้งานระบบย่อยภายใต้การทำงานร่วมกันนั้นสามารถทำได้เมื่อระบบย่อยดังกล่าวผ่านการออกแบบ การสร้าง และติดตั้งตามขั้นตอนสำคัญที่กำหนดใน TSI โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของความเข้ากันได้ทางเทคนิคของระบบย่อยเหล่านี้กับระบบอื่นที่ทำการติดตั้งร่วมกัน ประเทศสมาชิกต้องมีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังทั้งก่อนและหลังการใช้งาน ระบบย่อยสามารถแยกตามลักษณะโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 1 การแบ่งระบบย่อย (subsystem) ในการระบุข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับการทำงานร่วมกัน

- โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)

หมายถึง โครงสร้างทางวิศวกรรมต่างๆ เช่นราง สะพานอุโมงค์ ฯลฯ โครงสร้างพื้นฐานของสถานีเช่น ชานชาลา บริเวณ การเข้าถึงสถานี รวมทั้งความปลอดภัยและอุปกรณ์ป้องกัน

- พลังงาน (Energy)

ระบบจ่ายไฟฟ้ารวมทั้งสายป้อนเหนือรางและอุปกรณ์ต่างๆ บนขบวนรถไฟที่มีการรับไฟฟ้า

- คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Control-command and signalling)

อุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นในการตรวจสอบความปลอดภัยและที่สั่งการควบคุมการเดินรถไฟที่ได้รับอนุญาตให้เดินทางเชื่อมโยงในภูมิภาค

- ขบวนรถ (Rolling stock)

ระบบย่อยนี้รวมถึงโครงสร้างคำสั่งและระบบการควบคุมสำหรับทุกอุปกรณ์บนรถไฟไฟฟ้า เบรกแคร่เพลลา ระบบกัน สะเทือนman/machine Interfaces อุปกรณ์ด้านความปลอดภัยและสุขภาพของผู้โดยสารและพนักงาน

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการแบ่งระบบย่อย (subsystem) ทางด้านโครงสร้างตามรายละเอียดข้างต้น ซึ่งใช้พิจารณาเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดทางเทคนิค TSI ทั้ง 4 ข้อสำหรับการทำงานร่วมกัน

2. ความต้องการที่จำเป็นสำหรับระบบย่อยด้านโครงสร้าง (Essential requirements)

ไม่ว่าจะเป็นระบบรถไฟ ระบบย่อย และส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันรวมถึงอินเตอร์เฟซต่างๆ จะต้องสอดคล้องกับความต้องการจำเป็นที่เหมาะสม ไม่ขัดแย้งกับข้อมูลจำเพาะของยุโรปหรือมาตรฐานอื่นๆความต้องการที่จำเป็นเหล่านี้สามารถแบ่งตามระบบย่อยต่างๆ ได้ดังนี้

2.1 ภาพรวมความต้องการที่จำเป็นโดยทั่วไป (General requirements)

2.1.1 ความปลอดภัย (safety)

ก) การออกแบบ การประกอบ การบำรุงรักษา และการตรวจสอบส่วนประกอบที่มีผลต่อความปลอดภัยและเกี่ยวข้องกับการเดินรถไฟจะต้องมีการรับประกันความปลอดภัยตามระดับมาตรฐานของเครือข่ายรถไฟทั้งในสถานการณ์การเดินรถปกติและที่ต่ำกว่าปกติ

ข) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกันระหว่างรางและล้อจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดด้านเสถียรภาพเพื่อรับประกันการเดินรถที่ความเร็วสูงสุดอย่างปลอดภัย ตัวแปรของอุปกรณ์เบรกต้องรับประกันได้ว่าสามารถหยุดภายในระยะเบรกที่กำหนดตามความเร็วมาตรฐานสูงสุด

ค) ส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้จะต้องทนต่อความเครียดในทุกระดับตามที่กำหนดตลอดระยะเวลาการใช้งาน

ง) ออกแบบโครงสร้างติดตั้งถาวร (fixed installations) และขบวนรถ รวมถึงการเลือกวัสดุที่ใช้ต้องคำนึงถึงการป้องกันการเป็นต้นเหตุ การแพร่กระจาย และผลกระทบของไฟและควันไฟในกรณีเกิดไฟไหม้

จ) อุปกรณ์ใดๆ ที่มีการใช้งานต้องออกแบบไม่ให้เกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยในการใช้งานอุปกรณ์หรือต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ใช้เมื่อใช้งานด้วยความระมัดระวัง

2.1.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability and availability)

การตรวจสอบและบำรุงรักษาส่วนประกอบที่ติดตั้งกับที่หรือที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ที่เกี่ยวข้องในการเดินรถไฟจะต้องมีการจัดเตรียม ดำเนินการ และกำหนดปริมาณ โดยไม่เกิดผลกระทบต่อการบริการเดินรถไฟ

2.1.3 ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (Health)

ก) วัสดุที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพจะต้องไม่ถูกใช้ในตัวรถไฟและโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ

ข) วัสดุข้างต้นเหล่านั้น หากนำมาใช้จะต้องมีการจำกัดการระเหยของควันที่เป็นอันตรายหรือก๊าซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิดไฟไหม้

2.1.4 การปกป้องด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental protection)

ก) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการติดตั้งและการทำงานของระบบรถไฟจะต้องนำมาพิจารณาและประเมินในขั้นตอนการออกแบบระบบให้สอดคล้องกับระเบียบหรือเงื่อนไขที่ถูกระบุของชุมชน

ข) วัสดุที่ใช้ในรถไฟและโครงสร้างพื้นฐานต้องป้องกันมลพิษหมอกควันหรือก๊าซที่เป็นอันตรายและอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีไฟไหม้

ค) ระบบตัวรถและระบบจ่ายพลังงานต้องได้รับการออกแบบและผลิตในลักษณะที่มีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้ากับโครงสร้าง อุปกรณ์และเครือข่ายรถไฟทั้งของภาครัฐหรือเอกชนซึ่งอาจจะรบกวน

ง) การทำงานของระบบรถไฟต้องเคารพกฎระเบียบด้านมลภาวะทางเสียงที่มีการบังคับใช้

จ) การทำงานของระบบรถไฟต้องไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนของพื้นดินเกินขีดจำกัดในบริเวณโดยรอบโครงสร้างพื้นฐาน

2.1.5 ความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)

คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิคของขบวนรถไฟ โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งติดตั้งกับที่อื่นๆในระบบรถไฟจะต้องมีความเข้ากันได้ถ้าความสอดคล้องดังกล่าวในบางส่วนของเครือข่ายรถไฟเป็นไปได้ยาก วิธีแก้ปัญหาชั่วคราวที่ช่วยให้เกิดความเข้ากันได้ในอนาคตอาจใช้ดำเนินการได้

2.2 ความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อยโครงสร้างพื้นฐาน (Requirements specific to infrastructure subsystem)

2.2.1 ความปลอดภัย (safety)

ต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวโดยไม่ได้รับอนุญาต ขั้นตอนดังกล่าวกำหนดขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคล โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะรถไฟวิ่งผ่านสถานีโครงสร้างพื้นฐานที่อนุญาตให้เปิดสู่สาธารณะจะต้องออกแบบ และทำในลักษณะที่สามารถป้องกันอันตรายที่มีต่อความปลอดภัยโดยคำนึงถึงในเรื่องความมั่นคง การเกิดเพลิงไหม้ การเข้าถึงการอพยพ แพลตฟอร์ม เป็นต้น ข้อกำหนดต่างๆ ที่ตั้งขึ้นจะต้องทำภายใต้เงื่อนไขความปลอดภัยในอุโมงค์ยาวและ viaducts

2.3 ความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อยพลังงาน (Requirements specific to energy subsystem)

2.3.1 ความปลอดภัย (safety)

การทำงานของระบบจ่ายพลังงานจะต้องไม่ทำให้ระดับความปลอดภัยของทั้งรถไฟหรือบุคคล เช่น ผู้ใช้ พนักงาน ปฏิบัติการ ชุมชนโดยรอบ และบุคคลที่สาม อื่นๆ ลดลง

2.3.2 การปกป้องด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental protection)

หน้าที่ของระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะต้องไม่รบกวนสภาพแวดล้อมเกินกว่าขอบเขตที่กำหนด

2.3.3 ความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)

ระบบจ่ายไฟฟ้าที่ใช้จะต้อง

- สามารถเอื้อให้รถไฟทำงานในระดับประสิทธิภาพที่ระบุไว้
- เข้ากันได้กับอุปกรณ์ดึงกระแสไฟฟ้าที่ยึดกับรถไฟ

2.4 ความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Requirements specific to control-command and signalling subsystem)

2.4.1 ความปลอดภัย (safety)

การติดตั้งคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงานต้องเอื้อให้การเดินรถมีความปลอดภัยซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์สำหรับการเชื่อมโยงเครือข่ายรถไฟ ระบบคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณควรสามารถกำหนดเส้นทางของเดินรถไฟที่ปลอดภัยแม้ว่าระบบการเดินรถไฟอาจมีสภาพที่ต่ำกว่าปกติ

2.4.2 ความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)

โครงสร้างพื้นฐานใหม่ทั้งหมดและรวมถึงขบวนรถที่ผลิตขึ้นใหม่หรือปรับปรุงภายหลังมีการนำ TSI นี้มาใช้ต้องปรับระบบให้สามารถใช้การระบบเหล่านั้นได้ อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณที่ติดตั้งเพื่อควบคุมการเดินรถไฟฟ้าต้องยินยอมให้สามารถเดินรถได้อย่างปกติภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่ระบุไว้

2.5 ความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อยขบวนรถ (Requirements specific to rolling stock subsystem)

2.5.1 ความปลอดภัย (safety)

โครงสร้างขบวนรถและส่วนเชื่อมโยงระหว่างตัวรถต้องออกแบบในลักษณะที่สามารถป้องกันผู้โดยสารและห้องขับรถในกรณีที่เกิดการชนหรือตกราง (derailment) อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ต้องไม่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและการทำงานของอุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณที่ติดตั้ง

เทคนิคการเบรกและแรงที่ใช้ต้องสอดคล้องกับการออกแบบของราง โครงสร้างทางวิศวกรรมและระบบอาณัติสัญญาณ

ต้องมีขั้นตอนเพื่อป้องกันการเข้าถึงจุดต่อแหลมที่เชื่อมต่อกับระบบจ่ายไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อบุคคลในเหตุการณ์ที่มีอุปกรณ์ที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต้องมีช่องทางที่ช่วยผู้โดยสารแจ้งเจ้าหน้าที่ได้ การควบคุมการเปิด ปิดประตูต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้โดยสาร ทางหนีไฟต้องมีการระบุที่เหมาะสมระบบแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีประสิทธิภาพในด้านของความสว่างและระยะเวลาเพียงพอไฟต้องติดตั้งระบบประกาศเตือนเพื่อเป็นช่องทางสื่อสารให้ประชาชนจากพนักงานที่อยู่บนรถไฟฟ้า

2.5.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability and availability)

การออกแบบของอุปกรณ์หลักที่สำคัญ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินรถและเบรก และระบบคำสั่งควบคุมต้องสามารถอำนวยความสะดวกในการเดินรถไฟฟ้าและการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นปกติในทุกสภาวะ

2.5.3 ความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)

อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องสามารถทำงานเข้ากันได้กับการทำงานของอุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณที่ติดตั้ง ในกรณีการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า คุณลักษณะของอุปกรณ์ดึงกระแสไฟฟ้าต้องสามารถเอื้อให้เกิดการเดินรถไฟฟ้า คุณลักษณะของขบวนรถต้องเหมาะสมและเอื้อให้เกิดการเดินรถในทุกเส้นทางทางวางแผนไว้ภายใต้สภาพอากาศที่เหมาะสม

3. ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Subsystem)

3.1 เขตโครงสร้าง (Structure gauge)

(1) เขตโครงสร้างจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของช่วงกว้างรางรถไฟที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-1

(2) การคำนวณโครงสร้างของช่วงกว้างรางรถไฟ ทำได้โดยใช้วิธีการจลนศาสตร์ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 15273-3:2009

(3) ขนาดของ pantograph gauge ให้ยึดตาม TSI ENE

ตารางที่ 3-1 มาตรฐานทางรถไฟ (EN 15273-3)

ประเภท	ขนาด*	Axle load (ตัน)	ความเร็ว (กม/ชม)	ความยาว (ม)
IV-P	GC	22.5	200	400

IV-F	GC	25	140	750
IV-M	GC	25	200	750
V-P	GB	22.5	160	300
V-F	GB	22.5	100	600
V-M	GB	22.5	160	600
VI-P	GB	22.5	140	300
VI-F	GC	25	100	500
VI-M	GC	25	140	500
VII-P	GA	20	120	250
VII-F	GA	20	100	500
VII-M	GA	20	120	500
P = ผู้โดยสาร F = สินค้า			M = ผสม * ตามมาตรฐาน EN15273	

3.2 ระยะทางระหว่างกึ่งกลางทางรถไฟ (Distance between track centres)

- (1) ระยะทางระหว่างกึ่งกลางทางรถไฟจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของช่วงกว้างรางรถไฟที่กำหนดไว้ใน ตารางที่ 3-1
- (2) ระยะทางอย่างน้อยระหว่างกึ่งกลางทางรถไฟที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงผลกระทบของอากาศพลศาสตร์และได้รับการขึ้นทะเบียน

3.3 ความลาดชันสูงสุด (Maximum gradients)

ประเภท IV-P และ VI-P

- (1) ความลาดชันทางรถไฟสูงสุด 35 มิลลิเมตร/เมตร ได้รับอนุญาตสำหรับทางรถไฟสายหลัก ขั้นตอนการออกแบบมีข้อกำหนดต่อไปนี้

ก) ความชันของรายละเอียดค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ระยะทางมากกว่า 10 กิโลเมตร ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 มิลลิเมตร/เมตร

ข) ความยาวต่อเนื่องสูงสุด 35 มิลลิเมตร/เมตร ความลาดชันไม่เกิน 6 กิโลเมตร

- (2) ความลาดชันทางรถไฟที่ผ่านขนาขาลจะต้องไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร/เมตร สำหรับขบวนรถไฟที่มีผู้โดยสารที่ใช้งานปกติ

ประเภท IV-F, IV-M, VI-F และ VI-M

- (3) ความลาดชันทางรถไฟสูงสุดเป็น 12.5 มิลลิเมตร/เมตร ได้รับอนุญาตสำหรับทางรถไฟหลักในขั้นตอนการออกแบบ

(4) สำหรับส่วนที่ยาวจนถึง 3 กิโลเมตร ความลาดชันสูงสุด 20 มิลลิเมตร/เมตร จึงจะได้รับอนุญาต

(5) สำหรับส่วนที่ยาวจนถึง 0.5 กิโลเมตร ความลาดชันสูงสุด 35 มิลลิเมตร/เมตร จึงจะได้รับอนุญาตในช่วงที่รถไฟไม่ได้หยุดและเริ่มเดินรถในการดำเนินงานปกติ

(6) ความลาดชันทางรถไฟที่ผ่านขนาขาลจะต้องไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร/เมตร สำหรับขบวนรถไฟที่มีตู้โดยสารที่ใช้งานปกติ

ประเภท V-P, V-F, V-M, VII-P, VII-F และ VII-M

(7) ไม่มีค่าที่ระบุไว้สำหรับเส้นทางรถไฟที่ออฟเกรด ความลาดชันทางรถไฟจะถูกกำหนดตั้งแต่ในช่วงก่อสร้าง

ทุกประเภทของทางรถไฟ

(8) ความลาดชันทางรถไฟสำหรับจอตรถไฟจะต้องไม่เกินกว่า 2.5 มิลลิเมตร/เมตร

(9) ความลาดชันทางรถไฟและตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงความลาดชันจะได้รับการขึ้นทะเบียน

(10) ในกรณีข้อ (8) ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบเมื่อมีค่าเกิน 2.5 มิลลิเมตร/เมตร

3.4 รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งแนวนอน (Minimum radius of horizontal curve)

(1) การออกแบบรัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งแนวนอนถูกเลือกโดยคำนึงถึงความเร็วในการวิ่งทางโค้งที่ได้ออกแบบ

(2) รัศมีโค้งออกแบบน้อยที่สุดในแนวนอนจะต้องไม่น้อยกว่า 150 เมตร

(3) รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งแนวนอนผ่านขนาขาลที่กำหนดไว้ใน TSI PRM

(4) เส้นโค้งกลับทิศ (ที่นอกเหนือจากเส้นโค้งกลับทิศในย่านสับเปลี่ยน) ที่มีรัศมีในช่วง 150 เมตรถึง 300 เมตรจะได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน EN 13803-2:2006 มาตรา 8.4 เพื่อป้องกันการลื่นไถลของบัพเฟอร์

(5) รัศมีของเส้นโค้งแนวนอนที่เล็กที่สุดของแต่ละช่วงจะได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบ

3.5 รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งมุมตั้ง (Minimum radius of vertical curve)

(1) รัศมีของเส้นโค้งมุมตั้ง (ยกเว้นเนินในย่านสับเปลี่ยน) ต้องไม่น้อยกว่า 600 เมตร บนยอดหรือ 900 เมตรในที่ลุ่ม

(2) สำหรับเนินในย่านสับเปลี่ยนรัศมีของเส้นโค้งมุมตั้งต้องไม่น้อยกว่า 250 เมตรบนยอดหรือ 300 เมตรในที่ลุ่ม

3.6 ค่าประกาศขนาดความกว้างรางรถไฟ (Nominal track gauge)

(1) มาตรฐานที่กำหนดสำหรับค่าประกาศ (nominal) ขนาดความกว้างรางรถไฟ คือ 1,435 มิลลิเมตร

(2) ค่าประกาศขนาดความกว้างรางรถไฟสำหรับทางรถไฟจะมีการบันทึกในระบบ

3.7 การยกโค้ง (Cant)

(1) การออกแบบการยกโค้งบนรางรถไฟติดกับขนาขาลจะต้องไม่เกิน 110 มิลลิเมตร

(2) การยกโค้งสูงสุดในส่วนของทางรถไฟจะได้รับการบันทึกในระบบ

ประเภท IV-P, V-P, VI-P และ VII-P

(3) การออกแบบยกโค้งต้องจำกัดอยู่ที่ 180 มิลลิเมตร

ประเภท IV-F, IV-M, V-F, V-M, VI-F, VI-M, VII-F และ VII-M

(4) การออกแบบยกโค้งต้องจำกัดอยู่ที่ 160 มิลลิเมตร

ประเภท IV-F, IV-M, VI-F และ VI-M

(5) เมื่อทางโค้งที่มีรัศมีน้อยกว่า 290 เมตร การยกโค้งจะถูกจำกัดจากสูตร

$$D \leq (R-50) / 1.5$$

โดย D เป็นการยกโค้ง (มิลลิเมตร) และ R เป็นรัศมี (เมตร)

3.8 อัตราการเปลี่ยนแปลงของการยกโค้ง (ขึ้นกับเวลา) (Rate of change of cant)

(1) อัตราสูงสุดของการเปลี่ยนแปลงของการยกโค้งให้เป็น 70 มิลลิเมตร/วินาที คำนวณที่ความเร็วสูงสุดที่ยอมให้สำหรับรถไฟไม่ได้ติดตั้งระบบการชดเชยส่วนพร่องของการยกโค้ง(cant deficiency)

(2) แต่ถ้าส่วนพร่องของการยกโค้งในตอนท้ายของการเปลี่ยนแปลงมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 มิลลิเมตร และอัตราการเปลี่ยนแปลงของส่วนพร่องของการยกโค้งน้อยกว่าหรือเท่ากับ 70 มิลลิเมตร/วินาที สามารถที่จะเพิ่มขึ้นอัตราสูงสุดการเปลี่ยนแปลงของการยกโค้งถึง 85 มิลลิเมตร/วินาที

3.9 ส่วนพร่องของการยกโค้ง (Cant deficiency)

ข้อกำหนดต่อไปนี้จะใช้กับการทำงานร่วมกันทางรถไฟที่มีค่าประกาศความกว้างรางรถไฟตามที่ระบุใน 3.3.1.6

(1) ส่วนพร่องของการยกโค้งในทางรถไฟธรรมดาและบนเส้นทางผ่านประแจ

ก) ค่าส่วนพร่องของการยกโค้งสูงสุดที่รถไฟยอมรับได้จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์การยอมรับของขบวนรถที่เกี่ยวข้องที่กำหนดไว้ใน TSI RST

ข) รถไฟที่ไม่พอดีกับระบบชดเชยค่าส่วนพร่องของการยกโค้งค่าส่วนพร่องของการยกโค้งในสายที่มีความเร็วไม่เกิน 200 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะต้องไม่เกินโดยปราศจาก

(a) 130 มิลลิเมตร (หรือ 0.85 เมตร / วินาที² โดยไม่มีการทดแทนความเร่งด้านข้าง) สำหรับรถขนส่งสินค้า

(b) 150 มิลลิเมตร (หรือ 1.0 เมตร / วินาที² โดยไม่มีการทดแทนความเร่งด้านข้าง) สำหรับหัวลากและตู้รถไฟสำหรับผู้โดยสาร

ค) สำหรับรถไฟที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อการเดินทางที่มีค่าส่วนพร่องของการยกโค้งที่สูง (การพ่วงพหุที่มีค่า axle load ต่ำ; ขบวนรถไฟที่ติดตั้งระบบชดเชยส่วนพร่องของการยกโค้ง) สามารถเดินทางได้โดยมีการสาธิตว่าสามารถทำได้อย่างปลอดภัย

(2) การเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของส่วนพร่องของการยกโค้งในทางแยกของประแจ

ก) การออกแบบค่าสูงสุดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของส่วนพร่องของการยกโค้งบนทางแยกรถไฟ

(a) 120 มิลลิเมตร สำหรับชุดประแจที่ช่วยให้รถไฟมีความเร็วระหว่าง 30 ถึง 70 กิโลเมตร/ชั่วโมง

(b) 105 มิลลิเมตร สำหรับชุดประแจที่ช่วยให้รถไฟมีความเร็วระหว่าง 70 ถึง 170 กิโลเมตร/ชั่วโมง

(c) 85 มิลลิเมตร สำหรับชุดประแจที่ช่วยให้รถไฟมีความเร็วระหว่าง 170 ถึง 200 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ข) อนุญาตให้เผื่อค่า 20 มิลลิเมตร ได้สำหรับชุดประแจที่มีการใช้งานอยู่แล้ว

3.10 รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ (Equivalent conicity)

(1) ค่าที่กำหนดรูปทรงของล้อรถไฟอ้างอิงในตารางที่ 3-2 สำหรับคำนวณความกว้าง (y) ของชุดเพลาล้อเคลื่อนที่ด้านข้าง

$y = 3$ มิลลิเมตร ถ้า $(TG - SR) \geq 7$ มิลลิเมตร

$y = [(TG - SR) - 1]/2$ ถ้า $5 \text{ มิลลิเมตร} \leq (TG - SR) < 7$ มิลลิเมตร

$y = 2$ มิลลิเมตร ถ้า $(TG - SR) < 5$ มิลลิเมตร

เมื่อ TG เป็นขนาดความกว้างรางรถไฟ และ SR เป็นระยะห่างระหว่างขอบหน้าสัมผัสของชุดเพลาล้อ

ตารางที่ 3-2 ค่ากำหนดการออกแบบรูปทรงกรวยของล้อรถไฟ

ความเร็วในช่วง (กม./ชม.)	รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ	
	S 1002, GV 1/40	EPS
≤ 60	ไม่จำเป็นต้องประเมินผล	ไม่จำเป็นต้องประเมินผล
$60 < v \leq 160$	0.25	0.30
$160 < v \leq 200$	0.25	0.30

(2) ค่าการออกแบบรูปทรงของล้อรถไฟ

ก) การออกแบบของขนาดความกว้างรางรถไฟ รายละเอียดรูปทรงของหัวรางและความลาดเอียง ต้องถูกพิจารณาเพื่อให้แน่ใจว่าการ ค่าขอบเขตรูปทรงของล้อรถไฟไม่เกินที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-2

ข) ชุดเพลาล้อที่ได้รับการออกแบบจะต้องมีรูปร่างที่ผ่านเงื่อนไขตามคุณสมบัติของทางรถไฟ ซึ่งจำลองโดยการคำนวณตาม EN 15302:2008

(a) S 1002 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 13715:2006 ภาคผนวก C ด้วยค่า $SR = 1.420$ เมตร

(b) S 1002 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 13715:2006 ภาคผนวก C ด้วยค่า $SR = 1.426$ เมตร

(c) GV 1/40 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 13715:2006 ภาคผนวก B ด้วยค่า $SR = 1.420$ เมตร

(d) GV 1/40 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 13715:2006 ภาคผนวก B ด้วยค่า $SR = 1.426$ เมตร

(e) EPS ที่กำหนดไว้ใน EN 13715:2006 ภาคผนวก D ด้วยค่า $SR = 1.420$ เมตร

(3) ความต้องการของการควบคุมรูปทรงของล้อรถไฟขณะใช้งาน

ก) ข้อกำหนดในการควบคุมรูปทรงของล้อรถไฟในการดูแลข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ข) ภายหลังการออกแบบเบื้องต้นของระบบทางรถไฟ ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการควบคุมรูปทรงของล้อรถไฟขณะใช้งาน เพื่อให้เกิดความเสถียรภาพคือขนาดความกว้างรางรถไฟ

ค) ผู้ดูแลโครงสร้างพื้นฐานต้องมีการบำรุงรักษาขนาดความกว้างรางรถไฟเฉลี่ยทั้งในทางตรงและทางโค้งของรัศมี $R > 10,000$ เมตร ตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-3 ด้านล่าง

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในการให้บริการทางรถไฟทั้งทางตรงและทางโค้งของรัศมี $R > 10,000$ เมตร

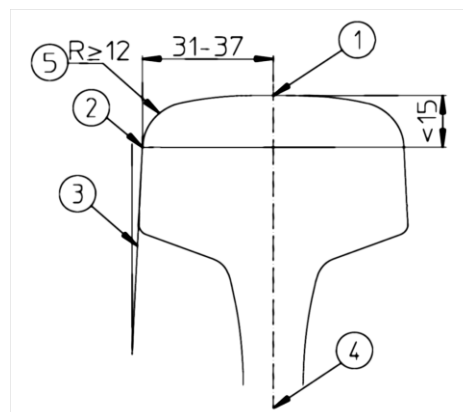
ความเร็วในช่วง (กม./ชม.)	ค่าเฉลี่ย (มม.) ทาร 100 ม.
$v \leq 60$	การประเมินผลไม่จำเป็น
$60 < v \leq 160$	1,430
$160 < v \leq 200$	1,430

ง) ในกรณีรถไฟไม่มีเสถียรภาพขณะวิ่งบนทางรถไฟตามมาตรฐานของรูปทรงของล้อรถไฟที่กล่าวมา ให้มีการตรวจสอบร่วมกันโดยผู้ดูแลรถไฟและโครงสร้างพื้นฐาน

3.11 รูปทรงหัวรางรถไฟทั่วไป (Railhead profile for plain line)

(1) รายละเอียดการออกแบบรูปทรงหัวรางจะประกอบด้วย

- ก) ความลาดเอียงที่ด้านข้างของมุมหัวรางระหว่างแนวตั้งและระยะ $1/16$ อ้างอิงถึงแกนแนวตั้งของหัวราง
- ข) ระยะทางแนวตั้งระหว่างด้านบนของความลาดเอียงด้านข้างและด้านบนของหัวรางจะต้องน้อยกว่า 15 มิลลิเมตร
- ค) รัศมีอย่างน้อย 12 มิลลิเมตรที่ขอบมุม
- ง) ระยะทางแนวนอนระหว่างจุดบนสุดของหัวรางและจุดในแนวเส้นสัมผัสระหว่าง 31 และ 37 มิลลิเมตร



รูปที่ 3-1 รายละเอียดของหัวราง (1 จุดบนสุดของราง, 2 จุดที่สัมผัส, 3 ความลาดเอียงด้านข้าง, 4 แกนแนวตั้งของราง, 5 ขอบมุม)

3.12 ความลาดเอียงของราง (Rail inclination)

(1) สำหรับช่วงธรรมดา

- ก) ทางรถไฟจะมีความลาดเอียงขึ้นไปทางศูนย์กลางของทางรถไฟ

ข) ค่าความลาดเอียงทางรถไฟสำหรับเส้นทางที่กำหนดจะคัดเลือกจากช่วง 1/20 ถึง 1/40

ค) ค่าที่เลือกจะได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบ

(2) สำหรับช่วงที่ติดตั้งประแจ

ก) ทางรถไฟในช่วงประแจจะได้รับการออกแบบมาเพื่อให้เป็นได้ทั้งแนวตั้งหรือแนวเอียงขึ้น

ข) ถ้าทางรถไฟเอียงขึ้น การออกแบบประแจที่เอียงให้เป็นเช่นเดียวกับสายธรรมดา

ค) ความลาดเอียงอาจใช้รูปร่างของหัวราง

ง) ในส่วนระยะสั้นของทางรถไฟสายระหว่างประแจที่ไม่มีความเอียง สามารถอนุญาตให้มีการวางรางโดยไม่ต้องเอียง

จ) การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นจากรางรถไฟเอียงเป็นแนวตั้งจะได้รับอนุญาต

3.13 ประแจ

3.13.1 วิธีของการยึดประแจ (Means of locking)

ประเภท IV-P, IV-F, IV-M, VI-P, VI-F และ VI-M

(1) ทุกชิ้นส่วนที่เคลื่อนย้ายได้ของประแจจะได้รับการติดตั้งด้วยวิธีการยึดตายด้วยกเว้นในย่านสับเปลี่ยนและรางอื่นๆ ที่ใช้สำหรับสับราง

ประเภท V-P, V-F, V-M, VII-P, VII-F และ VII-M

(2) ทุกชิ้นส่วนที่เคลื่อนย้ายได้ของประแจจะได้รับการติดตั้งด้วยวิธีการยึดตายตัวในขณะที่ความเร็วสูงสุด มากกว่า 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง เว้นแต่ใช้เฉพาะในทิศทางที่ต่อท้าย

3.13.2 รูปทรงของประแจ (In-service geometry of switches and crossings)

(1) TSI จำกัดค่าขณะใช้งานที่เข้ากันได้กับลักษณะรูปทรงของชุดเพลาล้อตามที่กำหนดไว้ใน TSI RSTผู้จัดการด้านโครงสร้างพื้นฐานจะต้องวางแผนการบำรุงรักษาและออกแบบ เพื่อให้แน่ใจว่าอยู่ในขอบเขต TSI ข้อจำกัดเหล่านี้จะถูกกำหนดให้สามารถดำเนินการได้ทันที

(2) คุณลักษณะทางเทคนิคของประแจจะต้องสอดคล้องกับ (รูปที่ 3-2 (บน))

ก) ระยะ 1 สูงสุด เท่ากับ 1,380 มิลลิเมตร

ข) ระยะ 2 ต่ำสุด เท่ากับ 1,392 มิลลิเมตร คำนวณที่ตำแหน่งต่ำกว่า running surface 14 มิลลิเมตร ในแนวเส้นอ้างอิง (theoretical reference line) ที่มีระยะห่างจาก actual point (RP) ที่เหมาะสมตามที่ระบุไว้ในรูปที่ 3-2 (ล่าง)

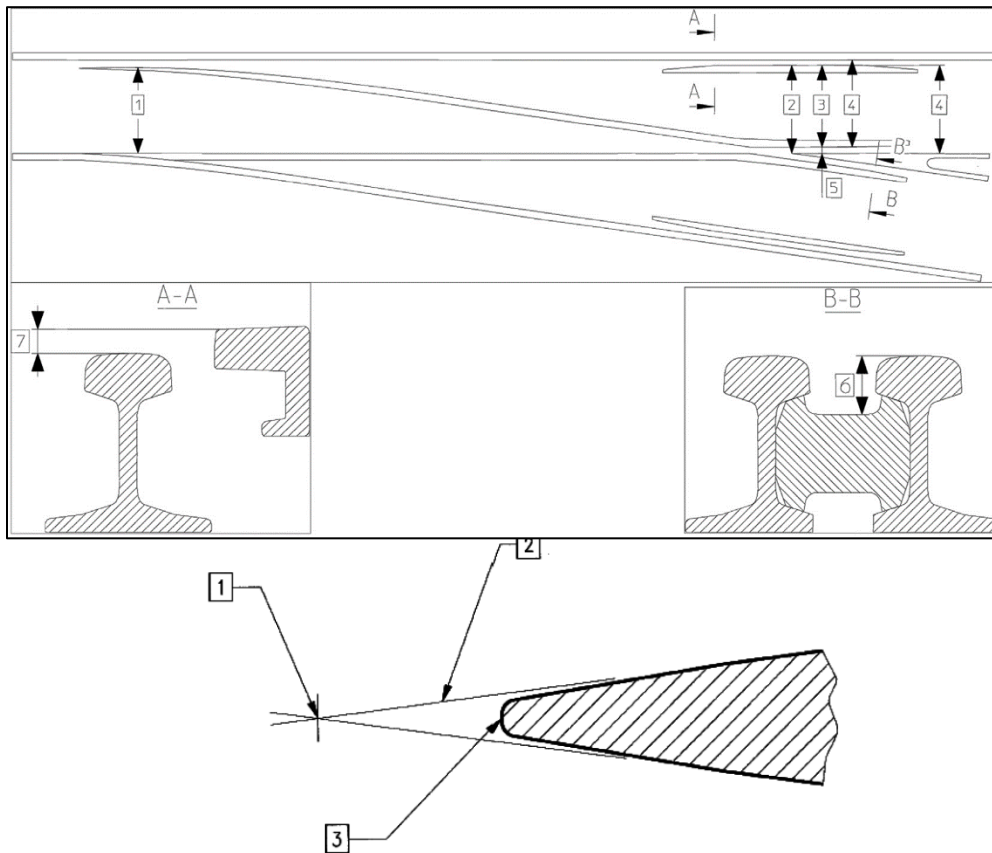
ค) ระยะ 3 สูงสุด เท่ากับ 1,356 มิลลิเมตร

ง) ระยะ 4 สูงสุดเท่ากับ 1,380 มิลลิเมตร

จ) ระยะ 5 ต่ำสุดเท่ากับ 38 มิลลิเมตร

ฉ) ระยะ 6 ต่ำสุด เท่ากับ 40 มิลลิเมตร

ช) ระยะ 7 สูงสุด เท่ากับ 70 มิลลิเมตร



รูปที่ 3-2 (บน) 1-Free wheel passage in switches, 2-Fixed nose protection, 3-Free wheel passage at crossing nose, 4-Free wheel passage at check rail/wing rail entry, 5-Flangeway width, 6-Flangeway depth, 7-Excess height of check rail(ล่าง)ระยะที่ประแจ 1-Intersection point (IP), 2-Theoretical reference line, 3-Actual point (RP)

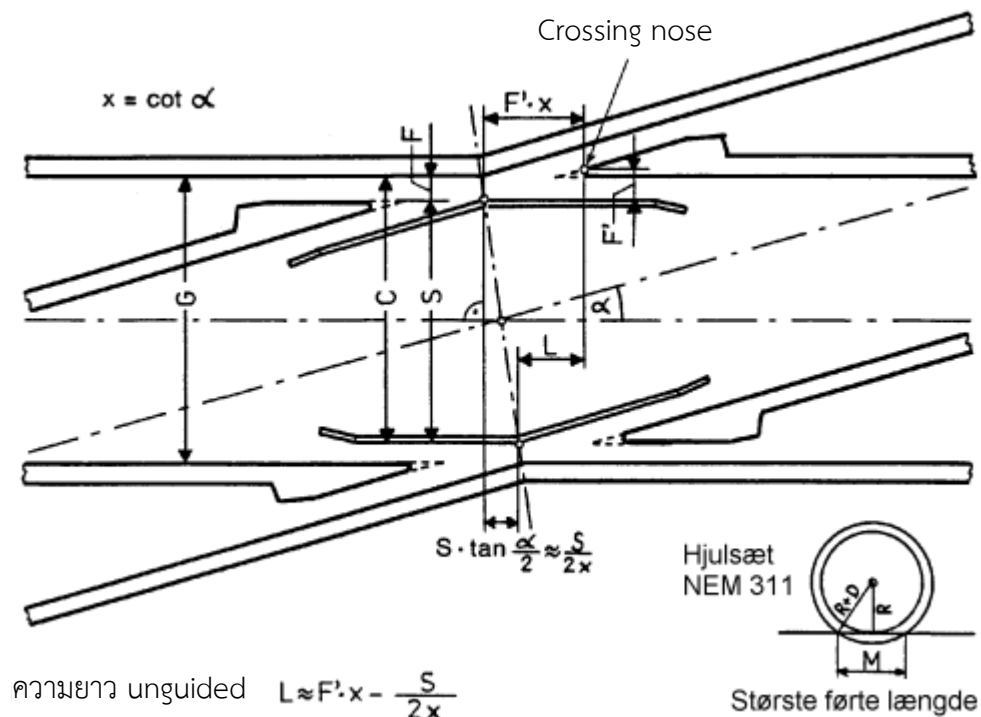
3.13.3 ความยาวสูงสุดของ fixed obtuse crossings (Maximum unguided length of fixed obtuse crossings)

(1) ควรออกแบบเพื่อไม่ให้ความยาว unguided มากเกินไป ความยาว unguided ต้องกำหนดด้วย

ก) Minimum crossing angle: tangent 1/9 ($\tan \alpha = 0.11$, $\alpha = 6^{\circ}20'$)

ข) Minimum check rail height: 45 mm

ค) รองรับล้อรถไฟที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 330 มม



รูปที่ 3-3 แสดง obtuse crossings

3.14 ความต้านทานทางรถไฟต่อแรงที่ใช้

3.14.1 ความต้านทานทางรถไฟต่อแรงในแนวตั้ง (Track resistance to vertical loads)

(1) รางรถไฟรวมทั้งประแจจะได้รับการออกแบบให้ทนต่อกำลังอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก) น้ำหนักเพลตามตัวแปรประสิทธิภาพการทำงานสำหรับประเภท TSI ของเส้นทางตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-1

ข) แรงสูงสุดแบบไดนามิกสจากล้อที่เกิดจากของชุดเพลล้อที่กระทำต่อรางรถไฟที่กำหนดใน TSI RST จะใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขการทดสอบที่กำหนดไว้

ค) แรงสูงสุดแบบเกือบล้มจากล้อที่เกิดจากของชุดเพลล้อที่กระทำต่อรางรถไฟที่กำหนดใน TSI RST จะใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขการทดสอบที่กำหนดไว้

3.14.2 ความต้านทานตามยาวทางรถไฟ (Longitudinal track resistance)

ก) การออกแบบแรง

(1) รางรถไฟรวมทั้งประแจจะถูกออกแบบมาเพื่อทนต่อแรงตามยาวที่เกิดจากการเบรก TSI RST กำหนดขีดจำกัดเกี่ยวกับการชะลอตัวซึ่งจะต้องใช้ในการตรวจสอบแรงตามยาวที่เกิดจากการเบรก

(2) รางรถไฟจะได้รับการออกแบบให้ทนต่อความร้อน แรงตามยาวที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรางรถไฟและเพื่อลดโอกาสในการโค้งของรางรถไฟ

ข) ความเข้ากันได้กับระบบเบรก

(1) รางรถไฟจะได้รับการออกแบบมาให้เข้ากันกับการใช้งานของเบรกรางแบบแม่เหล็กเพื่อการเบรกฉุกเฉิน

(2) การทำงานร่วมกันของการออกแบบรางรถไฟ และการใช้งานของระบบเบรก (ที่ไม่ขึ้นอยู่กับสภาพการยึดเกาะของล้อรถไฟ) เพื่อให้การเกิดเบรกและการเบรกฉุกเฉินจะได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบ

(3) ในกรณีที่รางรถไฟสามารถทำงานร่วมกับระบบเบรก ขึ้นอยู่กับสภาพการยึดเกาะ ต้องมีการระบุข้อจำกัดในการใช้ระบบเบรก โดยคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศในประเทศและจำนวนของการใช้งานเบรกตามสถานที่ที่กำหนด

3.14.3 ความต้านทานด้านข้างทางรถไฟ (Lateral track resistance)

(1) รางรถไฟรวมทั้งประแจจะได้รับการออกแบบให้มีความคงทนอย่างน้อย

ก) แรงด้านข้างสูงสุดแบบไดนามิกส์ที่เกิดจากของชุดเพลาล้อที่กระทำต่อรางรถไฟที่กำหนดใน TSIRST จะใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขการทดสอบที่กำหนดไว้

ข) แรงนำสูงสุดแบบเกือบสถิตที่เกิดจากของชุดเพลาล้อที่กระทำต่อรางรถไฟที่กำหนดใน TSI RST จะใช้สำหรับเป็นเงื่อนไขการทดสอบที่กำหนดไว้

3.15 ความต้านทานของโครงสร้างต่อการรองรับการขนส่งทางรถไฟ

(1) ตามข้อกำหนดของ EN1991-2:2003 และ EN 1990:2002

3.15.1 ความต้านทานของสะพานใหม่ (Resistance of new bridges to traffic loads)

ก) แรงในแนวตั้ง

(1) โครงสร้างต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับแรงในแนวตั้งตามโมเดลต่อไปนี้ที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003:

- โมเดล 71 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

- นอกจากนี้สำหรับสะพานที่ต่อเนื่อง โมเดล SW/0 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

(2) โมเดลแรงจะต้องคูณด้วยแฟคเตอร์อัลฟา (α) ตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

(3) ค่าของอัลฟา (α) จะต้องเท่ากันหรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ค่าอัลฟา (α) เพื่อการออกแบบโครงสร้างใหม่

ประเภทของทางรถไฟ TSI	ค่าอัลฟาน้อยที่สุด (α)
IV	1.10
V	1.00
VI	1.10
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

(4) ผลกระทบจากโมเดลแรงจะต้องได้รับการเพิ่มโดยค่าแฟกเตอร์ไดนามิกส์ Φ ตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

ข) แรงเหวี่ยง

(1) ในกรณีที่ ทางรถไฟบนสะพานโค้งยกสูงทั้งหมดหรือบางส่วนของความยาวสะพาน แรงเหวี่ยงจะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

ค) แรงตามแนวนอนขอบรางด้านบน (nosing force)

(1) แรงตามแนวนอนจะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

ง) พฤติกรรมที่เกิดจากการฉุดลากและเบรก (แรงตามแนวยาว)

(1) แรงฉุดและแรงเบรกจะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991 - 2:2003 ทิศทางของแรงฉุดและแรงเบรกจะคำนึงถึงทิศทางที่ได้รับอนุมัติในการเดินทางในแต่ละราง

จ) การออกแบบรางรถไฟที่ปิดเนื่องจากการขนส่งทางรถไฟ

(1) การบิดรวมสูงสุดที่ออกแบบเนื่องจากการขนส่งทางรถไฟ จะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ใน EN 1990:2002 การบิดรวมที่ออกแบบนี้จะรวมถึงการบิดที่ไม่ได้เกิดจากการกระทำของการขนส่งทางรถไฟ

3.15.2 โหลดแนวตั้งเทียบเท่ากำพังดินใหม่และผลกระทบแรงดันดิน (Equivalent vertical loading for new earthworks and earth pressure effects)

(1) กำพังได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับแรงแนวตั้งให้สอดคล้องกับโมเดลแรง 71 ตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

(2) โมเดลแรง 71 จะคูณด้วยค่าอัลฟาตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003 ค่าอัลฟาจะต้องมีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-4

3.15.3 ความต้านทานของโครงสร้างใหม่ที่อยู่คร่อมหรืออยู่ใกล้กับรางรถไฟ (Resistance of new structures over or adjacent to tracks)

(1) แรงกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของอากาศเนื่องจากรถไฟวิ่งผ่านจะต้องนำมาพิจารณาตามที่กำหนดไว้ใน EN 1991-2:2003

3.15.4 ความต้านทานของสะพานและกำพังที่มีอยู่แล้วต่อการขนส่งทางรถไฟ (Resistance of existing bridges and earthworks to traffic loads)

(1) สะพานและกำพังจะกำหนดระดับการทำงานร่วมกันตามประเภทของทางรถไฟตามตารางที่ 3-1

(2) ข้อกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำสำหรับโครงสร้างสำหรับแต่ละประเภทของทางรถไฟถูกแสดงในตารางที่ 3-5 ซึ่งแสดงระดับน้อยที่สุดที่โครงสร้างสามารถรองรับการทำงานร่วมกันได้

(3) กรณีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ก) ในกรณีโครงสร้างที่มีอยู่จะถูกแทนที่ด้วยโครงสร้างใหม่ โครงสร้างใหม่ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดใน 3.15.1 หรือ 3.15.2

ข) ถ้าประสิทธิภาพขั้นต่ำของโครงสร้างที่มีอยู่แล้วเป็นไปตามตารางที่ 3-5 โครงสร้างเหล่านี้สามารถรองรับการทำงานร่วมกันได้

ค) ในกรณีที่ประสิทธิภาพของโครงสร้างที่มีอยู่แล้วไม่เป็นไปตามตารางที่ 3-5 แต่กำลังอยู่ในระหว่างการปรับปรุง ภายหลังต้องนำมาเปรียบเทียบกับความสอดคล้องกับตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ข้อกำหนดประสิทธิภาพ ประกอบด้วยชนิดของทางรถไฟและความเร็วสูงสุด

TSI category of line	Passenger carriages (including coaches, vans and car carriers) and light freight wagons	Freight wagons other vehicles	Locomotives and power heads	Electric or diesel multiple units, power units and railcars
IV-P	200	No TSI defined	140 - 200	140 - 200
IV-F	No TSI defined	100 - 140	120 - 140	No TSI defined
IV-M	200	100 - 140	140 - 200	140 - 200
V-P	160	No TSI defined	140 - 160	100 - 160
V-F	No TSI defined	100	100	No TSI defined
V-M	160	100	140 - 160	140 - 160
VI-P	140	No TSI defined	140	100 - 140
VI-F	No TSI defined	100	100	No TSI defined
VI-M	140	100 - 140	140	120 - 140
VII-P	120	No TSI defined	120	120
VII-F	No TSI defined	100	80 - 100	No TSI defined
VII-M	120	100	80 - 120	120

3.16 คุณภาพเส้นทางรถไฟที่ได้รับทราบและข้อกำหนดการแยกข้อบกพร่อง

3.16.1 การพิจารณาขอบเขตการดำเนินการได้ทันที การแทรกแซง และการแจ้งเตือน (Determination of immediate action, intervention, and alert limits)

(1) ผู้ดูแลด้านโครงสร้างพื้นฐานจะตัดสินใจดำเนินการในตัวแปรต่อไปนี้

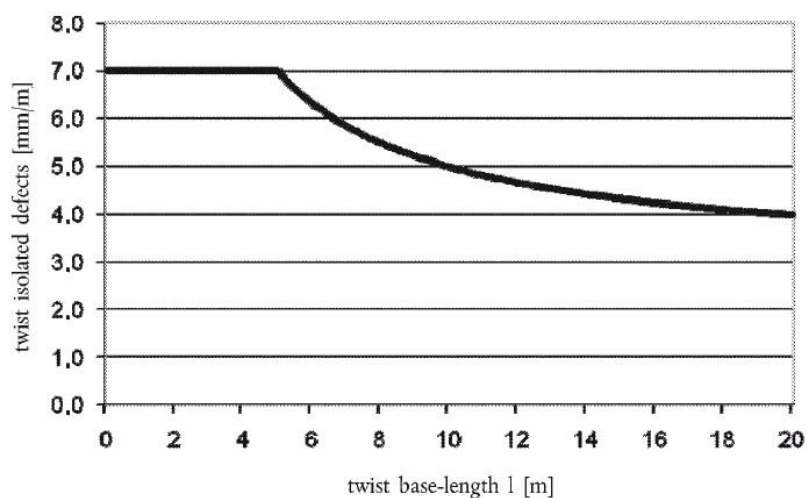
ก) แนวด้านข้าง - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (แจ้งเตือน)

ข) แนวยาว - ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (แจ้งเตือน)

- ค) แนวด้านข้าง – บกพร่อง – ค่าเฉลี่ยถึงค่าสูงสุด
- ง) แนวยาว – บกพร่อง – ค่าเฉลี่ยถึงค่าสูงสุด
- จ) รางรถไฟ – บกพร่อง – ค่าศูนย์ถึงค่าสูงสุดจะเข้าดำเนินการทันทีตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.16.2
- ฉ) การแปรปรวนขนาดความกว้างรางรถไฟ – บกพร่อง – ค่าประกาศขนาดความกว้างรางรถไฟถึงค่าสูงสุดจะเข้าดำเนินการทันทีตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.16.3
- ช) ขนาดความกว้างรางรถไฟเฉลี่ยในช่วงระยะมากกว่า 100 เมตร – ค่าประกาศขนาดความกว้างรางรถไฟถึงค่าเฉลี่ยจะเข้าดำเนินการทันทีตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.10.2
- ซ) การยกโค้ง – ค่าที่ออกแบบถึงค่าสูงสุดจะเข้าดำเนินการทันทีตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ 3.16.4
- (2) เงื่อนไขการวัดสำหรับตัวแปรเหล่านี้จะถูกกำหนดไว้ใน EN 13848-1:2003
- (3) ในการหาข้อจำกัดเหล่านี้ ผู้ดูแลจัดการโครงสร้างพื้นฐานจะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดคุณภาพรางรถไฟที่ใช้เป็นฐานสำหรับรองรับรถไฟ ข้อกำหนดสำหรับตู้รถไฟตาม TSI RST
- (4) การดำเนินการได้ทันที การแทรกแซง และการแจ้งเตือนจะขึ้นผู้จัดการโครงสร้างพื้นฐานที่จะบันทึกไว้ในแผนการบำรุงรักษา

3.16.2 ขอบเขตการดำเนินงานทันทีเมื่อทางรถไฟเกิดผิดรูปร่าง (Immediate action limit for track twist)

- (1) การดำเนินงานเมื่อทางรถไฟเกิดผิดรูปร่าง จะถูกตั้งระดับจากศูนย์ถึงค่าสูงสุด โดยการบิตสามารถคำนวณจากความแตกต่างระหว่างหน้าตัดหัวรางทั้งสองระยะ
- (2) ข้อจำกัดการผิดรูปเป็นฟังก์ชันของระยะ (l) ตามสูตร:
- การบิดสูงสุด = $(20/l + 3)$
- ก) l เป็นฐานที่วัด (m) โดยที่ $1.3 \text{ m} \leq l \leq 20 \text{ m}$
- ข) มีค่าสูงสุดที่ 7 มิลลิเมตร/เมตร

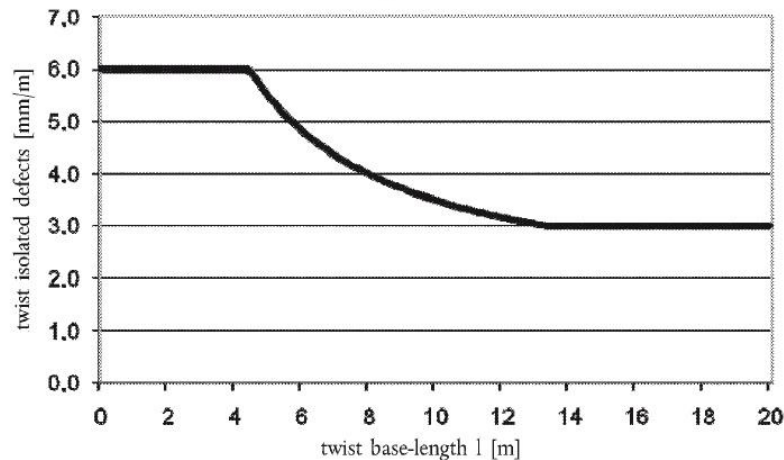


รูปที่ 3-3 ข้อจำกัดของทางรถไฟที่ผิดรูปร่างสำหรับทุกประเภทของทางรถไฟ

(3) ผู้จัดการโครงสร้างพื้นฐานจะกำหนดแผนการบำรุงรักษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องตามข้อกำหนด

สำหรับเส้นทาง IV-F, IV-M, V-F, V-M, VI-F, VI-M, VII-F และ VII-M

(4) ถ้ารัศมีของเส้นโค้งน้อยกว่า 420 เมตร และการยกโค้ง $D > (R - 100) / 2$ การผิดรูปของรางจะถูกจำกัดตามสูตร การบิดตัวสูงสุด = $(20 / l + 1.5)$ กับค่าสูงสุดระหว่าง 6 มิลลิเมตร/เมตร และ 3 มิลลิเมตร/เมตร ขึ้นอยู่กับความยาวการบิดแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-4 ขีดจำกัดของทางรถไฟที่ผิดรูปร่างสำหรับการขนส่งสินค้าและเส้นทางที่หลายหลายกับโค้งที่มีขนาดเล็ก

3.16.3 ขอบเขตการดำเนินงานทันทีสำหรับการแปรปรวนของขนาดความกว้างรางรถไฟ (Immediate action limit for variation of track gauge)

ขีดจำกัดในการดำเนินการทันทีสำหรับการแปรปรวนของขนาดความกว้างรางรถไฟกำหนดไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ขีดจำกัดในการดำเนินการทันทีสำหรับการแปรปรวนของขนาดความกว้างรางรถไฟ

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ขนาด (มิลลิเมตร)	
	ค่าประกาศขนาดความกว้างรางรถไฟถึงค่าสูงสุด	
	ขนาดความกว้างรางรถไฟต่ำสุด	ขนาดความกว้างรางรถไฟสูงสุด
$V \leq 80$	- 9	+ 35
$80 < V \leq 120$	- 9	+ 35
$120 < V \leq 160$	- 8	+ 35
$160 < V \leq 200$	- 7	+ 28

3.16.4 ขอบเขตการดำเนินงานทันทีสำหรับการยกโค้ง (Immediate action limit for cant)

ประเภท IV-P, V-P, VI-P และ VII-P

(1) การยกโค้งในขณะที่ให้บริการต้องรักษาระดับภายใน ± 20 มิลลิเมตร จากที่ออกแบบ แต่การยกโค้งสูงสุดอยู่ที่ 190 มิลลิเมตร

ประเภท IV-F, IV-M, V-F, V-M, VI-F, VI-M, VII-F และ VII-M

(2) การยกโค้งในขณะให้บริการต้องรักษาระดับภายใน ± 20 มิลลิเมตร จากที่ออกแบบ แต่การยกโค้งสูงสุดอยู่ที่ 170 มิลลิเมตร

3.17 ขานชาลา (Platform)

(1) ข้อกำหนดนี้ใช้ได้กับขานชาลาของผู้โดยสารรถไฟตาม TSI RST

3.17.1 ความยาวใช้งานของขานชาลา (Usable length of platforms)

- (1) ความยาวของขานชาลาเพียงพอที่จะรองรับรถไฟระหว่างประเทศที่สูงที่สุด
- (2) การสร้างความยาวของขานชาลาให้พิจารณาทั้งขณะให้บริการในปัจจุบันและอย่างน้อยสิบปีภายหลังขานชาลาให้บริการ
- (3) ความยาวในการใช้งานของขานชาลาจะได้รับการขึ้นทะเบียนในระบบ

3.17.2 ความกว้างและขอบของขานชาลา (Width and edge of platforms)

(1) สำหรับความกว้างของขานชาลาสามารถมีค่าที่ไม่ตายตัว ความกว้างขั้นต่ำจะไม่รวมโซนที่เป็นอันตราย รวมถึงความกว้างทั้งสองของ freeway (1600 มม) และสำหรับขอบของขานชาลาควรมีช่องว่าง 1500 มม นับจากขอบขานชาลาถึงเส้นเหลือง

3.17.3 จุดสิ้นสุดของขานชาลา (End of platforms)

(1) จุดสิ้นสุดของขานชาลาจะติดตั้งกับกำแพงที่ป้องกันการเข้าถึงสาธารณะ หรือมีการติดตั้ง marking ที่สามารถมองเห็นได้และกระเบื้องยางที่ใช้สำหรับถนนเป็นวิธีที่ปลอดภัยเพื่อป้องกันอันตราย

3.17.4 ความสูงของขานชาลา (Height of platforms)

- (1) ค่าประกาศความสูงของขานชาลาอยู่ระหว่าง 550 มม ถึง 760 มม จากระดับรางสำหรับรัศมีที่มากกว่า 300 ม
- (2) สำหรับรัศมีที่น้อยกว่า 300 ม ค่าประกาศความสูงของขานชาลาขึ้นอยู่กับระยะการวางรถไฟกับขานชาลา
- (3) เช่นเดียวกับ (1) และ (2) ในกรณีขนาดรางเท่ากับ 1520 มม ค่าประกาศความสูงของขานชาลาอยู่ระหว่าง 200 มม ถึง 550 มม จากระดับราง

3.17.5 ระยะห่างของขานชาลา (Offset of platforms)

- (1) ระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางของรางกับขอบของขานชาลาขนานกับระนาบวิ่ง (b_q) จะมีค่าจำกัดภายใต้ construction gauge (b_{qlim})
- (2) การสร้างขานชาลานั้นจะยึดตามสูตร $b_{qlim} \leq b_q \leq b_{qlim} + 50$ มม
- (3) เช่นเดียวกับ (1) และ (2) ในกรณีขนาดรางเท่ากับ 1520 มม ค่าระยะห่างของขานชาลาจะเป็น 1920 มม สำหรับขานชาลาที่สูง 550 มม และ 1745 มม สำหรับขานชาลาที่สูง 200 มม

3.18 สภาพความปลอดภัย

3.18.1 การเปลี่ยนแปลงความดันสูงสุดในอุโมงค์ (Maximum pressure variation in tunnels)

การเปลี่ยนแปลงความดันสูงสุดในอุโมงค์และโครงสร้างใต้ดินบริเวณด้านนอกของรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็วมากกว่า 190 km/h จะต้องไม่เกิน 10 kPa ในช่วงเวลาที่ผ่านอุโมงค์

3.18.2 ข้อจำกัดสัญญาณรบกวนและการสั่นสะเทือนและมาตรการแก้ไข (Noise and vibration limits and mitigation measures)

ยังไม่มีข้อสรุป

3.18.3 การป้องกันไฟฟ้าช็อต (Protection against electric shock)

ข้อกำหนดในการป้องกันจากระบบลากจูงต้องสอดคล้องกับที่ระบุใน TSI ENE ในการป้องกันของระบบสายป้อนเหนือราง

3.18.4 ความปลอดภัยในอุโมงค์รถไฟ (Safety in railway tunnels)

ข้อกำหนดต้องสอดคล้องกับที่ระบุใน TSI SRT

3.18.5 ผลกระทบของแรงลมปะทะด้านข้าง (Effect of crosswinds)

ยังไม่มีข้อสรุป

4. ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยพลังงาน (Energy Subsystem)

4.1 แรงดันและความถี่ (Voltage and frequency)

(1) แรงดันและความถี่ของระบบย่อยพลังงานจะเป็นหนึ่งในสี่ระบบที่กำหนดดังนี้

ก) AC 25 kV, 50 Hz

ข) AC 15 kV, 16.7 Hz

ค) DC 3 kV

ง) DC 1.5 kV

(2) ขนาดและลิมิตของแรงดันไฟฟ้าและความถี่จะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน EN 50163:2004, มาตรา 4

4.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของระบบจ่ายไฟ (Parameters relating to supply system performance)

(1) กระแสสูงสุดที่รถไฟใช้

การออกแบบระบบย่อยพลังงานต้องมั่นใจว่าความสามารถของแหล่งจ่ายไฟเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้และในขณะที่ยอมให้มีการเดินรถไฟที่มีการใช้พลังงานน้อยกว่า 2 เมกะวัตต์โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านกระแสไฟฟ้า

(2) ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ใช้

ค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ pantograph จากการคำนวณจะต้องสอดคล้องตามมาตรฐาน EN 50388:2012, มาตรา 8 ภายใต้การใช้ค่า power factor ที่แท้จริงของรถไฟ

4.3 ความต่อเนื่องของแหล่งจ่ายพลังงานขณะเกิดเหตุขัดข้องในอุโมงค์ (Continuity of power supply in case of disturbances in tunnels)

แหล่งจ่ายพลังงานและระบบสายส่งเหนือรางต้องออกแบบเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของการทำงานในกรณีเกิดเหตุขัดข้องในอุโมงค์

4.4 ความจุกระแสไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้ากระแสตรง, รถไฟขณะหยุดนิ่ง (Current capacity, DC systems, trains at standstill)

(1) สายส่งเหนือรางของระบบ DC ต้องได้รับการออกแบบที่ 300 A (สำหรับแหล่งจ่าย 1.5kV) และ 200 A (สำหรับแหล่งจ่าย 3kV) ต่อ pantograph ขณะรถไฟที่หยุดนิ่ง

(2) ความจุกระแสไฟฟ้าขณะหยุดนิ่ง ต้องผ่านการทดสอบตามค่าของแรงหน้าสัมผัสสถิตที่กำหนดในตารางที่ 4 มาตรา 7.2 ตามมาตรฐาน EN 50367:2012

(3) ระบบสายส่งเหนือรางของระบบจะต้องถูกออกแบบโดยคำนึงถึงข้อจำกัดของอุณหภูมิ ตามมาตรฐาน EN 50119:2009 มาตรา 5.1.2

4.5 การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืน (Regenerative braking)

(1) ระบบไฟ AC ถูกออกแบบมาโดยยอมให้มีการใช้งานการดึงพลังงานกลับขณะเบรกซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนพลังงานได้อย่างต่อเนื่องกับรถไฟขบวนอื่น

(2) ระบบไฟ DC ถูกออกแบบมาโดยยอมให้มีการใช้งานการดึงพลังงานกลับขณะเบรกที่อย่างน้อยด้วยการแลกเปลี่ยนพลังงานกับรถไฟขบวนอื่น

4.6 การจัดเตรียมการป้องกัน (Electrical protection coordination arrangements)

การออกแบบการทำงานของส่วนป้องกันในระบบย่อยพลังงานจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดรายละเอียดในมาตรฐาน EN 50388:2012 มาตรา 11

4.7 ผลกระทบ Harmonics และไดนามิกส์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Harmonics and dynamic effects for AC systems)

(1) การทำงานร่วมกันของระบบจ่ายไฟและตัวรถสามารถนำไปสู่ความไร้เสถียรภาพของไฟฟ้าในระบบ

(2) เพื่อให้มีความเข้ากันได้ของระบบไฟฟ้า ระดับแรงดันฮาร์โมนิกจะถูกจำกัดโดยค่าวิกฤตตามมาตรฐาน EN 50388:2012 มาตรา 10.4

4.8 รูปทรงของสายป้อน (Geometry of the overhead contact line)

(1) สายส่งเหนือรางได้รับการออกแบบมาสำหรับ pantograph ที่มีรูปทรงของตัวสัมผัสตามที่ระบุใน CR LOC&PAS TSI มาตรา 4.2.8.2.9.2

(2) ความสูง ความลาดชันและการเคลื่อนออกด้านข้างของสายป้อนเหนือรางภายใต้แรงต้านลม มีปัจจัยต่อการทำงานร่วมกันในเครือข่ายรถไฟ

ก) ความสูงของสายป้อน

(1) ข้อมูลที่ได้รับการยอมรับสำหรับความสูงของสายคอนแทคระบุไว้ในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ความสูงของสายป้อน

คำอธิบาย	$v \geq 250$ [km/h]	$v < 250$ [km/h]
กำหนดความสูงของสายป้อน	5080 - 5300	5000 - 7000
ค่าน้อยที่สุดในการออกแบบความสูงของสายป้อน (mm)	5080	ตามมาตรฐาน EN 50119:2009 มาตรา 5.10.5 ขึ้นอยู่กับเกจที่เลือกใช้
ค่ามากที่สุดในการออกแบบความสูงของสายป้อน (mm)	5300	6200

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของสายป้อนและความสูงของ Pantograph ขณะทำงาน อยู่ใน EN 50119:2009 รูปที่

1

(3) จุดที่รถไฟตัดกับถนน ความสูงของสายป้อนจะถูกกำหนดโดยกฎหมายในประเทศ หรือในกรณีที่ไม่มีกฎหมายในประเทศให้บังคับใช้ตามมาตรฐาน EN 50122-1:2011 มาตรา 5.2.4 และ 5.2.5

(4) สำหรับขนาดรางที่ 1520/1524 mm ค่าความสูงของสายป้อนมีดังนี้

กำหนดความสูงของสายป้อนระหว่าง 6000 มม. และ 6300 มม.

ค่าน้อยที่สุดในการออกแบบความสูงของสายป้อน: 5550 มม.

ค่ามากที่สุดในการออกแบบความสูงของสายป้อน: 6800 มม.

ข) ระยะเบี่ยงออกด้านข้างสูงสุด

(1) ระยะเบี่ยงออกด้านข้างสูงสุดของสายป้อนจากกึ่งกลางของรางภายใต้แรงต้านลมข้ามให้เป็นไปตามตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ระยะเบี่ยงออกด้านข้าง

ความยาว pantograph (mm)	ระยะเบี่ยงออกด้านข้างสูงสุด (mm)
1600	400
1950	550

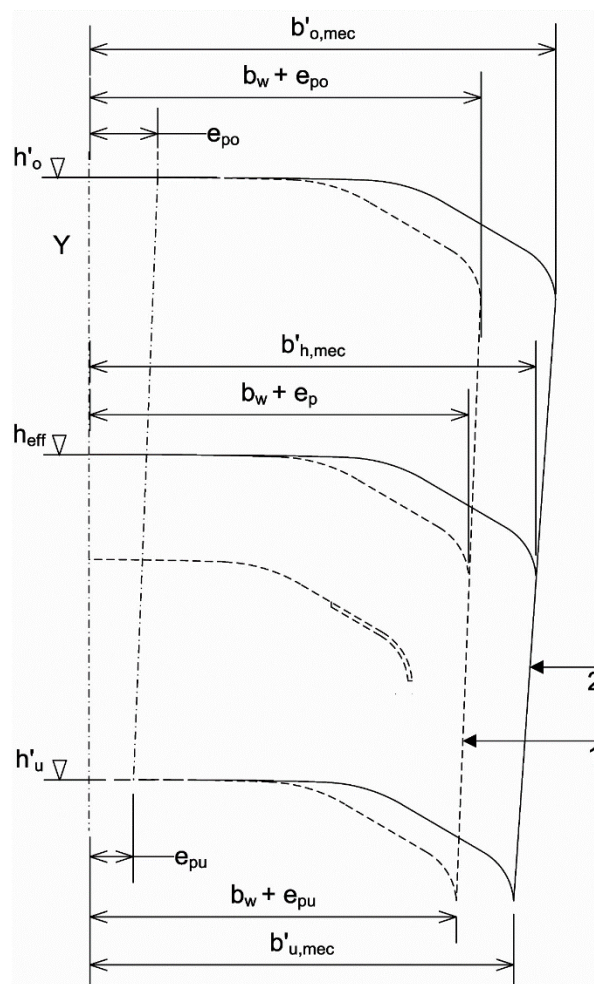
(2) ในกรณีของทางรถไฟที่ประกอบด้วยหลายราง ระยะเบี่ยงออกด้านข้างสูงสุดของสายป้อนจะต้องคำนึงเป็นคู่

4.9 Pantograph gauge

ขนาดความกว้างของ pantograph gauge $b'_{u,mec}$ และ $b'_{o,mec}$ ขึ้นกับความสูงระดับล่างและระดับบนของ pantograph ระยะการแกว่ง e_p และความยาวครึ่งหนึ่งของ pantograph b_w โดยสามารถหาได้จากการคำนวณโดยใช้ทฤษฎีจลน์ ด้วยค่ามาตรฐานดังนี้

ก) สำหรับระยะแกว่ง e_{pu} ที่ 0.11 m ที่ความสูงระดับล่าง h'_u ที่ 5 m

ข) สำหรับระยะแกว่ง e_{po} ที่ 0.170 m ที่ความสูงระดับบน h'_o ที่ 6.5 m



รูปที่ 4-1 การหาความกว้างของ pantograph gauge

4.10 ค่าเฉลี่ยแรงสัมผัส (Mean contact force)

แรง F_m เป็นค่าเฉลี่ยทางสถิติของแรงสัมผัสที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบทางไดนามิกส์และอากาศพลศาสตร์ของแรงจาก pantograph โดยช่วงของ F_m ขึ้นกับระบบจ่ายไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN 50367:2012 มาตรา 7.1 ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยทางสถิติของแรงสัมผัส (v คือ ความเร็วในหน่วย กม/ชม)

ระบบจ่ายไฟฟ้า	F_m (N) ที่ความเร็วไม่เกิน 200 กม/ชม
AC	$60 - 0.00047(v^2) + 90$
DC 3 kV	$90 - 0.00097(v^2) + 110$
DC 1.5 kV	$70 - 0.00047(v^2) + 140$

4.11 พฤติกรรมไดนามิกส์และคุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้า (Dynamic behaviour and quality of current collection)

สายส่งเหนือรางจะถูกออกแบบตามความต้องการพฤติกรรมแบบไดนามิกส์ และการยกตัวของสายป้อนถูกออกแบบขึ้นกับความเร็วสอดคล้องกับตารางที่ 4-4 นอกจากนี้คุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้ามีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของสายป้อน

ตารางที่ 4-4 พฤติกรรมไดนามิกส์และคุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้า

รายการ	ที่ความเร็วเกิน 160 กม/ชม	ที่ความเร็วไม่เกิน 160 กม/ชม
ระยะยกแขน	$2S_0$	
แรง F_m	หัวข้อ 3.8.1.7	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ความเร็วสูงสุด σ_m	$0.3F_m$	
เปอร์เซ็นต์ของการเกิดประกายไฟ (arcing) ที่ความเร็วสูงสุด	≤ 0.1 AC ≤ 0.2 DC	≤ 0.1

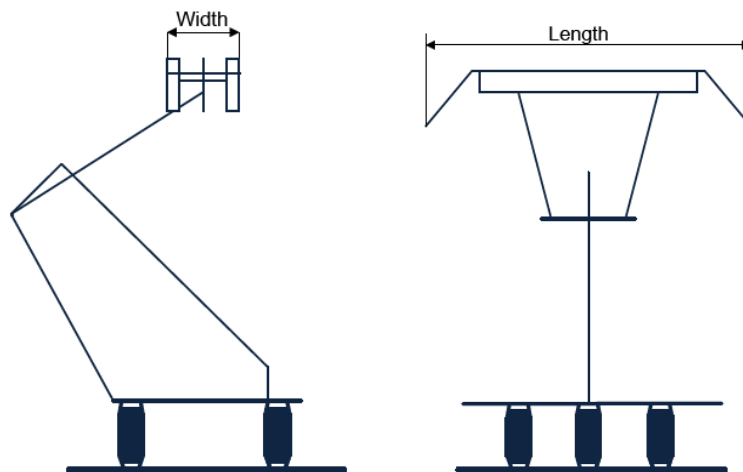
อ้างอิงมาตรฐาน EN50317:2002 และ EN50318:2002 โดยทั่วไปค่าของแรงสูงสุดจะอยู่ในช่วง $F_m + 3\sigma_m$

4.12 Pantograph spacing

ในหัวข้อนี้ สายส่งเหนือรางจะถูกออกแบบสำหรับใช้งาน pantograph สองตัวที่ทำงานข้างเคียงกันโดยระยะ Pantograph spacing จะหมายถึงระยะระหว่างกึ่งกลางของหัว pantograph ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 Pantograph spacing

ความเร็ว v	AC (m)			DC 3kV (m)			DC 1.5 kV (m)		
ประเภท	A	B	C	A	B	C	A	B	C
$160 < v \leq 200$	200	85	35	200	115	35	200	85	35
$120 < v \leq 160$	85	85	35	20	20	20	85	35	20
$80 < v \leq 120$	20	15	15	20	15	15	35	20	15
$v \leq 80$	8	8	8	8	8	8	20	8	8



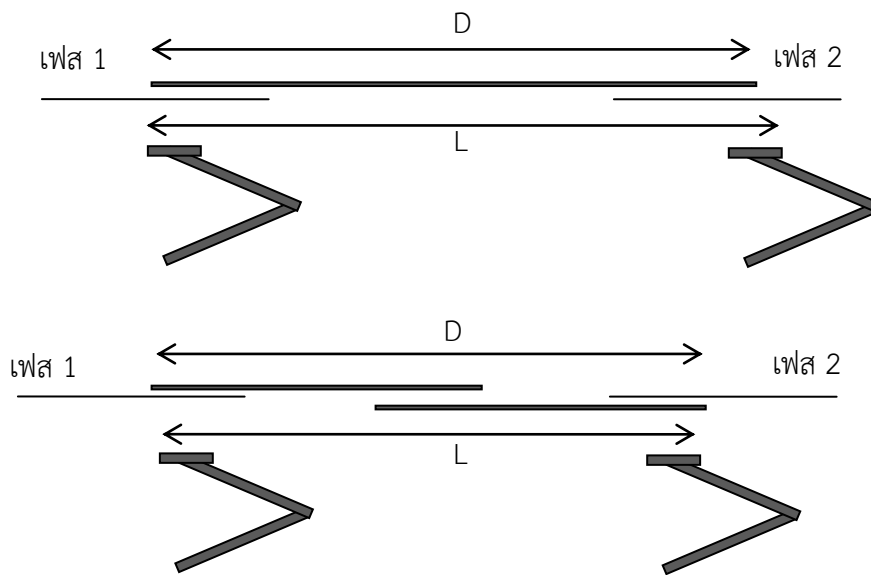
รูปที่ 4-2 ความกว้างและความยาวของหัว pantograph

4.13 วัสดุของสายป้อน (Contact wire material)

การเลือกใช้วัสดุของสายป้อนกับวัสดุที่ใช้ทำแถบหน้าสัมผัสของ pantograph จะมีผลกระทบต่ออายุการทำงานของทั้งสอง วัสดุของสายป้อนที่อนุญาตให้ใช้ตามข้อบังคับจะเป็นทองแดงและโลหะผสมทองแดง โดยยึดตามมาตรฐาน EN 50149:2012 มาตรา 4.2, 4.3 และ 4.6 ถึง 4.8 ส่วนวัสดุของสายป้อนที่อนุญาตให้ใช้ทำแถบหน้าสัมผัสเป็นไปตาม TSI LOC&PAS มาตรา 4.2.8.2.9.4.2

4.14 ส่วนแยกเฟส (Phase separation sections)

การออกแบบส่วนแยกเฟสทำเพื่อสามารถเดินรถไฟฟ้ามขมตอนที่มีเฟสต่างกันโดยปราศจากการชนกันทางไฟฟ้าของทั้งสองระบบ โดยในขณะที่ขมตอนจะถูกกำหนดให้ไม่มีการดึงกระแสไฟฟ้าโดยการลดระดับ pantograph ลงจากสายป้อนยกเว้นในกรณีระยะแยกเป็นช่วงสั้น ช่วงระยะ D ในรูปที่ 4-3 ของ neutral section ซึ่งเป็นส่วนของ isolator ถูกกำหนดตามมาตรฐาน EN 50367:2012 มาตรา 4 ส่วนระยะ L คือระยะระหว่าง pantograph สำหรับขบวนรถไฟฟ้าวิ่งที่ความเร็วมากกว่า 250 กม/ชม ระยะ D ถูกออกแบบเพื่อให้ pantograph ของขบวนรถไฟฟ้าวิ่งอยู่ระหว่างช่วงดังกล่าว โดยทั่วไป ระยะ D มีค่ามากกว่า 402 m และระยะ L มีค่าน้อยกว่า 400 m สำหรับส่วนแยกเฟสแบบสั้นกว่านั้น ระยะ D มีค่าน้อยกว่า 142 m ส่วนระยะ L มีค่ากว่าระยะ D อยู่ที่ 21 m



รูปที่ 4-3 ส่วนแยกเฟส (บน) แบบทั่วไปและ (ล่าง) แบบแยก neutral section (EN 50367:2006)

4.15 ส่วนแยกระบบ (System separation sections)

การออกแบบส่วนแยกระบบทำเพื่อสามารถเดินรถไฟไฟฟ้าข้ามตอนที่มีเฟสต่างกันโดยปราศจากการชนกันของทั้งสองระบบ โดยมี 2 วิธี

ก) pantograph ยกขึ้นขณะข้ามตอน

ทำได้ขณะไม่มีการดึงกระแสไฟฟ้าโดยรูปทรงของสายป้อนจะไม่เอื้อให้เกิดการลัดวงจรของทั้งสองระบบเนื่องจาก pantograph นอกจากนั้นระบบย่อยพลังงานต้องมีระบบที่ช่วยป้องกันในกรณีที่ระบบเบรกเกอร์บนรถไฟไม่ทำงาน ส่วนความสูงของสายป้อนในช่วงแยกระบบให้เป็นไปตามหัวข้อ 4.7

ข) pantograph ลดระดับลงขณะข้ามตอน

โดยการลดระดับ pantograph ลงจากสายป้อนจะทำหากกรณีแรกไม่สามารถทำได้

4.16 การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์วัด (Electric energy consumption measuring equipment)

การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์วัดบนขบวนรถไฟกำหนดให้ปฏิบัติเพื่อสอดคล้องตาม TSI CR LOC&PAS มาตรา 4.2.8.2.8 อุปกรณ์เหล่านี้มีเพื่อตรวจสอบยอดการใช้พลังงานเพื่อการออก billing ที่ทุกประเทศสมาชิกมีการยอมรับ

5. ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยขบวนรถไฟ (Locomotives and Passenger Rolling Stock Subsystem)

โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องจักร

ส่วนนี้จะพูดถึงความต้องการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการออกแบบของโครงสร้างยานพาหนะ(ความแข็งแรง) และการเชื่อมต่อเครื่องจักร(อินเตอร์เฟส)ระหว่างยานพาหนะหรือระหว่างส่วนประกอบต่างๆ

ส่วนใหญ่ของความต้องการนี้เพื่อรับประกันความถูกต้องของเครื่องยंत्रรถไฟในการใช้งานเพื่อความปลอดภัยต่อผู้โดยสารและพนักงานในกรณีการชนกันหรือการตกราง

5.1 การเชื่อมต่อภายใน (Inner coupling)

การเชื่อมต่อภายในระหว่างตู้รถของรถไฟจะรวมกันเป็นระบบที่ยึดหยุ่นที่สามารถทนต่อแรงเนื่องที่ เกิดจากการทำงานเมื่อระบบการเชื่อมต่อภายในระหว่างตู้รถความแข็งแรงตามยาวน้อยกว่าการเชื่อมต่อที่ส่วนปลาย จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการช่วยเหลือหน่วยในกรณีเกิดการแตกของการเชื่อมต่อภายใน ข้อต่อระหว่างตู้รถสองคันสอดคล้องกับมาตรฐาน EN12663-1:2010

5.2 การเชื่อมต่อส่วนปลาย (End coupling)

(ก) การเชื่อมต่อส่วนปลายทั่วไป

สำหรับที่ส่วนปลายทั้งหมดของตู้รถไฟ สิ่งจำเป็นดังต่อไปนี้ถูกประยุกต์ใช้กับทุกชนิดของการเชื่อมต่อส่วนปลาย(อัตโนมัติ,กึ่งอัตโนมัติ หรือด้วยคน)

- การเชื่อมต่อส่วนปลายจะใช้ระบบการเชื่อมต่อที่ยึดหยุ่น ที่สามารถทนต่อแรงเนื่องจากการทำงานในสถานการณ์ต่างๆ
- ชนิดของการเชื่อมต่อเครื่องจักรเข้าด้วยกันกับค่าประกาศ (nominal) สูงสุดในการออกแบบของแรงดึงและแรงกดจะถูกบันทึกในระบบทะเบียน

(ข) ระบบการเชื่อมต่อด้วยคนสำหรับตู้รถที่ออกแบบกับเส้นทางที่เชื่อมโยงทางขนาดมาตรฐาน 1435 mm

เงื่อนไขที่จะกล่าวถึงต่อไปจะใช้เฉพาะกับตู้รถที่พอดีกับระบบการเชื่อมต่อด้วยคน

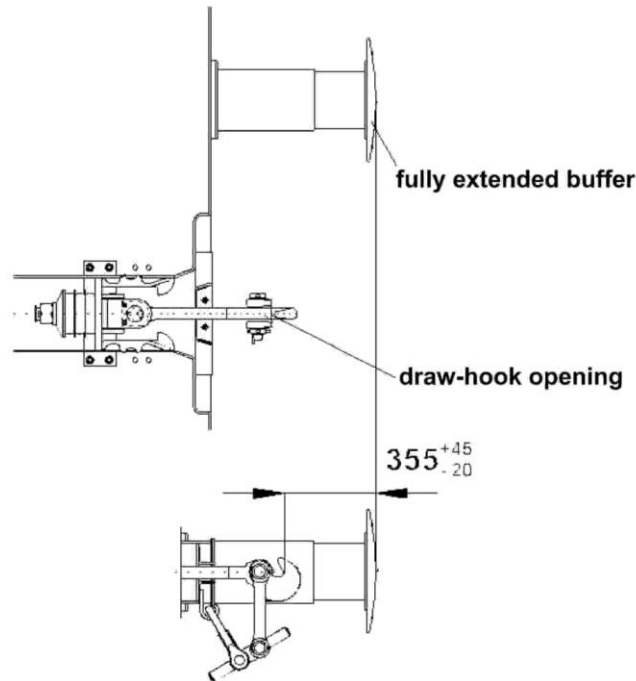
- ระบบเชื่อมต่อจะถูกออกแบบโดยที่ไม่มีคนอยู่ระหว่างตู้รถที่กำลังจะเชื่อมต่อหรือปลดออก ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่
- คู่มือสารกับระบบการเชื่อมต่อด้วยมือจะต้องพอดีกับระบบการเชื่อมต่อของบัฟเฟอร์หรือกันชน เพื่อง และเกลียวข้อต่อ (screw coupling) สอดคล้องตามมาตรฐานของ EN15551:2009 และ EN15566:2009

- คู่อุปกรณ์จะติดตั้งที่ส่วนปลายของตู้รถไฟดังแสดงในรูปที่ 5-1 ความสูงของเส้นศูนย์กลาง(centerline) บัฟเฟอร์จะมีค่าระหว่าง 980 มม.และ 1,065 มม. เหนือระดับราง ระยะห่างมาตรฐานระหว่างเส้นศูนย์กลางบัฟเฟอร์เท่ากับ 1,750 มม. ±10 มม.ขนาดของบัฟเฟอร์จากการนำรถสองตู้ผ่านทางโค้ง S รัศมี 190 เมตร (ขนาดราง 1,458 เมตร) และ ผ่านทางโค้ง S รัศมี150 เมตร (ขนาดราง 1,470 เมตร) ที่มีส่วนตรงอย่างน้อย 6 เมตร

- เกลียวข้อต่อระหว่างตู้รถไฟจะต้องไม่ต่อนื่อง และประกอบด้วยเกลียวเชื่อมต่อถาวรกับhookdraw hook และ draw hook bar ความสูงของเส้นศูนย์กลางของdraw hook จะอยู่ระหว่าง 950 มม. (920 มม. ขณะบรรทุกที่น้ำหนักปกติ) และ 1,045 มม. เหนือระดับราง ที่ปลายตู้รถไฟต้องสามารถรองรับโช้ครวนซึ่งรวมแล้วต้องมีระดับต่ำสุดสูงกว่า 140 มม. เหนือระดับรางขนาดของเกลียวข้อต่อ draw hook และ draw gear ต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน EN15566:2009 น้ำหนักสูงสุดของเกลียวข้อต่อจะไม่เกิน 36 กก. ไม่รวมน้ำหนักของ hookpin

- การปฏิสัมพันธ์ระหว่าง draw gear และ บัฟเฟอร์ gear ต้องออกแบบเพื่อให้ขบวนรถไฟสามารถวิ่งผ่านโค้งที่มีรัศมีต่ำสุด 150 ม. โดยไม่เกิดการยึดของบัฟเฟอร์ระหว่างตู้รถไฟ นอกจากนั้น ระยะห่างระหว่างขอบหน้าของ draw hook กับบัฟเฟอร์ที่ยึดสุดต้องมีค่า 335 มม. +45/-20 มม. ดังแสดงในรูปที่ 5-1

(ค) ระบบการเชื่อมต่อด้วยมือ สำหรับตู้รถที่ออกแบบกับเส้นทางที่เชื่อมโยงรางหลายขนาด



รูปที่ 5-1 รายละเอียดของหัวราง (1 จุดบนสุดของราง, 2 จุดที่สัมผัส, 3 ความลาดเอียงด้านข้าง, 4 แกนแนวตั้งของราง, 5 ขอบมุม)

5.3 การเชื่อมต่อเพื่อช่วยเหลือ (Rescue coupling)

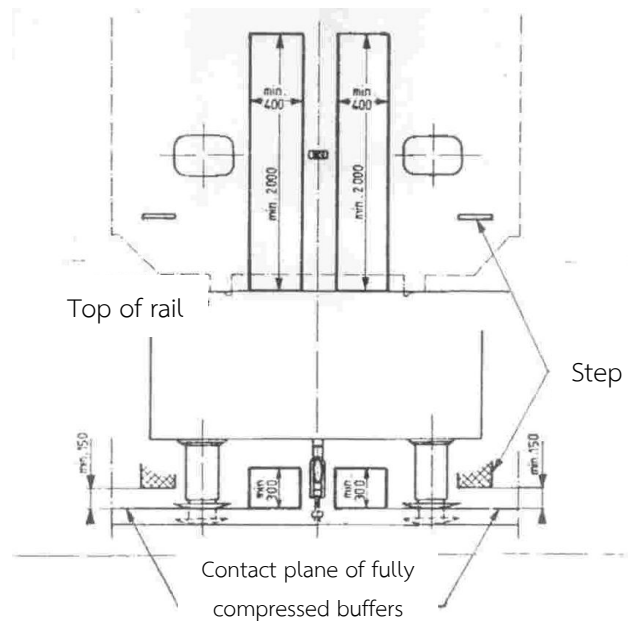
ที่ปลายของตู้รถจะต้องถูกสร้างเพื่อให้สามารถลากจูงหรือผลักเพื่อช่วยเหลือในกรณีขัดข้องกับ โดยอาจติดตั้งระบบเชื่อมต่อถาวรหรือถูกติดตั้งหรือผ่านตัวเชื่อมต่อเพื่อช่วยเหลือ (rescue adapter) ซึ่งจะต้อง

- ออกแบบเพื่อช่วยเหลือที่ความเร็วอย่างน้อย 30 km/h บนทางรถไฟซึ่งทำตามที่ระบุใน TSI INF
- มีความปลอดภัยหลังการเชื่อมต่อ
- ทนต่อแรงที่เกิดในขณะมีการช่วยเหลือ
- ออกแบบโดยไม่ต้องมีคนอยู่ในตู้รถ
- ทั้ง rescue adapter และระบบท่อเบรกจะต้องไม่กีดขวางการเคลื่อนไหวด้านข้างของตะขอภายหลังการเชื่อมต่อ

5.4 ทางเข้าพนักงานในการเชื่อมต่อและการปลดออก (Staff access for coupling and uncoupling)

ตู้รถไฟต้องถูกออกแบบเพื่อให้พนักงานไม่มีความเสี่ยงระหว่างการเชื่อมต่อและปลดออกหรือการดำเนินการช่วยเหลือ ผู้โดยสารตู้รถไฟที่เหมาะสมกับระบบการเชื่อมต่อด้วยมือจะต้องสอดคล้องกับความต้องการที่จะกล่าวต่อไปนี้

- พื้นที่ในรูปภาพ 5-2 จะต้องเป็นอิสระจากส่วนที่ตรึงไว้ ส่วนประกอบของ coupling gear จะอยู่ในตำแหน่งตรงกลางด้านข้าง สายเคเบิลที่เชื่อมต่อกันและท่อที่ยึดหยุ่นและส่วนที่สามารถยืดหดของทางเดินเชื่อมระหว่างตู้รถไฟ (gangways) สามารถอยู่ข้างในพื้นที่นี้ได้ กันชนจะต้องไม่ขัดขวางการเข้าสู่พื้นที่



รูปที่ 5-2 รายละเอียดของหัวราง (1 จุดบนสุดของราง, 2 จุดที่สัมผัส, 3 ความลาดเอียงด้านข้าง, 4 แกนแนวตั้งของราง, 5 ขอบมุม)

- ราวมือจับใต้แต่ละบัฟเฟอร์ต้องทนต่อแรง 1.5 kN

5.5 ทางเดินเชื่อมระหว่างตู้รถไฟฟ้า (gangways)

ทางเดินเชื่อมระหว่างตู้รถไฟฟ้าช่วยให้ผู้โดยสารเพื่อให้อิสระจากกระหว่างตู้โดยสารโดยไม่มีความเสี่ยง

5.6 ความแข็งแรงของโครงสร้างยานพาหนะ (Strength of vehicle structure)

ความแข็งแรงสถิตและพลวัตของตัวรถไฟเป็นตัวแปรสำคัญเพื่อทำให้มั่นใจในความปลอดภัยตามที่ต้องการ ดังนั้น โครงสร้างของแต่ละตัวรถจะสอดคล้องตามมาตรฐาน EN 12663-1:2010 ตัวอย่างชนิดของขบวนรถไฟที่ทนต่อโหลดใน TSI นี้จะสัมพันธ์กับชนิด L สำหรับหัวรถจักรและชนิด PI หรือ PII สำหรับชนิดอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 5-1 (EN 12663-1:2010)

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดความแข็งแรงของโครงสร้างยานพาหนะ

ประเภท	รายละเอียด	Compressive force (kN)		Tensile force (kN)
		at buffers	Diagonally at buffers	at coupler attachment
L	locomotives and power units	2000	500	1000
P-I	coaches	2000	500	1000
P-II	fixed units and coaches	1500	500	1000
P-III	underground, rapid transit vehicles	800	-	600

	and light railcar			
P-IV	light duty metro and heavy duty tramway vehicles	400	-	300
P-V	tramway vehicles	200	-	150

การพิสูจน์ความทนทานของตัวรถต่อการเปลี่ยนรูปร่างและการแตกอาจพิสูจน์โดยการคำนวณหรือการทดสอบ ตามมาตรฐาน EN 12663-1:2010 โดยสภาวะของโหลดเป็นไปตามหัวข้อ “เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก” และ “การสั่นกดของหัวรถจักร”

5.7 การป้องกันภายในตัวรถ (Passive safety)

ในการนี้โครงสร้างทางกลของตู้รถไฟจะป้องกันผู้โดยสารในกรณีที่เกิดการชนกันโดย

- การจำกัดความเร็ว
- การรักษาพื้นที่ที่ปลอดภัยและมีโครงสร้างที่สมบูรณ์
- ลดความเสี่ยงของการขับเกินกำหนด
- ลดความเสี่ยงของการตกราง
- จำกัดผลสืบเนื่องจากการชนสิ่งกีดขวางตามเส้นทาง

ดังนั้น ขบวนรถไฟจะต้องสอดคล้องรายละเอียดที่ระบุไว้ในมาตรฐาน EN15227: 2008 ที่เกี่ยวข้องกับ crashworthiness สถานการณ์ต่อไปนี้อย่างน้อยต้องได้รับการพิจารณา

- สถานการณ์ที่ 1: การชนกันปลายด้านหน้าระหว่างสองขบวนเหมือนกัน
- สถานการณ์ที่ 2: การชนกันปลายด้านหน้ากับขบวนรถบรรทุกขนส่งสินค้า
- สถานการณ์ที่ 3: การชนกันกับรถบนถนนที่มีขนาดใหญ่ในทางรถไฟผ่านถนนเสมอระดับ
- สถานการณ์ที่ 4: การชนกันกับสิ่งที่ต่ำกว่า เช่น รถยนต์ สัตว์ หิน

สถานการณ์เหล่านี้จะอธิบายในตารางที่ ดังแสดงในตารางที่ 5-2 (EN15227: 2008) นอกจากนี้ การลดผลสืบเนื่องจากการชนสิ่งกีดขวางตามเส้นทางสามารถทำได้โดยใช้ Obstacle deflector

ตารางที่ 5-2 crashworthiness ทั้ง 4 สถานการณ์

สถานการณ์	คู่กรณี	ความเร็วกม./ชม.			
		C-I: Locomotives, coaches and fixed train units	C-II: Metro vehicles	C-III: Tram trains, peri- urban tram	C-IV: Tramway vehicles
1	ขบวนเหมือนกัน	36	25	25	15

2	ขบวนรถบรรทุก 80 t	36	-	25	-
	ขบวนรถ 120t	-	-	10	-
3	รถ 15 t (ยัดหยุ่น)	<110	-	25	-
	รถ 15 t (แข็ง)	-	-	-	25
4	สิ่งที่ต่ำกว่า	ใช้ Obstacle deflector	-	ใช้ Obstacle deflector	-

5.8 การยกและแม่แรง (Lifting and jacking)

การยกหรือใช้แม่แรงอย่างปลอดภัยควรเป็นกรณีกฏหรือข้อบังคับ โดยทำที่ส่วนปลายของตัวรถไฟซึ่งตำแหน่งการยกต้องมีความปลอดภัยและมีความเสถียร มีพื้นที่เพียงพอที่จุดยกซึ่งไม่กีดขวางอุปกรณ์กฏอื่นๆ และนอกจากนี้ต้องมีการทำเครื่องหมายจุดยกเป็นดังแสดงในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 เครื่องหมายจุดยก

เครื่องหมาย	ความหมาย
	ยกตู้รถทั่วไป
	ยกตู้รถที่ส่วนปลายพร้อม running gear
	ยกตู้รถที่ส่วนปลายไม่รวม running gear

ความสามารถของตัวถังรถต่อการเปลี่ยนรูปร่างและการแตกอาจพิสูจน์โดยการคำนวณหรือการทดสอบ ตามมาตรฐาน EN 12663-1:2010

5.9 การยึดอุปกรณ์สู่โครงสร้างตัวรถ (Fixing of devices to car body structure)

เพื่อลดผลสืบเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุอุปกรณ์ติดตั้งประจำที่ในรถจะต้องมีความมั่นคง ไม่หลุดออกและนำความเสี่ยงของการบาดเจ็บสู่ผู้โดยสารหรือนำไปสู่การตกของ อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องได้รับการออกแบบตามมาตรา 6.5.2 ของมาตรฐาน EN 12663-1:2010

5.10 ประตูทางเข้าของพนักงานและสินค้า (Staff and freight access doors)

ประตูจะได้รับการติดตั้งอุปกรณ์ที่จะปิดและล็อกประตู ประตูจะยังคงปิดและล็อกจนกว่าจะทำการเปิด

5.11 ลักษณะทางกลของกระจก (Mechanical characteristics of glass)

กระจกผิวเรียบและกระจกเงาจะต้องเป็นกระจกลามิเนตหรือเสริมแกร่งซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานระดับชาติหรือนานาชาติ เพื่อลดความเสี่ยงให้แก่ผู้โดยสารและเจ้าหน้าที่ได้รับบาดเจ็บโดยกระจกที่แตก

5.12 เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก (Load conditions and weighted mass)

เงื่อนไขด้านน้ำหนักต่อไปนี้ที่กำหนดไว้ในมาตรา 3.1 ของมาตรฐาน EN 15663:2009 โดยจะพิจารณา

- การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกพิเศษ
- การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกปกติ
- การออกแบบมวลตามความต้องการ

สำหรับสภาพน้ำหนักแต่ละเงื่อนไขที่กำหนดไว้ข้างต้นข้อมูลต่อไปนี้จะได้รับการระบุไว้ในเอกสารทางเทคนิค

- มวลรวมรถ (สำหรับแต่ละตู้รถในขบวนรถ)
- มวลต่อเพล (สำหรับแต่ละเพล)
- มวลต่อล้อ (สำหรับแต่ละล้อ)

สภาพน้ำหนัก 'การออกแบบมวลตามความต้องการ' จะวัดได้โดยชั่งน้ำหนักตู้รถไฟในขณะที่อีกสองแบบอาจใช้การคำนวณรถที่ถูกประกาศใช้งานร่วมกันได้ระหว่างประเทศ น้ำหนักมวลรวมรถในสภาพน้ำหนัก 'การออกแบบมวลตามความต้องการ' จะต้องไม่เกินกว่า 3% มวลรวมรถที่ถูกประกาศ สำหรับประเภทที่มีการตรวจสอบใบรับรอง 'EC'

ปฏิสัมพันธ์ของทางและความกว้างของทาง

5.13 ความกว้างของทาง (Gauge)

ความกว้างของทางเป็นอินเทอร์เฟสระหว่างขบวนรถไฟและโครงสร้างพื้นฐานที่อธิบายโดยอ้างอิงเส้นโครงร่างและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องในการคำนวณ ความกว้างของทางเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการทำงานตามที่ระบุไว้ใน TSI INF และขึ้นอยู่กับประเภทของเส้นทาง

เส้นโครงร่างที่อ้างอิงการเคลื่อนที่ตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องได้อธิบายถึงมิติด้านนอกของขบวนรถไฟซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะด้านข้างอ้างอิง GA, GB หรือ GC ในการคำนวณความกว้างของทางค่าสัมประสิทธิ์การแกว่งจะปรับโดยการคำนวณหรือวัดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 15273-2:2009

สำหรับขบวนรถไฟความกว้างของสาลี่ (pantograph gauge) จะได้รับการตรวจสอบโดยการคำนวณตาม EN 15273-2:2009 เพื่อให้แน่ใจว่าลักษณะของสาลี่สอดคล้องกับลักษณะเชิงกลของความกว้างสาลี่ตามที่กำหนดใน TSI ENE และขึ้นอยู่กับ การเลือกรูปทรงของหัวสาลี่

แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟที่มีการพิจารณาในขนาดโครงสร้างพื้นฐานต้องแน่ใจว่ามีระยะฉนวนที่เหมาะสมระหว่าง สาลี่และโครงสร้างที่ติดตั้งประจำที่(fixed installations)

ความกว้างของทางใดๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า GC อาจได้รับการบันทึกในทะเบียนร่วมกับขนาดที่สามารถใช้งานได้สอดคล้อง (GA, GB หรือ GC)

5.14 น้ำหนักกดเพล (Axle load)

น้ำหนักกดเพลาคือเป็นอินเตอร์เฟสระหว่างขบวนรถไฟและโครงสร้างพื้นฐาน น้ำหนักกดเพลาคือเป็นตัวแปรด้านประสิทธิภาพการทำงานของโครงสร้างพื้นฐานที่ระบุไว้ใน TSI INF และขึ้นอยู่กับประเภทของเส้นทาง จำเป็นต้องมีพิจารณาในการร่วมกันระหว่างระยะห่างเพลากับความยาวรถไฟและมีความเร็วสูงสุดที่ได้รับอนุญาตในเส้นทางที่พิจารณา

- มวลต่อเพล (สำหรับแต่ละเพล) สำหรับ 3 สภาวะโหลด ในหัวข้อ ‘เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก’
- ตำแหน่งของเพล (ระยะห่างเพล)
- ความยาวของขบวนรถไฟ
- ความเร็วออกแบบสูงสุด

น้ำหนักกดเพลของแต่ละเพลของแต่ละขบวนรถไฟที่จะใช้เป็นตัวแปรอินเตอร์เฟสกับโครงสร้างพื้นฐานจะต้องมีการกำหนดโดยผู้ประกอบการเดินรถไฟ (Railway Undertaking) ประกอบตามที่กำหนดใน TSI OPE โดยพิจารณาจากน้ำหนักที่คาดว่าจะให้บริการ น้ำหนักกดเพลในสภาวะน้ำหนัก ‘การออกแบบมวลภายใต้อัตราบรรทุกพิเศษ’ แสดงให้เห็นถึงค่าได้สูงสุดของน้ำหนักกดเพลดังกล่าวข้างต้น

5.15 น้ำหนักกดล้อ (Wheel load)

อัตราส่วนของความแตกต่างน้ำหนักกดล้อต่อเพล q_j จะได้รับการประเมินโดยการวัดน้ำหนักกดล้อโดยพิจารณาเงื่อนไขน้ำหนัก ‘การออกแบบมวลตามความต้องการ’ ความแตกต่างน้ำหนักกดล้อสูงกว่า 5% ของน้ำหนักของแกนจะอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะในกรณีที่แสดงให้เห็นเป็นที่ยอมรับโดยการทดสอบเพื่อพิสูจน์ความปลอดภัยจากอุบัติเหตุรถไฟตกรางเนื่องจากรางบิด

5.16 ลักษณะเฉพาะขบวนรถไฟสำหรับความเข้ากันได้กับระบบการตรวจจับรถไฟ(Rolling stock parameters which influence CCS subsystem)

ชุดของลักษณะเฉพาะล้อเลื่อนสำหรับความเข้ากันได้กับระบบการตรวจจับรถไฟแบ่งออกตามระบบการตรวจจับรถไฟได้ดังนี้

(ก) วงจรไฟตอน(track circuit) หัวข้อต่างๆ มีดังนี้

รูปทรงของขบวนรถไฟ

- ระยะห่างสูงสุดระหว่าง 2 เพลติดต่อกันระบุไว้ใน TSI CCS ดังรูปที่ 5-3 ไม่เกิน 17,500 มม.
- ระยะห่างสูงสุดระหว่างปลายบัฟเฟอร์และเพลแรกระบุไว้ใน TSI CCS (ระยะ b_1) ไม่เกิน 4,200 มม.

การออกแบบขบวนรถไฟ

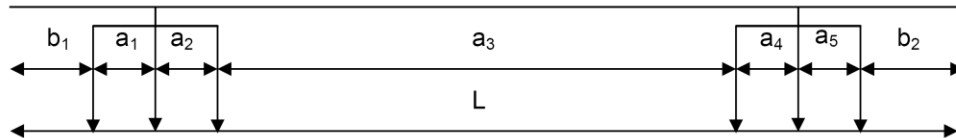
- น้ำหนักกดเพลขั้นต่ำในทุกสภาพน้ำหนักที่ระบุไว้ใน TSI CCS อย่างน้อย 5 t
- ความต้านทานไฟฟ้าระหว่างล้อตรงข้ามของชุดล้อที่จุดพื้นผิวสัมผัสกับราง ระบุไว้ใน TSI CCS เท่ากับ 0.01 และ 0.05 ohm สำหรับชุดล้อใหม่และที่ผ่านการ overhaul ตามลำดับ
- สำหรับขบวนรถไฟที่ติดตั้งสายและมาพร้อมกับแหล่งจ่ายไฟ 1,500 VDC หรือ 3,000 VDC ความต้านทานน้อยที่สุดระหว่างสายและแต่ละล้อของรถไฟระบุไว้ใน TSI CCS มีค่ามากกว่า 0.45 และ 1.0 ohm แบบเหนี่ยวนำสำหรับระบบ 75 Hz, 1,500 VDC และ 50 Hz, 3,000 VDC ตามลำดับ

Isolating emissions

- ข้อจำกัดของการใช้อุปกรณ์ปล่อยทราย (sanding equipment) บนทางเพื่อช่วยการห้ามล้อตามที่ระบุใน TSI CCS มีค่าเท่ากับ 500 และ 800 g ที่ความเร็วไม่น้อยกว่าและมากกว่า 140 กม./ชม. ตามลำดับ

EMC

- การจำกัดระดับการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากกระแสลาถยังไม่มีข้อสรุป



รูปที่ 5-3 ระยะ a_i คือระยะระหว่างเพลลา b_j คือระยะตามแนวยาวจากเพลลาแรกหรือเพลลาสุดท้ายไปยังจุดปลายที่ใกล้ที่สุด L คือความยาวรวมของตู้รถไฟ

(ข) axle counter หัวข้อต่างๆ มีดังนี้

รูปทรงของขบวนรถไฟ

- ระยะห่างระหว่าง 2 เพลลาติดต่อกันระบุไว้ใน TSI CCS ดังรูปที่ 5-3 ไม่เกิน 17,500 มม. และไม่ต่ำกว่า $v \times 7.2$ เมื่อ v คือความเร็วในหน่วย กม./ชม.

- ระยะห่างระหว่างปลายบัฟเฟอร์และเพลลาแรกระบุไว้ใน TSI CCS (ระยะ b_1) ไม่เกิน 4,200 มม. และไม่ต่ำกว่า $v \times 7.2$ เมื่อ v คือความเร็วในหน่วย กม./ชม.

- ระยะห่าง $L - (b_1 + b_2)$ ไม่น้อยกว่า 3,000 มม.

รูปทรงของล้อรถไฟ

- รูปทรงของล้อรถไฟระบุในหัวข้อ 'ลักษณะทางกลและรูปทรงของชุดล้อ'

- เส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของล้อรถไฟ (ระยะ D) ดังแสดงในรูปที่ 5-4 ต้องไม่น้อยกว่า

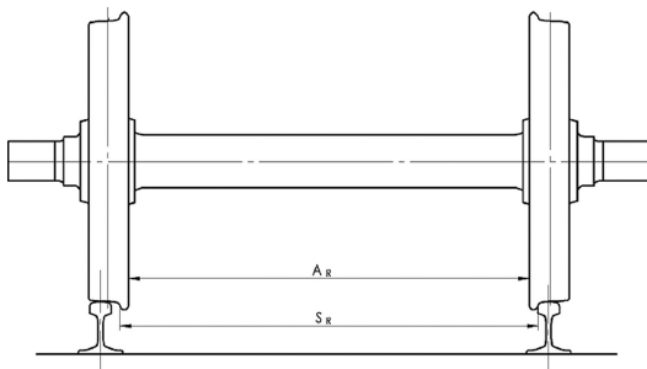
- 330 มม. ที่ความเร็วต่ำกว่า 100 กม./ชม.
- $D = 150 + 1.8 v$ ที่ความเร็วระหว่าง 100 - 250 กม./ชม.
- $D = 50 + 2.2 v$ ที่ความเร็วระหว่าง 250 - 350 กม./ชม.
- 600 มม. สำหรับล้อรถชนิดซี่ (Spoke Wheels)

การออกแบบขบวนรถไฟ

- วัสดุที่ใช้ทำล้อต้องเป็นประเภท ferromagnetic

EMC

- การจำกัดระดับการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ eddy current หรือ magnetic track brake ยังไม่มีข้อสรุป



รูปที่ 5-4 แสดงระยะ D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำสุดของล้อรถไฟ ระยะ A_R เป็นระยะห่างระหว่างล้อด้านในของชุดเพลาล้อรถไฟ และระยะ S_R เป็นระยะห่างระหว่างขอบหน้าสัมผัสของชุดเพลาล้อ

(ค) loop equipment หัวข้อต่างๆ มีดังนี้

การออกแบบขบวนรถไฟ

- วัสดุมวลโลหะที่ใช้ทำยังไม่มีข้อสรุป

5.17 การตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนล้อและเพลาล้อ (Axle bearing condition monitoring)

การตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนล้อและเพลาล้อสามารถทำได้ โดยใช้อุปกรณ์บนรถไฟหรือการใช้อุปกรณ์ข้างทางสำหรับในกรณีใช้อุปกรณ์บนรถไฟยังไม่มีข้อสรุปส่วนในกรณีของการตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์ข้างทางขบวนรถไฟจะต้อง

- สามารถมองเห็นอุปกรณ์ข้างทางของขบวนรถไฟตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN 15437-1:2009 มาตรา 5.1 และ 5.2
- ช่วงของอุณหภูมิการทำงานของตลับลูกปืนยังไม่มีข้อสรุป

5.18 ความปลอดภัยจากการตรึงเมื่อวิ่งบนทางที่มีการบิด (Safety against derailment running on twisted track)

ขบวนรถไฟจะได้รับการออกแบบมาเพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานที่ปลอดภัยในทางที่เกิดการบิดโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างระดับเอียงและระดับปรกติซึ่งความสอดคล้องนี้จะต้องได้รับการตรวจสอบตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ใน EN 14363:2005 มาตรา 4.1 โดยเงื่อนไขการทดสอบตามเครื่องจักรพร้อมตู้รถไฟและกับชุดล้อแต่ละชุด

5.19 พฤติกรรมทางพลศาสตร์ขณะวิ่ง (Running dynamic behaviour)

พฤติกรรมทางพลศาสตร์ของขบวนรถไฟมีผลต่อความปลอดภัยจากอุบัติเหตุรถไฟตกราง การเดินรถ และน้ำหนักที่กดลงบนรางมันเป็นฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยซึ่งถูกล้อมกรอบด้วยข้อกำหนดทางเทคนิคนี้

เพื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนที่ในการวิ่งของขบวนรถไฟ (ความปลอดภัยในการวิ่งและการน้ำหนักที่กดลงบนราง) กระบวนการถูกกำหนดใน EN 14363:2005 มาตรา 5 และนอกจากนี้สำหรับรถไฟที่มีการเอียงไปตามรางได้ (tilting) ใน EN 15686:2010

นอกจากการดำเนินการทดสอบบนสองรางรถไฟที่เอียงแตกต่างกันตามที่กำหนดไว้ใน EN 14363:2005 มาตรา 5.4.4.4 ยังสามารถดำเนินการทดสอบเพียงแค่การเอียงรางเดียวถ้าสามารถแสดงให้เห็นว่าการทดสอบครอบคลุมช่วงของเงื่อนไขที่กำหนดไว้ด้านล่างนี้

-ค่า $\tan\gamma$ ของทรงกรวยล้อที่มีค่า 0.2 ± 0.05 ที่ช่วง lateral displacement ของชุดล้อระหว่าง ± 2 และ ± 4

- เกณฑ์ความไม่แน่นอนใน EN14363: 2005 จะได้รับการประเมินที่การเคลื่อนไหวความถี่ต่ำอย่างน้อยสองช่วงของรางด้วยกรวยล้อน้อยกว่า 0.05 (ค่าเฉลี่ยกว่าส่วนการติดตาม)

- เกณฑ์ความไม่แน่นอนใน EN14363: 2005 จะได้รับการประเมินอย่างน้อยสองช่วงของรางด้วยกรวยล้อตามตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดสอบบนรางระหว่างความเร็วสูงสุดกับรูปทรงกรวย

ความเร็วสูงสุด (กม./ชม.)	รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ
$60 < v \leq 140$	≥ 0.50
$140 < v \leq 200$	≥ 0.40
$200 < v \leq 230$	≥ 0.35
$230 < v \leq 250$	≥ 0.30

นอกจากนี้ยังมีความต้องการเกี่ยวกับการรายงานผลการทดสอบที่กำหนดในมาตรา 5.6 ของ EN 14363:2005 รายงานผลการทดสอบให้หมายความรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพของรางและทรงกรวยล้อที่ทดสอบซึ่งตัวแปรที่ตรวจสอบจะระบุใน EN 13848-1:2003

ในส่วนของคุณภาพของทางสำหรับการทดสอบและการทดสอบบนทาง มีเงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน EN14363 ที่กำหนดเงื่อนไขการทดสอบสำหรับการทดสอบบนทางที่ได้รับการตกลงกันเป็นข้อมูลอ้างอิง อย่างไรก็ตามเงื่อนไขการทดสอบเหล่านี้ไม่สามารถทำได้เสมอไปเนื่องจากข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ทดสอบดังต่อไปนี้

- คุณภาพรูปร่างของทาง (สอดคล้องกับ EN 13848-1)
- ภาพรวมของความเร็ว ส่วนโค้ง และส่วนพร่องของการยกโค้ง(Cant deficiency) (มาตรา 5.4.2 ของ EN 14363)

5.20 ค่าจำกัดสำหรับความปลอดภัยในการเดินรถ (Limit values for running safety)

ค่าขีดจำกัดสำหรับการทำงานด้านความปลอดภัยที่ขบวนรถไฟจะต้องสอดคล้องกับความต้องการที่ระบุไว้ใน EN 14363:2005 มาตรา 5.3.2.2 และนอกจากนี้สำหรับรถไฟที่มีการเอียงตามทีระบุใน EN 15686:2010 การปรับเปลี่ยนต่อไปนี้เป็นอัตราส่วนของ guiding force และ wheel force (Y/Q):

เมื่ออัตราส่วน Y/Q เกินกว่าที่กำหนดจะต้องคำนวณใหม่เพื่อประมาณค่าสูงสุดตามขั้นตอนต่อไปนี้

- สร้างพื้นที่การทดสอบที่สร้างขึ้นจากส่วนของทางทั้งหมดที่มีขนาด $300 \text{ เมตร} \leq R \leq 500 \text{ เมตร}$
- การประมวลผลทางสถิติต่อส่วนทางใช้ x_i (97.5%) แทน x_i (99.85%)
- สำหรับการประมวลผลทางสถิติต่อโซนแทนที่ $k = 3$ (เมื่อใช้วิธีการหนึ่งมิติ) หรือ student coefficient (N-2; 99%) (เมื่อใช้วิธีการสองมิติ) โดย student coefficient (N-2; 95%)

ผลทั้งสอง (ก่อนและหลังการคำนวณใหม่) จะถูกบันทึกไว้ในรายงานผลการทดสอบ

5.21 ค่าจำกัดของน้ำหนักทาง (Track loading limit values)

ขีดจำกัดสำหรับน้ำหนักที่กดลงของทางซึ่งจะได้รับการทดสอบด้วยวิธีการปกติจะมีการระบุไว้ใน EN 14363:2005 มาตรา 5.3.2.3

5.22 รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ (Equivalent conicity)

ค่าที่กำหนดรูปทรงกรวยของล้อรถไฟอ้างอิงในตารางที่ 3-2 สำหรับคำนวณความกว้าง (y) ของชุดเพลาล้อเคลื่อนที่ด้านข้าง

$y = 3$ มิลลิเมตร ถ้า $(TG - SR) \geq 7$ มิลลิเมตร

$y = [(TG - SR) - 1]/2$ ถ้า $5 \text{ มิลลิเมตร} \leq (TG - SR) < 7 \text{ มิลลิเมตร}$

$y = 2$ มิลลิเมตร ถ้า $(TG - SR) < 5$ มิลลิเมตร

เมื่อ TG เป็นขนาดความกว้างรางรถไฟ และ SR เป็นระยะห่างระหว่างขอบหน้าสัมผัสของชุดเพลาล้อ ดังแสดงในรูปที่ 5-4

5.23 ค่าการออกแบบสำหรับรูปทรงของล้อ (Design values for new wheel profiles)

ส่วนนี้กำหนดยืนยันที่จะคำนวณในเพื่อให้แน่ใจว่ารูปร่างของ 'ล้อใหม่' และระยะห่างระหว่างหน้าที่ใช้งานของล้อ (active faces) เหมาะสำหรับทางตามโครงสร้างพื้นฐานที่กำหนดในTSIINF

รูปร่างของล้อและระยะห่างระหว่าง active faces (ขนาด SR ในรูปที่ 5-4) จะต้องคัดเลือกเพื่อให้แน่ใจว่าค่าจำกัดรูปทรงกรวยล้อที่สมดุลที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-5 จะไม่เกินเมื่อชุดล้อถูกออกแบบผ่านเงื่อนไขการทดสอบตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-5 ตารางแสดงค่าจำกัดรูปทรงกรวยล้อ

Maximum vehicle operating speed (km/h)	Equivalent conicity limit values	Test conditions (ดูตาราง 5-6)
≤ 60	N/A	N/A
> 60 และ ≤ 190	0.30	All
> 190	ค่าตามที่กำหนดใน HS RST TSI	เงื่อนไขตามที่กำหนดใน HS RST TSI

ตารางที่ 5-6 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดสอบ

Test condition number	Rail head profile	Rail inclination	Track gauge
1	Rail section 60 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 20	1.435 มม.
2	Rail section 60 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.435 มม.

3	Rail section 60 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 20	1.437 มม.
4	Rail section 60 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.437 มม.
5	Rail section 60 E 2 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.435 มม.
6	Rail section 60 E 2 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.437 มม.
7	Rail section 54 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 20	1.435 มม.
8	Rail section 54 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.435 มม.
9	Rail section 54 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 20	1.437 มม.
10	Rail section 54 E 1 defined in EN 13674-1:2003	1 in 40	1.437 มม.

5.24 รูปทรงกรวยของชุดล้อรถไฟขณะใช้งาน (In-service values of wheelset equivalent conicity)

ขณะใช้งานจำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อความปลอดภัยในการทรงตัวของขบวนรถไฟ โดยค่าที่ควบคุมขึ้นกับรูปทรงกรวยของทั้งล้อและรางขณะใช้งาน

5.25 การออกแบบโครงสร้างของ bogie frame (Structural design of bogie frame)

สำหรับขบวนรถไฟที่รวม bogie frame ความเที่ยงตรงของโครงสร้างของ bogie frame อุปกรณ์ต่างที่เชื่อมต่อตัว bogie frame จะต้องแสดงให้เห็นตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 9.2 ของ EN 13749:2005 การออกแบบของ bogie จะต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ระบุไว้ในมาตรา 7 ของ EN 13749:2005

สมมติฐานที่นำมาใช้เพื่อประเมินผลน้ำหนักเนื่องจากการวิ่งของ bogie (สูตรและค่าสัมประสิทธิ์) สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 13749:2005

5.26 คุณลักษณะทางกลและรูปทรงของชุดล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheelsets)

พฤติกรรมทางกลของชุดล้อ

คุณลักษณะทางกลของชุดล้อต้องทำให้แน่ใจว่าปลอดภัยต่อการเคลื่อนไหวของขบวนรถไฟ คุณลักษณะเชิงกลครอบคลุมเรื่อง

- ชุดประกอบ
- ความต้านทานเชิงกลและลักษณะของการล้า (fatigue)

การแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของชุดล้อที่ประกอบขึ้นจะทำตามที่ระบุใน EN13260:2009 มาตรา 3.2.1 และ 3.2.2 ซึ่งกำหนดขีดจำกัดของแรงตามแนวแกนเพลาล้อและความล้า และการตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมทางกลของเพลาล้อ

สำหรับพฤติกรรมทางกลของเพลาล้อการแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องสำหรับความต้านทานเชิงกล และความล้าของเพลาล้อ จะทำตามที่ระบุใน EN13103:2009 มาตรา 4, 5 และ 6 สำหรับเพลาล้อไม่ได้ขับเคลื่อนด้วยพลังงาน หรือ EN13104:2009 มาตรา 4, 5 และ 6 สำหรับ เพลาล้อขับเคลื่อน

เกณฑ์การตัดสินใจยอมรับความเครียดที่กำหนดที่ระบุไว้ใน EN 13103:2009 มาตรา 7 สำหรับเพลานี้ไม่ได้ขับเคลื่อนด้วยพลังงาน หรือ EN 13104:2009 มาตรา 7 สำหรับเพลานี้มีการขับเคลื่อน

คุณลักษณะความล้าของเพลานี้(พิจารณาการออกแบบ กระบวนการผลิตและพื้นที่เพลานี้) จะได้รับการ ตรวจสอบโดยการทดสอบความล้า จาก 10 ล้านรอบการรับแรงกดบรรทุก)

การตรวจสอบคุณภาพของเพลานี้ที่ผลิต

ขั้นตอนการตรวจสอบจะมีอยู่เพื่อให้แน่ใจว่าขั้นตอนการผลิตที่ไม่มีข้อบกพร่องที่อาจลดคุณลักษณะทางกลของเพลานี้

ความทนทานต่อแรงดึงของวัสดุในเพลานี้ความต้านทานต่อแรง ความเที่ยงตรงของพื้นผิว คุณลักษณะของวัสดุและความสะอาดของวัสดุจะต้องได้รับการตรวจสอบ

ขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องระบุชุดตัวอย่างที่ใช้สำหรับแต่ละคุณลักษณะที่จะรับการตรวจสอบ

พฤติกรรมทางกลของกล่องเพลานี้

กล่องเพลานี้(axle box) จะได้รับการออกแบบมาพร้อมกับการพิจารณาคุณลักษณะความต้านทานและความล้าทางกล โดยมีการจำกัดอุณหภูมิในการให้บริการ

การตรวจสอบสภาพของตลับลูกปืนล้อและเพลานี้ดำเนินการตามหัวข้อ ‘การตรวจสอบสภาพตลับลูกปืนล้อและเพลานี้’

รูปทรงของชุดล้อ

รูปทรงของชุดล้อจะสอดคล้องกับตารางที่ 5-7 ค่าออกแบบใช้สำหรับชุดล้อใหม่และค่าที่ระบุระหว่างใช้งานใช้สำหรับการซ่อมบำรุง

ตารางที่ 5-7 ตารางแสดงค่าออกแบบชุดล้อ

Designation	Wheel diameter D (mm)	Minimum value (mm)	Maximum value (mm)
Front-to-front dimension (S_R) (Distance between active faces) $S_R = A_R + S_d$ (left wheel)+ S_d (right wheel)	$D > 840$	1,410	1,426
	$760 < D \leq 840$	1,412	
	$330 \leq D \leq 760$	1,415	
Back to back distance (A_R)	$D > 840$	1,357	1,363
	$760 < D \leq 840$	1,358	
	$330 \leq D \leq 760$	1,359	

5.27 คุณลักษณะทางกลและรูปทรงของล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheels)

คุณลักษณะของล้อต้องให้แน่ใจว่าการเคลื่อนไหวของขบวนรถไฟเป็นไปอย่างปลอดภัย

คุณลักษณะเชิงกล

คุณลักษณะทางกลของล้อจะได้รับการพิสูจน์โดยการคำนวณความแข็งแรงเชิงกลโดยคำนึงถึงสามกรณีของน้ำหนัก: ทางตรง (ชุดล้ออยู่ศูนย์กลาง) ทางโค้ง (บังใบล้อกดกับทางรถไฟ) และผ่านประแจ (พื้นผิวด้านในของบังใบกดกับทางรถไฟ) ตามที่ระบุไว้ใน EN 13979-1:2003 มาตรา 7.2.1 และ 7.2.2

สำหรับล้อที่ถูกหลอมและรีด เหนือการตัดสินใจที่กำหนดไว้ใน EN 13979-1:2003/A1:2009 มาตรา 7.2.3 การทดสอบแบบ bench test ตาม EN 13979-1:2003/A1:2009 จะมีความจำเป็นเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้อง

สำหรับล้อที่ถูกหลอมและรีด คุณลักษณะความล้า (รวมถึงความหยาบของพื้นผิว) จะได้รับการตรวจสอบโดยการทดสอบประเภทความล้าจาก 10 ล้านรอบการบรรทุก กับความเค้นล้าตัว (fatigue stress) น้อยกว่า 450 MPa (สำหรับ machined webs) และ 315 MPa (สำหรับ unmachined webs) กับความน่าจะเป็นที่ 99.7 % เหนือความเค้นล้าตัว จะใช้ได้กับเหล็กเกรด ER6 , ER7 , ER8 และ ER9 สำหรับเกรดของเหล็กอื่นๆ ใช้การประมาณค่านอกช่วงจากเกณฑ์ของวัสดุ ER 6 และ 7

ประเภทอื่นๆ ของล้อ จะจำกัดการใช้งานในประเทศ

พฤติกรรมทางอุณหภูมิ-กล

ถ้าล้อใช้ในการเบรกขบวนรถไฟด้วยการบล็อกการทำงานของล้อที่วิ่งบนราง ล้อจะต้องได้รับการ พิสูจน์แล้วว่าอุณหภูมิทางกลโดยคำนึงถึงพลังงานสูงสุดที่ใช้เบรก การทดสอบเฉพาะแบบ (Type test) ตามที่ระบุใน EN 13979-1:2003/A1:2009 มาตรา 6.2 จะต้องดำเนินการเพื่อตรวจสอบว่าการเคลื่อนด้านข้างของขอบระหว่างการเบรกและความเครียดตกค้าง (residual stress) อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด

สำหรับล้อที่ถูกหลอมและรีด เหนือการตัดสินใจสำหรับความเครียดที่เหลืออยู่ระบุไว้สำหรับวัสดุล้อ เกรด ER 6 และ 7 ใน EN 13979-1:2003/A1:2009 มาตรา 6.2.2 สำหรับเกรดของเหล็กอื่นๆ ใช้การประมาณค่านอกช่วงจากเกณฑ์ของวัสดุ ER 6 และ 7 การทดสอบที่สองตาม EN 13979-1:2003/A1:2009 มาตรา 6.3 จะสามารถดำเนินการหากว่าความเครียดตกค้างที่ออกแบบเกินกว่าที่กำหนดในการทดสอบครั้งแรก ในกรณีนี้จะต้องรวมการทดสอบ field brake ตามที่ระบุใน EN 13979-1:2003/A1:2009 มาตรา 6.4

ล้อประเภทอื่นๆ จะจำกัดการใช้งานในประเทศ

การตรวจสอบของล้อที่ผลิต

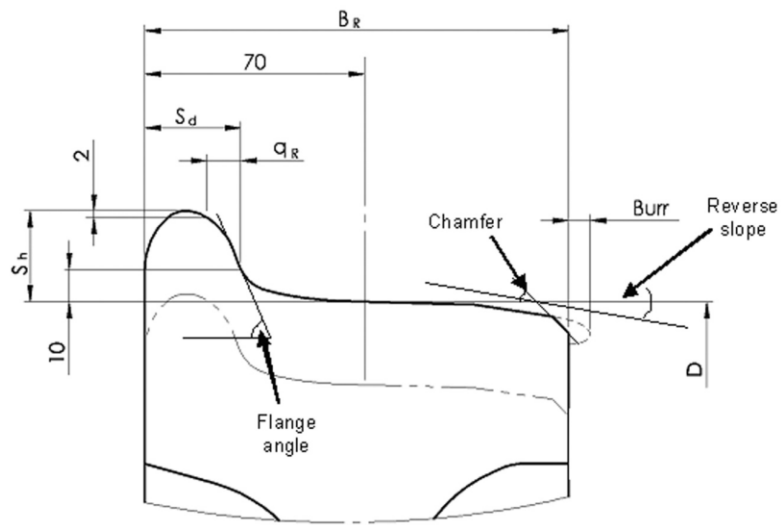
ขั้นตอนการตรวจสอบจะมีอยู่เพื่อให้แน่ใจว่าในเฟสการผลิต จะไม่มีข้อบกพร่องที่อาจลดคุณลักษณะ ทางกลของล้อ

ความทนทานแรงดึงของวัสดุในล้อความแข็งแรงของพื้นผิว ความเหนียวที่ด้านการแตกหัก (Fracture Toughness) ความต้านทานต่อแรงกระแทกคุณลักษณะวัสดุและความสะอาดของวัสดุจะต้องได้รับการตรวจสอบ

ขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องระบุชุดตัวอย่างที่ใช้สำหรับแต่ละคุณลักษณะที่จะรับการตรวจสอบ

มิติของรูปทรง

มิติของรูปทรงของล้อ ตามที่อธิบายในรูปที่ 5-5 จะต้องสอดคล้องกับขีดจำกัดที่ระบุในตารางที่ 5-8 ค่าขีดจำกัดเหล่านี้จะนำมาเป็นค่าออกแบบใช้สำหรับชุดล้อใหม่และค่าที่ระบุระหว่างใช้งานใช้สำหรับการซ่อมบำรุง



รูปที่ 5-5 ค่าตัวแปรรูปทรงของล้อ

ตารางที่ 5-8 ตารางแสดงขีดจำกัดตัวแปรรูปทรงของล้อ

Designation	Wheel diameter D (mm)	Minimum value (mm)	Maximum value (mm)
Width of the rim ($B_R + \text{Burr}$)	$D \geq 330$	133	145
Front-to-front dimension (S_R) (Distance between active faces) $S_R = A_R + S_d$ (left wheel) + S_d (right wheel)	$D > 840$	22	33
	$760 < D \leq 840$	25	
	$330 \leq D \leq 760$	27.5	
Back to back distance (A_R)	$D > 760$	27.5	36
	$630 < D \leq 760$	29.5	
	$330 \leq D \leq 630$	31.5	
Face of flange (q_R)	≥ 330	6.5	

5.28 ชุดล้อเปลี่ยนแปลงตามขนาดทาง (Variable gauge wheelsets)

ข้อกำหนดนี้มีผลบังคับใช้ไปยังตู้รถไฟที่ติดตั้งชุดล้อเปลี่ยนแปลงตามขนาดทางระหว่างขนาดทางตามมาตรฐานยุโรปและขนาดทางอื่นๆ

กลไกการเปลี่ยนแปลงของชุดล้อ จะช่วยให้แน่ใจการลื่นไถลที่ปลอดภัยอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการตามแนวแกนของล้อ การตรวจสอบการมองเห็นภายนอกของระบบลื่นไถล (ล้อหรือปลดลื่นไถล) สามารถทำได้หากชุดล้อมีการติดตั้งอุปกรณ์เบรก ตำแหน่งและการลื่นไถลในตำแหน่งที่ต้องการของอุปกรณ์นี้จะต้องมีความชัดเจน

5.29 รัศมีความโค้งต่ำสุด (Minimum curve radius)

รัศมีความโค้งต่ำสุดเท่ากับ 150 เมตรสำหรับทุกขบวนรถไฟ

5.30 Life guards

ข้อกำหนดนี้สำหรับขบวนรถไฟที่มีห้องของคนขับรถ

ล้อจะถูกป้องกันความเสียหายที่เกิดจากสิ่งของเล็กๆ บนราง โดยมีLife guards ด้านหน้าของล้อบนเพลาลูกหน้า

ความสูงของปลายล่างของLife guardsเหนือรางรถไฟจะเป็น

- 30 มม. ต่ำสุดในทุกสภาวะ

- สูงสุด 130 มม. ในทุกสภาวะ

โดยคิดจากล้อที่มีการสึกหรอและมีการบีบอัดช่วงล่าง

ถ้าobstacle deflectorมีขอบล่างที่น้อยกว่า 130 มิลลิเมตรเหนือรางรถไฟในทุกสภาวะก็สามารถใช้แทนLife guardsได้

Life guardจะได้รับการออกแบบให้ทนต่อแรงตามยาวขั้นต่ำโดยไม่เกิดการผิดรูปถาวร (permanent deformation) ที่ 20 กิโลนิวตัน ข้อกำหนดนี้จะได้รับการตรวจสอบโดยการคำนวณ

Life guardจะได้รับการออกแบบมาเพื่อที่ว่าในระหว่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบพลาสติก (plastic deformation) จะไม่เกิดความผิดพลาดที่ทางหรือrunning gear และถ้าเกิดการสัมผัสwheel treadแล้วจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ทำให้รถไฟตกราง



รูปที่ 5-6 แสดง lifeguard (ที่มา lifeguard. (2014, May 23). Wiktionary, The Free Dictionary. Retrieved 16:09, August 12, 2014 from <http://en.wiktionary.org/w/index.php?title=lifeguard&oldid=26748688>)

การหยุด (เบรก)

วัตถุประสงค์ของระบบเบรกรถไฟเพื่อให้แน่ใจว่าความเร็วของรถไฟจะลดลงหรือคงความเร็วบนทางชัน หรือที่รถไฟสามารถหยุดได้ภายในระยะเบรกสูงสุดที่อนุญาต การเบรกรยังช่วยหยุดการเคลื่อนย้ายรถไฟ

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเบรก คือ พลังงานเบรก (การผลิตแรงเบรก) มวลรถไฟ ความต้านทานการหมุนของล้อรถไฟ ความเร็ว ลະการยืดเกาะ

การระบุประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละขบวนรถไฟในการเดินรถแบบต่างๆ จะช่วยให้สามารถหาประสิทธิภาพการเบรกโดยรวมของรถไฟได้ซึ่งถูกกำหนดโดยรูปแบบการลดความเร็ว ($\text{deceleration} = F(\text{speed})$) และเวลาการตอบสนอง)

ระยะทางหยุด ร้อยละน้ำหนักเบรก (ที่เรียกว่า 'แลมบ์ดา' หรือ 'ร้อยละมวลที่เบรก') ซึ่งหาได้โดยตรงหรือใช้ระยะหยุดจากรูปแบบการลดความเร็วโดยการคำนวณ

ประสิทธิภาพการเบรกอาจแตกต่างกันขึ้นกับน้ำหนักของขบวนรถไฟ ประสิทธิภาพขั้นต่ำในการเบรกในการเดินรถไฟบนเส้นทางที่มีการกำหนดความเร็วไว้จะขึ้นอยู่กับลักษณะเส้นทาง (ระบบอาณัติสัญญาณ ความเร็วสูงสุด ความลาดเอียง ขอบเขตความปลอดภัย) และคุณลักษณะของโครงสร้างพื้นฐาน

5.31 การทำงานหลักของระบบเบรก (Functional requirements)

รถไฟทุกขบวนจะต้องมีฟังก์ชันเบรกตัวหลักที่ใช้ในระหว่างการบริการเดินรถและการเบรกฉุกเฉิน นอกจากนั้นยังต้องมีฟังก์ชันเบรกจอดรถที่สามารถออกแรงเบรกโดยไม่ต้องใช้พลังงานขณะรถจอด

ระบบเบรกตัวหลักจะต้องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและทำงานอัตโนมัติในกรณีเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้การเดินรถสูญเสียความเที่ยงตรงและนำไปสู่การเปิดใช้เบรกบนขบวนรถทั้งหมด

การกระจายพลังงานเบรกจะใช้ในการออกแบบของระบบเบรกและจะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับชิ้นส่วนของระบบเบรกในสภาพการทำงานปกติ โดยจะได้รับการตรวจสอบโดยการคำนวณตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ “การคำนวณที่สัมพันธ์กับความจุอุณหภูมิ”

การออกแบบของระบบเบรกรยังต้องคำนึงถึงวิธีการในการตรวจสอบและทดสอบ ตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ “สภาพเบรกและการบ่งชี้ข้อบกพร่อง”

ประสิทธิภาพการทำงานของเบรกจะต้องมั่นใจในความมั่นคงด้านความปลอดภัยที่แสดงในหัวข้อ “ความต้องการด้านความปลอดภัย” ในกรณีของระบบเบรกถูกรบกวนโดยไม่ได้ตั้งใจ และในกรณีของแหล่งจ่ายพลังงานเบรกขัดข้อง

ในกรณีของการแยกรถไฟโดยไม่ได้ตั้งใจ ทั้งสองส่วนของรถไฟจะถูกทำให้จอด ประสิทธิภาพการเบรกในสองส่วนของรถไฟจะไม่จำเป็นต้องเป็นเหมือนกันกับประสิทธิภาพการเบรกในโหมดปกติ

ในกรณีที่พลังงานเบรกล้มเหลว ต้องสามารถหยุดรถไฟในที่มีความลาดเอียง 35% โดยใช้แรงเสียดทานของระบบเบรกหลักเป็นเวลายาวนานอย่างน้อยสองชั่วโมง

ระบบควบคุมการเบรกจะต้องมีสามโหมดการควบคุม ได้แก่

- เบรกฉุกเฉิน: ใช้แรงเบรกในเวลาอันสั้นเพื่อหยุดรถไฟ
- เบรกบริการ: ใช้แรงเบรกที่สามารถปรับแรงเพื่อควบคุมความเร็วของรถไฟรวมทั้งการหยุดถาวรและชั่วคราว
- เบรกเพื่อจอด: ใช้แรงเบรกเพื่อรักษารถไฟในตำแหน่งนิ่งโดยไม่ใช้พลังงานบนรถไฟ

คำสั่งการใช้เบรกในโหมดต่างๆ ต้องทำงานตลอดเวลา ยกเว้นมีการหยุดคำสั่งการใช้งานเบรคนี้จากพนักงานขับรถ

สำหรับที่ความเร็วสูงกว่า 5 กม. / ชม. การกระตุกสูงสุดเนื่องจากการใช้เบรกจะต้องต่ำกว่า 4 เมตร/ วินาที³ พฤติกรรมการกระตุกอาจหาได้จากการคำนวณและจากการประเมินพฤติกรรมของการลดความเร็วที่วัดในระหว่างการทดสอบเบรก

5.32 ความต้องการด้านความปลอดภัย (Safety requirements)

ระบบเบรกเป็นวิธีการที่จะหยุดรถไฟและดังนั้นจึงมีผลต่อระดับความปลอดภัยของระบบรถไฟ การกำหนดความต้องการต่างๆ ในหัวข้อที่ผ่านมาจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการเดินรถไฟ อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีความจำเป็นในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเบรกที่เป็นองค์ประกอบหลายอย่างมีส่วนร่วม

อันตรายที่ต้องพิจารณาและความต้องการด้านความปลอดภัยที่สอดคล้องกันแสดงในตารางที่ 5-9

ตารางที่ 5-9 ระบบเบรก – ความต้องการด้านความปลอดภัย

หัวข้อ	อันตราย (Hazard)	เป้าหมายความต้องการด้านความปลอดภัย	
		สิ่งที่เกิดตามมา	จำนวนขั้นต่ำของอุปกรณ์ที่รวมกันก่อให้เกิด failure
1	ตู้รถไฟที่มีห้องพนักงานขับ	Catastrophic	2
	รถไฟไม่ลดความเร็วภายหลังการทำงานของเบรกฉุกเฉิน (โดยพนักงานขับหรือระบบอัตโนมัติสัญญาณ)		
2	ตู้รถไฟที่มีอุปกรณ์ลากจูง	Catastrophic	2
	รถไฟไม่ลดความเร็วภายหลังการทำงานของเบรกฉุกเฉิน (แรงลากจูงมากกว่าแรงเบรก)		
3	ทุกตู้รถไฟ	NA	1 หากระยะเบรกเกิน 5% ต้องได้รับการพิจารณา
	ระยะหยุดรถไฟยาวกว่าที่กำหนดภายหลังการทำงานของเบรกฉุกเฉิน		
4	ทุกตู้รถไฟ	NA	2
	ไม่เกิดแรงเบรกเพื่อจอดภายหลังการทำงานของเบรกเพื่อจอด		

5.33 ชนิดของระบบเบรก (Type of brake system)

ขบวนรถไฟจะได้รับการติดตั้งระบบเบรกที่มีท่อเบรกเข้ากันได้กับระบบเบรก UIC ด้วยเหตุนี้มาตรา 5.4 ของมาตรฐาน EN 14198:2004 ระบุหลักการที่จะนำมาใช้

ข้อกำหนดนี้จะถูกตั้งเพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานร่วมกันทางเทคนิคของฟังก์ชันเบรกระหว่างตู้รถไฟที่ต่างกันขบวนรถไฟ

5.34 คำสั่งการเบรกฉุกเฉิน (Emergency braking command)

ต้องมีอย่างน้อยอุปกรณ์ส่งคำสั่งเบรกฉุกเฉินที่ทำงานอิสระกันจำนวนสองชุด โดยสามารถใช้งานง่ายและดำเนินการเพียงครั้งเดียวจากคนขับซึ่งอยู่ในตำแหน่งขับรถตามปกติโดยใช้อุปกรณ์เดียว

การเปิดใช้งานต่อเนื่องของทั้งสองอุปกรณ์ต้องสอดคล้องกับความต้องการความปลอดภัยในหัวข้อที่ 1 ตารางที่ 5-9 โดยหนึ่งในอุปกรณ์นี้ใช้ปุ่มกระแทกสีแดง (ปุ่มลักษณะคล้ายเห็ด)

ตำแหน่งของอุปกรณ์เบรกฉุกเฉินทั้งสองเมื่อเปิดใช้งานจะล็อคตัวเองโดยอุปกรณ์ทางกล การปลดล็อคทำได้เฉพาะเมื่อตั้งใจ

การทำงานของเบรกฉุกเฉินยังสามารถทำงานโดยระบบอัตโนมัติสัญญาณควบคุม-สั่งการ ตามที่กำหนดไว้ใน TSI CCS เมื่อทำการเปิดใช้งานเบรกฉุกเฉินจะเกิดการดำเนินการดังต่อไปนี้อย่างถาวรโดยอัตโนมัติและในเวลาน้อยกว่า 0.25 วินาที

- การส่งคำสั่งเบรกฉุกเฉิน ตลอดขบวนรถไฟโดยสายควบคุมเบรกที่ความเร็วในการส่งสูงกว่า 250 เมตร/วินาที
- ตัดกำลังลากจูงในเวลาไม่น้อยกว่า 2 วินาที การตัดกำลังนี้จะไม่สามารถถูกตั้งค่าใหม่จนกว่าคำสั่ง การลากจูงจะถูกยกเลิกโดยพนักงานขับรถ
- ยับยั้งคำสั่งหรือการดำเนินการปลดเบรกทั้งหมด

5.35 คำสั่งการเบรกบริการ (Service braking command)

ขบวนรถไฟที่ผู้ขับขี่มีห้องคนขับโดยฟังก์ชันเบรกที่ให้บริการจะให้คนขับสามารถปรับ (โดยโปรแกรม หรือปล่อย) แรงเบรกระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุดในช่วงอย่างน้อย 7 ระดับ (รวมทั้งการปล่อยเบรกและแรงเบรกสูงสุด) เพื่อควบคุมความเร็วของรถไฟ

มีเพียงคำสั่งเดียวที่ให้บริการเบรก โดยจะต้องแยกการให้บริการจากฟังก์ชันเบรกที่ให้บริการอื่นๆ เมื่อความเร็วของรถไฟสูงกว่า 15 กม./ชม. การเปิดใช้งานเบรกที่ให้บริการจะนำไปสู่การตัดแรงลากจูงทั้งหมดออกโดยอัตโนมัติ และจะไม่ได้ถูกตั้งค่าใหม่จนกว่าคำสั่งลากจูงจะถูกยกเลิกโดยคนขับ

หมายเหตุ : แรงเสียดทานเบรกอาจจะถูกใช้ โดยเจตนาที่ความเร็วสูงกว่า 15 กม./ชม. ด้วยการลากจูงเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น de-icing ทำความสะอาดชิ้นส่วนเบรก ซึ่งฟังก์ชันเหล่านี้ไม่สามารถทำงานได้หากเปิดใช้เบรกให้บริการ

5.36 คำสั่งการเบรกโดยตรง (Direct braking command)

ระบบเบรกโดยตรงจะช่วยให้การประยุกต์ใช้แรงเบรกเฉพาะในตู้รถไฟที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ในขณะที่ตู้อื่นของรถไฟที่เหลือไม่มีการใช้เบรก

5.37 คำสั่งการเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic braking command)

หากตู้รถไฟติดตั้งระบบเบรกแบบไดนามิก

- เป็นไปได้สำหรับคนขับเพื่อป้องกันการใช้งานของการเบรกแบบ regenerative บนตู้รถไฟเพื่อให้ไม่มีการจ่ายพลังงานคืนกลับไปยังสายป้อนเหนือรางเมื่อทำการเดินทางในเส้นทางที่ไม่อนุญาตให้ทำการป้อนพลังงานกลับ
- การใช้งานเบรกแบบไดนามิกสามารถเป็นอิสระจากระบบเบรกอื่นๆ หรือร่วมกับระบบเบรกอื่นๆ ได้ (แบบผสม)

5.38 คำสั่งการเบรกเพื่อจอดรถ (Parking braking command)

คำสั่งการเบรกเพื่อจอดรถจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้แรงเบรกที่กำหนดไว้สำหรับระยะเวลาที่ไม่จำกัดในระหว่างที่ไม่มีการใช้พลังงานใดๆ บนรถ และไม่ได้อยู่ในสถานการณ์ใด ๆ รวมทั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการช่วยเหลือ

คำสั่งเบรกจอตจะต้องเปิดใช้งานโดยอัตโนมัติเมื่อหัวรถจักรปิดสวิตช์ ส่วนตู้รถไฟทั่วไปอาจเป็นแบบอัตโนมัติหรือแบบเปิดใช้งานด้วยตนเอง

หมายเหตุ: การใช้งานแรงเบรกจอตอาจขึ้นอยู่กับสถานะของเบรกให้บริการ จะมีผลบังคับเมื่อพลังงานบนรถสำหรับเบรกที่ให้บริการกำลังลดลงหรือหายไป

5.39 ความต้องการทั่วไปด้านประสิทธิภาพ (General requirements)

ประสิทธิภาพในการเบรก (deceleration = F (speed) และเวลาการตอบสนอง) จะถูกกำหนดโดยการคำนวณตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN14531-6:2009 บนทางระดับปกติ

การคำนวณขึ้นกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อใหม่ และล้อที่ผ่านการใช้งาน รวมถึงการคำนวณของระดับของการยึดเกาะรางของล้อ

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ใช้โดยอุปกรณ์เบรกเพื่อให้มีแรงเสียดทานและพิจารณาในการคำนวณ ตามมาตรฐาน EN14531-1:2005 มาตรา 5.3.1.4

การคำนวณประสิทธิภาพการเบรกจะต้องดำเนินการสำหรับสองโหมดการควบคุม: เบรกฉุกเฉิน และค่าสูงสุดในการเบรกที่ให้บริการ

การคำนวณประสิทธิภาพในการเบรกจะต้องดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบ และจะได้รับการปรับปรุงภายหลังจากการทดสอบทางกายภาพที่จำเป็นตามหัวข้อการประเมินการทำงานร่วมกันได้ของ “การเบรกกรณีฉุกเฉิน” และ “การเบรกบริการ” เพื่อให้สอดคล้องกับผลการทดสอบ

การคำนวณประสิทธิภาพในการเบรกสุดท้าย (ที่สอดคล้องกับผลการทดสอบ) ให้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารทางเทคนิคที่ระบุไว้ในข้อ Documentation for operation and maintenance

ค่าเฉลี่ยสูงสุดการชะลอตัวที่ได้จากเบรกทุกตัวในการใช้งาน รวมทั้งความเป็นอิสระของล้อ/การเกาะยึดราง จะไม่ต่ำกว่า 2.5 m/s^2 ความต้องการนี้จะสัมพันธ์กับความต้านทานตามความยาวของรางตาม TSI INF

5.40 การเบรกกรณีฉุกเฉิน (Emergency braking)

เวลาตอบสนอง

เวลาการตอบสนองเทียบเท่าและเวลาหน่วงที่ประเมินจากแรงเบรกฉุกเฉินรวมในกรณีที่มีคำสั่งเบรกฉุกเฉินจะต่ำกว่าค่าต่อไปนี้

- เวลาตอบสนองเทียบเท่า: 5 วินาที
- หน่วงเวลา: 2 วินาที

สำหรับตู้รถไฟที่ได้รับการออกแบบและการประเมินสำหรับการดำเนินงานโดยทั่วไป เวลาการตอบสนองให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้สำหรับระบบเบรก UIC

การคำนวณความเร็วในช่วงชะลอตัว

ในการคำนวณประสิทธิภาพการเบรกฉุกเฉิน จะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EN 14531-6:2009 โดยรูปแบบการชะลอและระยะหยุดที่ความเร็วเริ่มต้น: 30 80 120 140 160 และ 200 กิโลเมตร/ชม จะได้รับการค้นหา

มาตรฐาน EN 14531-1:2005 มาตรา 5.12 ระบุว่าพารามิเตอร์อื่นๆ (ร้อยละน้ำหนักเบรก (แลมบ์ดา), มวลเบรก) จะหาได้จากการคำนวณของการชะลอตัวหรือจากระยะหยุดของตู้รถไฟ

การคำนวณประสิทธิภาพการเบรกฉุกเฉิน

จะต้องดำเนินการกับระบบเบรกในสองโหมดที่แตกต่างกัน

- โหมดปกติ: ไม่เกิดความล้มเหลว (failure) ของระบบเบรก และค่าประกาศของสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ใช้โดยอุปกรณ์เบรกโดยแรงเสียดทาน การคำนวณนี้จะบอกประสิทธิภาพการทำงานในโหมดเบรกปกติ

- โหมดเสื่อมโทรม: สอดคล้องกับความล้มเหลวในหัวข้อ “ความต้องการด้านความปลอดภัย” อันตราย (hazard) ที่ 3 และค่าประกาศของสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ใช้โดยอุปกรณ์เบรกโดยแรงเสียดทาน โหมดเสื่อมโทรมจะพิจารณาความผิดพลาดเพียงครั้งเดียวที่เป็นไปได้ ประสิทธิภาพการเบรกฉุกเฉินจะได้รับการพิจารณา ในกรณีของความล้มเหลวจุดเดียวที่นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของระยะทางเบรกที่มากขึ้น 5% และความล้มเหลว เดียวที่สัมพันธ์กันจะได้รับการระบุไว้อย่างชัดเจน (องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและโหมดความล้มเหลว อัตราความล้มเหลว)

- สภาพเสื่อมโทรม: นอกจากนี้ ในการคำนวณประสิทธิภาพการเบรกในกรณีฉุกเฉิน จะต้อง ดำเนินการด้วยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานที่ลดลงโดยมีการพิจารณาค่าขีดจำกัดของอุณหภูมิ และความชื้น ตามมาตรฐาน EN14531-1:2005 มาตรา 5.3.1.4

หมายเหตุ: โหมดและเงื่อนไขที่แตกต่างกันเหล่านี้ จะต้องได้รับการพิจารณาโดยเฉพาะ เมื่อมีการใช้คำสั่งควบคุมและระบบอัตโนมัติสัญญาณขั้นสูง (เช่น ETCS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรถไฟ

การคำนวณประสิทธิภาพการเบรกฉุกเฉิน จะต้องดำเนินการที่สามสถานะโหลด ในหัวข้อ “เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก”

สำหรับแต่ละสภาพโหลดบรรทุก ผลการคำนวณที่ต่ำสุด (เช่น ระยะหยุดที่ยาวที่สุด) ในโหมดปกติภายใต้ความเร็วสูงสุด จะได้รับการบันทึกไว้ในทะเบียนข้อมูล

5.41 การเบรกให้บริการ (Service braking)

การคำนวณการชะลอความเร็ว

การคำนวณประสิทธิภาพการเบรก จะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับมาตรฐาน EN14531-6:2009 ขณะใช้งานระบบเบรกในโหมดปกติด้วยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานตามค่าประกาศภายใต้เงื่อนไขการบรรทุก มวลอัตราปกติที่ความเร็วสูงสุดในการออกแบบ

ประสิทธิภาพสูงสุดในการเบรกให้บริการ

เมื่อเบรกให้บริการมีการออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าการเบรกฉุกเฉิน จะเป็นไปได้ที่จะจำกัดประสิทธิภาพการเบรกให้บริการสูงสุดในระดับที่ต่ำกว่าประสิทธิภาพการเบรกฉุกเฉิน

5.42 การคำนวณที่สัมพันธ์กับความจุความร้อน (Calculations related to thermal capacity)

กำลังการผลิตพลังงานเบรกจะถูกตรวจสอบโดยการคำนวณแสดงให้เห็นว่าระบบเบรกได้รับการออกแบบให้ทนต่อการปลดปล่อยของพลังงานเบรก ค่าอ้างอิงที่ใช้ในการคำนวณนี้สำหรับส่วนประกอบที่ปลดปล่อยพลังงานจะได้รับการยืนยันโดยการทดสอบทางความร้อน หรือเทียบกับค่าที่เคยใช้

การคำนวณนี้จะรวมถึงสถานการณ์ประกอบด้วยสองเหตุการณ์ที่มีการใช้งานเบรกฉุกเฉินต่อเนื่องจากความเร็วสูงสุด (ช่วงเวลาที่สอดคล้องกับเวลาที่จำเป็นในการเร่งรถไปสู่ความเร็วสูงสุด) บนรางปกติภายใต้สภาพการบรรทุกแบบ “การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกพิเศษ”

ความลาดชัน ระยะทาง และความเร็วในระบบเบรกที่ถูกออกแบบให้มีความสัมพันธ์กับความจุความร้อนในการเบรก จะหาได้จากการคำนวณสภาพโหลดภายใต้สภาพการบรรทุกแบบ “การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกพิเศษ” ขณะมีการใช้งานเบรกให้บริการในการรักษารถไฟที่ความเร็วอย่างต่อเนื่อง

ผลที่ได้ (ความลาดชันสูงสุด ระยะทาง และความเร็ว) จะได้รับการบันทึกไว้ในทะเบียน ตัวอย่างจากกรณีอ้างอิงระบุไว้ว่าการรักษาความเร็ว 80 กม./ชม. สัมพันธ์กับทางลาดชันคงที่ 21% ระยะทาง 46 กม.

5.43 เบรกจอดรถ (Parking brake)

ประสิทธิภาพการทำงาน

รถไฟในเงื่อนไขภายใต้สภาพการบรรทุกแบบ “การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกปกติ” โดยปราศจากการจ่ายไฟที่มีอยู่และหยุดนิ่งบนทางที่ลาดชัน 35 %

การหยุดการเคลื่อนไหวยังทำได้โดยการทำงานของเบรกจอดรถและวิธีการเพิ่มเติมในกรณีที่เบรกจอดรถไม่สามารถที่จะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ วิธีการเพิ่มเติมนี้จะต้องติดตั้งบนขบวนรถไฟ

การคำนวณ

ประสิทธิภาพเบรกจอดรถจะต้องได้รับการคำนวณตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน EN14531-6:2009

5.44 ขีดจำกัดการยึดเกาะของล้อรถไฟ (Limit of wheel rail adhesion profile)

ระบบเบรกจะได้รับการออกแบบมาเพื่อที่ประสิทธิภาพในการทำงานของการยึดเกาะล้อ/รางในช่วงความเร็ว > 30 กม. / ชม. สูงกว่าค่าต่อไปนี้

- 0.15 สำหรับหัวลากและขบวนตู้รถไฟที่ออกแบบให้บรรทุกผู้โดยสารโดยปกติหรือที่กำหนดให้มีมากกว่า 7 และน้อยกว่า 16 เพลา

- 0.13 สำหรับขบวนตู้รถไฟที่มีน้อยกว่า 7 เพลา

- 0.17 สำหรับขบวนตู้รถไฟที่มีมากกว่า 20 เพลาหรือมากกว่า จำนวนขั้นต่ำของเพลาอาจจะลดลงถึง 16 เพลาหากการทดสอบที่จำเป็นสำหรับระบบป้องกันล้อสไลด์ Wheel slide protection (WSP) ในหัวข้อ “ระบบป้องกันการไถลของล้อ” ให้ค่าบวกมณะนั้น 0.15 จะถูกนำมาใช้เป็นค่าจำกัดการยึดเกาะระหว่าง 16 และ 20 เพลา

ความต้องการดังกล่าวข้างต้นจะใช้บังคับสำหรับคำสั่งการเบรกในหัวข้อที่ผ่านมา

การออกแบบจะต้องไม่ถือการยึดเกาะล้อ/รางสูงกว่า 0.12 เมื่อคำนวณการเบรกจอดรถ

ข้อจำกัดของการยึดเกาะล้อ/รางเหล่านี้จะได้รับการตรวจสอบโดยการคำนวณด้วยล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดภายใต้เงื่อนไขการบรรทุกทั้งสามกรณี

ค่าทั้งหมดของการยึดเกาะจะปัดเศษทศนิยมสองตำแหน่ง

5.45 ระบบป้องกันการไถลของล้อ (Wheel slide protection system)

ระบบป้องกันล้อไถล (WSP) เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดการใช้งานที่ดีที่สุดของการยึดเกาะ โดยควบคุมการคลายและเพิ่มแรงเบรกเพื่อป้องกันชุดล้อล็อกและไถล ซึ่งจะช่วยลดการเพิ่มระยะการหยุด และความเสียหายต่อล้อ ความต้องการใช้งานระบบนี้ได้แก่

- ตู้รถไฟที่ได้รับการออกแบบสำหรับความเร็วสูงกว่า 150 กิโลเมตร/ชม
- ตู้รถไฟที่ติดตั้งบล็อกเบรกบนพื้นผิวล้อที่มีค่าการยึดเกาะล้อ/รางจากการคำนวณที่สูงกว่า 0.12 ตู้รถไฟที่ไม่ได้ติดตั้งบล็อกเบรกบนพื้นผิวล้อซึ่งทำงานด้วยประสิทธิภาพการยึดเกาะล้อ/รางการคำนวณที่สูงกว่า 0.11
- ความต้องการระบบป้องกันล้อไถลนี้ จะนำไปใช้กับเบรก 2 โหมด: ดูกเงินและให้บริการ นอกจากนี้ยังจะนำไปใช้กับระบบเบรกแบบไดนามิกส์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเบรกให้บริการและสามารถเป็นส่วนหนึ่งของ เบรกดูกเงิน (ดูหัวข้อ “การเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic brake)”)

ความต้องการในการทำงานของระบบ WSP

- สำหรับตู้รถไฟที่ติดตั้งระบบเบรกแบบไดนามิกส์ ระบบ WSP (ถ้ามี) จะควบคุมแรงเบรกแบบไดนามิกส์ หากไม่มีระบบ WSP แรงเบรกแบบไดนามิกส์จะถูกปรับเพื่อจะได้ไม่ก่อให้เกิดค่ายึดเกาะล้อ/ราง ที่สูงกว่า 0.15
- ระบบป้องกันล้อไถล จะต้องได้รับการออกแบบตาม EN 15595:2009 มาตรา 4 และตรวจสอบ ตามวิธีการที่กำหนดไว้ใน EN 15595:2009 มาตรา 5 และ 6 และเมื่อมีการอ้างอิงสอดคล้องตามมาตรา 6.2 ของ EN 15595:2009 “ภาพรวมของโปรแกรมการทดสอบ” เพียงแค่มาตรา 6.2.3 จะมีการใช้

หากตู้รถไฟมีระบบ WSP การทดสอบจะได้รับการดำเนินการเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ WSP (ระยะเบรกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระยะเบรกทางบนรถไฟแห้ง)

ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันล้อไถลจะถูกนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยของการทำงานเบรกดูกเงิน

5.46 การเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic brake)

ในขณะที่ประสิทธิภาพการเบรกของเบรกแบบไดนามิกหรือของระบบเบรกซึ่งเชื่อมโยงกับระบบการลากจูงได้ถูกรวมอยู่ในการทำงานของเบรกดูกเงินในโหมดปกติตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “การเบรกกรณีฉุกเฉิน” เบรกแบบไดนามิกหรือระบบเบรกที่เชื่อมโยงกับการลากจูงต้อง

- รับคำสั่งจากสายการควบคุมระบบเบรกหลัก
- รวมอยู่ในการวิเคราะห์ความปลอดภัยที่จำเป็นโดยเฉพาะด้านความปลอดภัยข้อที่ 3 ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-9

5.47 เบรกทางแม่เหล็ก (Magnetic track brake)

ระบบเบรกที่สามารถที่จะสร้างแรงเบรกที่เป็นอิสระจากสภาพการยึดเกาะล้อ/ราง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเบรกเพิ่มขึ้นเมื่อต้องการประสิทธิภาพที่สูงกว่าขีดจำกัดของการยึดเกาะล้อ/รางที่มีอยู่ โดยจะยอมให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพการเบรกในโหมดปกติเพื่อการเบรกในกรณีฉุกเฉิน โดยจะต้อง

- รับคำสั่งจากสายการควบคุมระบบเบรกหลัก
- รวมอยู่ในการวิเคราะห์ความปลอดภัยที่จำเป็นโดยเฉพาะด้านความปลอดภัยข้อที่ 3 ที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-9

ความต้องการในการเบรกแม่เหล็กกระตุกโดยระบบย่อย CCS มีการอ้างอิงในหัวข้อ “ลักษณะเฉพาะขบวนรถไฟสำหรับความเข้ากันได้กับระบบการตรวจจับรถไฟ”

เบรกแม่เหล็กสามารถนำมาใช้เป็นเบรกฉุกเฉินดังกล่าวใน TSI INF

คุณลักษณะรูปทรงขององค์ประกอบส่วนปลายของแม่เหล็กที่สัมผัสกับทางรถไฟจะต้องเป็นไปตามที่ระบุในภาคผนวก 3 ของมาตรฐาน UIC 541-06:1992

5.48 เบรกทางวงจกระแสวน (Eddy current track brake)

ส่วนนี้จะครอบคลุมเฉพาะเบรกทางวงจกระแสวนที่สร้างแรงเบรกระหว่างตัวรถไฟกับทางรถไฟ

ความต้องการเบรกทางวงจกระแสวนที่กำหนดโดยระบบย่อย CCS มีการอ้างอิงในหัวข้อ “ลักษณะเฉพาะขบวนรถไฟสำหรับความเข้ากันได้กับระบบการตรวจจับรถไฟ”

ตามที่ระบุใน TSI INF เงื่อนไขสำหรับการใช้เบรกทางวงจกระแสวนยังไม่สอดคล้อง ดังนั้นความต้องการที่จะใช้เบรกทางวงจกระแสวนยังไม่มีบทสรุป

5.49 สภาพเบรกและการบ่งชี้ข้อบกพร่อง (Brake state and fault indication)

พนักงานบนรถไฟต้องสามารถทราบสถานะ (ใช้หรือไม่ใช้แรงเบรก รวมถึงการปลดเบรก) ของระบบเบรกหลัก (ฉุกเฉินและบริการ) และเบรกจอดรถไฟ

ถ้าหากเบรกจอดรถขึ้นโดยตรงกับสถานะของระบบเบรกหลัก ก็ไม่จำเป็นต้องมีตัวบ่งชี้เพิ่มเติม สำหรับระบบเบรกจอดรถ โดยช่วงการพิจารณาในระหว่างการทำงานคือ หยุดนิ่งและวิ่ง

เมื่อหยุดนิ่ง พนักงานจะสามารถตรวจสอบจากภายใน และ/หรือภายนอกของรถไฟ:

- ความต่อเนื่องของคำสั่งการควบคุมเบรกรถไฟ
- ความพร้อมของพลังงานเบรกตลอดทั้งขบวนรถไฟ
- สถานะของเบรกหลักและระบบเบรกจอดรถและสถานะของแต่ละส่วน (actuator) ของระบบ เหล่านี้ที่สามารถควบคุมได้และ/หรือถูกแยกออกไป ยกเว้นเบรกแบบไดนามิกส์และระบบเบรกที่เชื่อมโยงกับ ระบบการลากจูง

ขณะเดินรถไฟ พนักงานขับรถสามารถตรวจสอบจากห้องคนขับ:

- สถานะของคำสั่งการควบคุมเบรกรถไฟ
- สถานะของพลังงานเบรกตลอดทั้งขบวนรถไฟ
- สถานะของเบรกแบบไดนามิกส์และระบบเบรกที่เชื่อมโยงกับ ระบบการลากจูง
- สถานการณ์ใช้หรือปลดอย่างน้อยหนึ่งส่วน (actuator) ของระบบเบรกหลักที่มีการควบคุมได้อย่างอิสระ

ฟังก์ชันการให้ข้อมูลที่อธิบายข้างต้นให้กับเจ้าหน้าที่รถไฟเป็นฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยที่ใช้ ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเบรกของรถไฟ ดังนั้นการทำงานที่สัมพันธ์กันของตัวบ่งชี้ จะช่วยให้แน่ใจ ระดับความปลอดภัยที่จำเป็น

5.50 ความต้องการเบรกสำหรับการช่วยเหลือ (Brake requirements for rescue purposes)

การกู้รถไฟที่ไม่เหลือพลังงานบนขบวนรถสามารถทำได้โดยตู้รถไฟกักที่ติดตั้งระบบเบรกตามมาตรฐาน UIC (ใช้ท่อเบรกควบคุม) และจะมีส่วนหนึ่งของระบบเบรกของตู้รถไฟที่ได้รับการช่วยเหลือสามารถถูกควบคุมผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟซ

ประสิทธิภาพของการเบรกโดยรถไฟที่ได้รับการช่วยเหลือสามารถประเมินโดยการคำนวณแต่ไม่จำเป็นต้องตรงกับประสิทธิภาพการทำงานของเบรกที่อธิบายไว้ในหัวข้อ “การเบรกกรณีฉุกเฉิน”

ความต้องการนี้ใช้กับขบวนรถไฟที่มีน้ำหนักบรรทุกน้อยกว่า 200 ตัน

รายการที่สัมพันธ์กับผู้โดยสาร

รายการต่อไปนี้ให้ภาพรวมของพารามิเตอร์พื้นฐานที่ครอบคลุมโดย TSI PRM ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อบริการขนส่งผู้โดยสาร

- ที่นั่ง และลำดับความสำคัญ
- ช่องว่างสำหรับรถเข็น
- ประตูภายนอก รวมทั้งขนาด เครื่องตรวจจับสิ่งกีดขวาง และการควบคุม
- ประตูภายใน รวมทั้งการควบคุม และขนาด
- ห้องน้ำ
- Clearways
- แสงสว่าง
- ข้อมูลผู้โดยสาร
- การเปลี่ยนระดับความสูงของพื้น
- ราวจับ
- รถเข็นที่สามารถเข้าถึงที่พักรถ
- ตำแหน่งขึ้นบันได

5.51 ระบบสุขอนามัย (Sanitary systems)

ก๊อมน้ำตามบทบัญญัติของน้ำดื่ม (Directive 98/83/EC) ต้องมีสัญลักษณ์ที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน ว่าน้ำดื่มได้หรือไม่

ระบบสุขาภิบาล (ห้องสุขา ห้องน้ำ สิ่งอำนวยความสะดวกในบาร์/ร้านอาหาร) จะไม่อนุญาตให้มี การปล่อยวัสดุใดๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนหรือสิ่งแวดล้อม

วัสดุที่ปล่อยออกมา (น้ำเสียที่บำบัด) ต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบของสหภาพยุโรปที่ใช้บังคับ:

- ปริมาณแบคทีเรียของน้ำที่ออกจากระบบสุขาภิบาล จะไม่เกินค่าสำหรับ intestinal enterococci และ *Escherichia coli* ตามที่ระบุใน Directive 2006/7/EC เกี่ยวกับการจัดการคุณภาพน้ำอาบ
- กระบวนการบำบัดจะไม่ก่อสารที่ระบุในภาคผนวก I ของ Directive 2006/11/EC เกี่ยวกับมลพิษ ที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำในชุมชน

เพื่อจำกัดการกระจายตัวของของเหลวที่ปล่อยสู่ Tracksides การปล่อยโดยไม่มีควบคุมแหล่งจะปล่อยลงใต้ frame ในระยะทางไม่เกิน 0.7 เมตรจากเส้นกึ่งกลางตามแนวยาวของรถไฟ

ต่อไปนี้จะได้รับการระบุไว้ในเอกสารทางเทคนิค

- การติดตั้งและชนิดของห้องน้ำในตู้รถไฟ
- ลักษณะของน้ำชักโครก
- ระบบบำบัดน้ำที่ถูกปล่อยออกมา และมาตรฐานสอดคล้องที่ใช้ประเมิน

5.52 ระบบประกาศสาธารณะ: ระบบติดต่อสื่อสารทางเสียง (Public address system: audible communication system)

รถไฟจะติดตั้งวิธีการสื่อสารทางเสียงอย่างน้อยเพื่อ

- สำหรับพนักงานบนรถไฟเพื่อแจ้งผู้โดยสาร
- สำหรับพนักงานบนรถไฟและพนักงานควบคุมภาคพื้นดิน ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน
- สำหรับการสื่อสารภายในระหว่างพนักงานบนรถไฟและโดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างพนักงานขับรถไฟ และพนักงานในพื้นที่ผู้โดยสาร

อุปกรณ์จะต้องสามารถทำงานโหมดสแตนด์บายเป็นอิสระจากแหล่งพลังงานหลักเป็นเวลาอย่างน้อย สามชั่วโมง ในช่วงเวลาสแตนด์บายเครื่องจะสามารถทำงานได้จริงตลอดช่วงระยะเวลา 30 นาที

ระบบการสื่อสารจะได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานขณะถ้าไฟอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมดยังใช้งานได้

5.53 การแจ้งเตือนผู้โดยสาร: ความต้องการด้านการทำงาน (Passenger alarm: functional requirements)

ข้อกำหนด

- ด้วยข้อยกเว้นของห้องน้ำและ gangways แต่ละห้องโถง ทางเข้า และพื้นที่แยกอื่นๆ ทั้งหมดที่มีไว้สำหรับผู้โดยสารที่จะต้องได้รับการติดตั้งอุปกรณ์เตือนอย่างน้อยหนึ่งชิ้นที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนและสำหรับพนักงานขับรถไฟ ในกรณีที่เกิดอันตราย

- อุปกรณ์เตือนจะได้รับการออกแบบให้ไม่สามารถยกเลิกการทำงานโดยผู้โดยสาร
- ขณะที่สัญญาณเตือน ทั้งสัญลักษณ์ภาพและเสียงต้องแสดงให้พนักงานขับรถไฟทราบ
- อุปกรณ์ในห้องพนักงานขับต้องเอื้อให้พนักงานตอบสนองต่อสัญญาณเตือน การตอบสนองของพนักงานขับจะรับรู้ได้ในจุดที่ติดตั้ง alarm และจะหยุดการทำงานของสัญญาณเสียงในห้องพนักงานขับ

- พนักงานขับสามารถเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างห้องพนักงานขับและสถานที่ที่สัญญาณเตือนภัยดัง ระบบจะยินยอมให้พนักงานขับยกเลิกการเชื่อมโยงการสื่อสารนี้

- มีอุปกรณ์ที่พนักงานสามารถรีเซ็ตสัญญาณเตือน

ข้อกำหนดสำหรับการกระตุ้นใช้งานเบรกโดยผู้โดยสาร

- เมื่อรถไฟหยุดที่แพลตฟอร์มหรือออกจากแพลตฟอร์ม การเปิดใช้งานของสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสารจะ นำไปสู่การทำงานของเบรกบริการหรือเบรกฉุกเฉิน เป็นผลให้เกิดการหยุดที่สมบูรณ์ ในกรณีนี้หลังจากที่รถไฟได้หยุดนิ่ง ระบบจะยินยอมให้พนักงานขับยกเลิกการเบรกอัตโนมัติที่เริ่มทำงานโดยสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสาร

- ในสถานการณ์อื่นๆ 10 ± 1 วินาทีหลังจากการเริ่มทำงานของการแจ้งเตือนผู้โดยสาร อย่างน้อย เบรกให้บริการอัตโนมัติต้องเริ่มทำงาน ยกเว้นในกรณีที่สัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสารได้รับการตอบสนองโดยพนักงานขับ ภายในระยะเวลาที่ระบุนี้ ระบบจะต้องยินยอมให้พนักงานขับล้มเลิกเบรกอัตโนมัติที่เริ่มทำงานโดยสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสาร

เกณฑ์การเดินรถไฟออกจากแพลตฟอร์ม

รถไฟจะถือว่าได้ออกจากแพลตฟอร์มในเวลาระหว่างช่วงเวลาสถานะของประตูเปลี่ยนจาก released เป็น closed และ ล็อค และ ช่วงเวลาเมื่อตู้สุดท้ายเคลื่อนออกจากแพลตฟอร์ม

ช่วงเวลานี้จะได้รับการตรวจนับโดยอุปกรณ์ onboard ถ้าพบว่าแพลตฟอร์มไม่ถูกตรวจพบ รถไฟถือว่าได้ ออกจากแพลตฟอร์มเมื่อเหตุการณ์ใดต่อไปนี้เกิดก่อน:

- ความเร็วของรถไฟถึง $15 (\pm 5)$ กม./ชม. หรือ:
- ระยะทางที่ใช้เป็น $100 (\pm 20)$ ม.

ความต้องการด้านความปลอดภัย

การแจ้งเตือนผู้โดยสารที่จะถือเป็นฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยที่ระดับความปลอดภัยที่จำเป็นจะถือว่ามีความเหมาะสมโดยข้อกำหนดต่อไปนี้

- ระบบการควบคุมต้องตรวจสอบความสามารถของระบบแจ้งเตือนผู้โดยสารในการถ่ายทอดสัญญาณ อย่างถาวร
- ตู้รถไฟที่มีห้องพนักงานขับจะต้องได้รับการติดตั้งอุปกรณ์ที่จะช่วยให้พนักงานสามารถตัดระบบแจ้งเตือนผู้โดยสาร
- หากระบบสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสารไม่ทำงาน ซึ่งอาจเกิดขึ้นหลังจากถูกตัดโดยเจตนาเนื่องจากความขัดข้องทางด้านเทคนิค หรือเกิดจากการต่อตู้รถไฟที่ไม่รองรับ การใช้งานสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสารต้องส่งผล โดยตรงต่อการเบรก
- หากระบบสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสารไม่ทำงาน จะต้องแจ้งไปยังห้องพนักงานขับอย่างถาวร

รถไฟที่ถูกตัดระบบแจ้งเตือนผู้โดยสารจะไม่สอดคล้องกับความต้องการขั้นต่ำเพื่อความปลอดภัยและ การทำงานร่วมกันตามที่กำหนดไว้ใน TSI นี้ และต้องอยู่ในสถานะ degraded mode

5.54 ขั้นตอนความปลอดภัยสำหรับผู้โดยสาร —สัญญาณ (Safety instructions to passengers — Signs)

คำแนะนำจะให้แก่ผู้โดยสารในการใช้ทางออกฉุกเฉิน การทำงานของสัญญาณแจ้งเตือนผู้โดยสาร และเกี่ยวกับประตูผู้โดยสารที่ล้อหรือชำรุด ฯลฯ คำแนะนำเหล่านี้จะต้องดำเนินการตามบทบัญญัติของ TSI PRM

5.55 อุปกรณ์สื่อสารสำหรับผู้โดยสาร (Communication devices for passengers)

ตู้รถไฟที่ออกแบบโดยไม่มีพนักงาน onboard (นอกเหนือจากพนักงานขับ) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถเรียกร้องความช่วยเหลือ (call for aid) สำหรับผู้โดยสารที่จะสื่อสารกับพนักงานขับรถในกรณีฉุกเฉิน ในกรณีนี้ระบบจะยอมให้มีการเชื่อมโยงการสื่อสารที่เริ่มโดยผู้โดยสาร และพนักงานขับสามารถยกเลิกการเชื่อมโยงการสื่อสารนี้

5.56 ประตูภายนอก: ผู้โดยสารที่เข้าและออกจากขบวนรถ (Exterior doors: access to and egress from rolling stock)

ก. คำศัพท์

- ประตู (door) หมายถึงประตูภายนอกสำหรับผู้โดยสารในการเข้าหรือออกตู้รถไฟ
- ประตูล็อก (locked door) คือประตูที่ปิดโดยอุปกรณ์ล็อกทางกายภาพ
- ประตูล็อกหยุดให้บริการ (door locked out of service) คือประตูที่ถูกตรึงในตำแหน่งปิดโดยอุปกรณ์ล็อกทางกล
- ประตูปลด (released) เป็นประตูที่สามารถเปิดโดยผ่านการควบคุมบริเวณประตู (local) หรือส่วนกลาง (central)

ข. การปิดประตูและล็อก

อุปกรณ์ควบคุมประตูจะต้องช่วยให้พนักงานรถไฟปิดและล็อกประตูทุกบานก่อนที่รถไฟจะออก

เมื่อเกิดการปิดและล็อกประตูส่วนกลางจากการควบคุมที่จุดบริเวณประตู จะยินยอมให้ประตูนี้เปิดออกเมื่อประตูอื่นๆ ปิดและล็อก ระบบควบคุมประตูจะต้องยอมให้พนักงานที่จะปิดและล็อกประตูนี้ก่อนที่จะ ออกเดินทาง

ประตูจะถูกปิดและล็อก จนกว่าจะถูกปลดล็อกออกตามที่กำหนดในข้อ E ในกรณีของการขัดข้องกำลังที่ใช้ควบคุมประตู ประตูจะถูกล็อกโดยกลไกการล็อก

ค. การล็อกประตูหยุดให้บริการ

พนักงานใช้อุปกรณ์ล็อกทางกลเพื่อล็อกประตูที่หยุดให้บริการ อุปกรณ์นี้จะต้อง

- แยก (isolate) ประตูจากคำสั่งเปิดใดๆ
- ล็อกประตูอัตโนมัติอยู่ในตำแหน่งปิด
- แสดงสถานะของอุปกรณ์ isolate
- อนุญาตให้ประตูถูก by pass โดย “door-closed proving system”

และต้องบ่งบอกถึงการล็อกประตูที่หยุดให้บริการโดยการทำเครื่องหมายที่ชัดเจนตาม TSI PRM

ง. ข้อมูลสำหรับพนักงาน

ระบบพิสูจน์ประตูปิด (door-closed proving system) จะช่วยให้พนักงานสามารถตรวจสอบว่า ประตูทุกบานถูกปิดและล็อก

ถ้าอย่างน้อยหนึ่งประตูไม่ได้ถูกล็อก จะต้องมีการแสดงให้เห็นอย่างต่อเนื่องต่อพนักงานขับรถไฟ

การบ่งชี้จะต้องให้พนักงานขับรถมาถึงของความผิดปกติ โดยแสดงสัญญาณเตือนทั้งเสียงและภาพ

การล็อกประตูหยุดให้บริการจะอนุญาตให้ถูก by pass โดย “door-closed proving system”

จ. การเปิดประตู

รถไฟต้องจัดให้มีการควบคุมการปลดล็อกประตู เช่นในการหยุดที่แพลตฟอร์ม โดยผู้โดยสารสามารถเปิดได้ หรือโดยคำสั่งจากส่วนกลางเมื่อรถไฟหยุดนิ่ง

การควบคุมที่ประตูหรือโดยอุปกรณ์เปิด จะต้องสามารถให้ผู้โดยสารเข้าถึงได้ จากทั้งภายนอกและภายใน

ฉ. ประตู – traction interlock

กำลังที่ใช้ลากจูงต้องใช้เฉพาะเมื่อประตูทุกบานถูกปิดและล็อก โดยสามารถยืนยันผ่านระบบ door-traction interlock อัตโนมัติ โดยระบบนี้จะป้องกันเกิดการเคลื่อนที่ของขบวนรถหากประตูทุกบานไม่ถูกปิดและล็อก

ระบบนี้สามารถเปิดใช้งานโดยพนักงานขับรถไฟในสถานการณ์พิเศษ

5.57 การก่อสร้างระบบประตูภายนอก (Door system construction)

ประตูจะได้รับการติดตั้งหน้าต่างโปร่งใสเพื่อให้ผู้โดยสารสามารถมองเห็นแพลตฟอร์ม

พื้นผิวด้านนอกของตู้โดยสารจะได้รับการออกแบบเพื่อไม่ให้มีการ train surf เมื่อประตูถูกปิดและล็อก

เป็นมาตรการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด train surf ที่จับบนพื้นผิวด้านนอกของระบบประตูจะต้องหลีกเลี่ยงหรือได้รับการออกแบบเพื่อให้ไม่สามารถจับเมื่อประตูถูกปิด

ราวจับและที่จับต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้สามารถทนต่อแรงกระทำในระหว่างการใช้งาน

5.58 ประตูระหว่างตู้ (Inter-unit doors)

เมื่อตู้โดยสารติดตั้งประตูระหว่างตู้ที่ส่วนท้าย จะได้รับการติดตั้งอุปกรณ์ที่ช่วยให้ถูกล็อก

5.59 คุณภาพอากาศภายใน (Internal air quality)

ในการเดินทางทั่วไป ผู้โดยสารและ/หรือพนักงานจะต้องไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากคุณภาพและปริมาณอากาศภายใน

ระบบระบายอากาศจะต้องรักษาระดับ CO₂ ภายในใต้สภาวะการทำงานปกติ

- ระดับ CO₂ จะต้องไม่เกิน 5,000 ppm ในทุกสภาวะการทำงานปกติ

- ในกรณีที่มีการรบกวนการระบายอากาศ เนื่องแหล่งจ่ายไฟหลักหรือระบบขัดข้อง จำเป็นต้องมีการจัดหาฉุกเฉินในการนำอากาศภายนอกเข้าสู่ภายใน

หากมีแบตเตอรี่ช่วยให้การระบายอากาศ จะต้องดำเนินการวัดระยะเวลาในการรักษาระดับ CO₂ ให้ต่ำกว่า 10,000 ppm สมมติว่าจำนวนผู้โดยสารสัมพันธ์กับสภาพบรรทุก “การออกแบบมวลภายในตู้รถปรับอากาศบรรทุกปกติ” ระยะเวลาที่จะได้รับการบันทึกโดยจะต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที

- พนักงานรถไฟจะต้องสามารถป้องกันผู้โดยสารในการสัมผัสกับควันที่อาจเกิดขึ้นในอุโมงค์

5.60 หน้าต่างด้านข้างตัวรถ (Body side windows)

หน้าต่างด้านข้างสามารถเปิดได้โดยผู้โดยสารและไม่สามารถล็อกโดยพนักงานรถไฟ ขนาดของการเปิดจะถูกจำกัดอยู่ที่ขนาดวัตถุทรงลูกบอลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.

เงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อม

เงื่อนไขทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ

การออกแบบขบวนรถและส่วนประกอบจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของขบวนรถ

พารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อมในหัวข้อนี้ ช่วงตามค่าประกาศจะถูกระบุเพื่อเป็นพื้นฐานของการ ทำงานร่วมกัน

สำหรับพารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อมในช่วงที่นอกเหนือจากที่ประกาศ จะต้องมีการกำหนดช่วงดังกล่าว

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงที่เลือก กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานอาจมีความจำเป็นเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน ทางด้านเทคนิคระหว่างขบวนรถไฟและสภาพสิ่งแวดล้อมที่ปรากฏในเครือข่ายรถไฟ

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กฎระเบียบในการเดินรถไฟจะมีความจำเป็นเมื่อขบวนรถไฟได้รับการออกแบบ สำหรับช่วงที่กำหนด ตามค่าประกาศ ถูกใช้งานในช่วงที่เกินกว่าที่กำหนด

5.61 ระดับความสูง (Altitude)

ต้องสอดคล้องกับความต้องการของ TSI RST สำหรับช่วงที่กำหนดไว้ใน EN 50125-1:1999 มาตรา 4.2

5.62 อุณหภูมิ (Temperature)

ต้องสอดคล้องกับความต้องการของ TSI RST ภายในหนึ่ง (หรือหลาย) ของโซนภูมิอากาศ T1 (-25 °C ถึง +40 °C; น้อย) หรือ T2 (-40 °C ถึง +35 °C) หรือ T3 (-25 °C ถึง +45 °C) ตามที่กำหนดใน EN50125-1: 1999 มาตรา 4.3

อุณหภูมิจะนำมาพิจารณาเพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบของส่วนประกอบขบวนรถไฟ

5.63 ความชื้น (Humidity)

ต้องสอดคล้องกับความต้องการของ TSI RST โดยปราศจากการ degrade ระดับความชื้นตามที่กำหนดไว้ใน EN 50125-1:1999 มาตรา 4.4

ผลกระทบจากความชื้นจะนำมาพิจารณาเพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบของส่วนประกอบขบวนรถไฟ

5.64 ฝน (Rain)

ต้องสอดคล้องกับความต้องการของ TSI RST โดยพิจารณาจากอัตราของฝนตามที่กำหนดไว้ใน EN 50125-1:1999 มาตรา 4.6

5.65 หิมะ น้ำแข็ง และลูกเห็บ (Snow, ice and hail)

ขบวนรถไฟจะต้องตอบสนองความต้องการ ของ TSI โดยไม่เกิดการ degrade สำหรับหิมะ น้ำแข็งและ ลูกเห็บ ตามที่กำหนดไว้ใน EN 50125-1:1999 มาตรา 4.7 ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือช่วงตามค่าประกาศ

ผลกระทบของหิมะ น้ำแข็งและลูกเห็บ ที่จะต้องพิจารณาเพื่อวัตถุประสงค์ในการออกแบบของ ส่วนประกอบและขบวนรถไฟ

ในสภาวะหิมะ น้ำแข็งและลูกเห็บที่รุนแรง การออกแบบขบวนรถไฟและส่วนประกอบเพื่อตอบสนองความต้องการ TSI จะต้องพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

- Snowdrift (หิมะเบาบางเทียบเท่ากับปริมาณน้ำที่ต่ำ) ที่ครอบคลุมรางถึง 80 ซม. อย่างต่อเนื่อง เหนือระดับบนของทางรถไฟ

- ผงหิมะ หิมะตกเบาบางที่ตกในปริมาณมาก

- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ อุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะการเดินรถไฟเพียงเดียวทำให้เกิดน้ำแข็งบนขบวนรถไฟ

ในความสัมพันธ์กับโซนภูมิอากาศ T2 และสภาวะ หิมะ น้ำแข็งและ ลูกเห็บที่รุนแรง) ข้อกำหนดต่อไปนี้เป็นของ TSI มีความจำเป็น:

- ต้องสามารถกำจัดหิมะในด้านหน้าของรถไฟ

หิมะจะได้รับการพิจารณาว่าเป็นอุปสรรค (obstacle) โดยจากการอ้างอิงตามมาตรฐาน EN 15227 จะได้ว่า:

Obstacle deflector จะต้องมีความเพียงพอที่จะกวาดอุปสรรคเพื่อสร้างทัศนวิสัยที่ชัดเจน โดยถูกออกแบบมาเพื่อที่จะไม่กวาดหิมะขึ้นหรือลง ขอบล่างของ obstacle deflector จะใกล้กับราง

มุม V ในการกวาดไม่เกิน 160° โดยสามารถออกแบบด้วยรูปทรงที่รองรับการทำงานเป็นที่ไถหิม นอกจากนี้แรงตามที่ระบุไว้ในหัวข้อ “การป้องกันภายในตัวรถ” จะถือว่าการเพียงพอเพื่อที่จะกำจัดหิมะ



รูปที่ 5-7 แสดง Obstacle deflector

(ที่มา http://members.madasafish.com/~dysgraphy/156/class156_mods.htm)

5.66 รังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar radiation)

ขบวนรถจะต้องสนองต่อความต้องการของ TSI นี้สำหรับการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ที่กำหนดไว้ใน EN 50125-1:1999 มาตรา 4.9

5.67 การต้านทานต่อมลพิษ (Resistance to pollution)

ขบวนรถจะต้องสนองต่อความต้องการของ TSI นี้โดยพิจารณาสภาพแวดล้อมและผลกระทบทางมลพิษที่ก่อขึ้นโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับรายการต่อไปนี้

- สารทางเคมี คลาส 5C2 ของ EN 60721-3-5:1997

- ของเหลวน้ำมันเบื่อน คลาส 5F2 (เครื่องยนต์ไฟฟ้า) ของ EN 60721-3-5:1997
- คลาส 5F3 (เครื่องยนต์ความร้อน) ของ EN 60721-3-5:1997
- สารทางชีวภาพ คลาส 5B2 ของ EN 60721-3-5:1997
- ฝุ่นละอองที่กำหนดโดย คลาส 5S2 EN 60721-3-5:1997
- ก้อนหินและวัตถุอื่นๆ เช่น ballast และวัตถุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุด 15 มม.
- หลุมและใบ เกสร แมลงบิน เส้นใย เป็นต้น (การออกแบบของท่อระบายอากาศ)
- ทราบตามที่ระบุใน EN 60721-3-5:1997
- ละอองจากทะเล (sea spray) ตามที่ระบุใน EN 60721-3-5:1997 คลาส 5C2

หมายเหตุ: การอ้างอิงถึงมาตรฐานในข้อนี้มีความเกี่ยวข้องเพียงแค่ว่าสำหรับคำจำกัดความของสารที่มีผลก่อให้เกิดมลพิษ ผลกระทบก่อให้เกิดมลพิษตามที่อธิบายไว้ข้างต้นจะต้องมีการประเมินในขั้นตอนการออกแบบ

5.68 ผลกระทบด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic effects)

การวิ่งผ่านของรถไฟทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่ไม่คงที่ด้วยแรงดันและความเร็วการไหลที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลกระทบต่อบุคคล วัตถุ อาคารที่ข้างรางรถไฟ และตัวขบวนรถไฟเอง

ผลรวมของความเร็วยานและความเร็วลมทำให้เกิดช่วงเวลาที่เกิดอากาศพลศาสตร์ที่สามารถส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของขบวนรถไฟ

5.69 ผลกระทบจากการไหลของลมต่อผู้โดยสารบนชานชาลา (Slipstream effects on passengers on platform)

ขบวนรถไฟที่วิ่งในที่โล่งที่ความเร็วสูงสุด v_{tr} มากกว่า 160 กิโลเมตร/ชั่วโมงจะต้องไม่ทำให้เกิดความเร็วลมเกินค่า $u_{20} = 15.5$ m/s ที่ความสูง 1.2 เมตรเหนือแพลตฟอร์ม และที่ระยะห่างจาก 3.0 เมตรจากศูนย์กลางราง

5.70 ผลกระทบจากการไหลของลมต่อคนงานที่อยู่ข้างทาง (Slipstream effects on workers at the track side)

ขบวนรถไฟที่วิ่งในที่โล่งที่ความเร็วสูงสุด v_{tr} มากกว่า 160 กิโลเมตร/ชั่วโมงจะต้องไม่ทำให้เกิดความเร็วลมเกินค่า $u_{20} = 20$ m/s บริเวณข้างรางวัดที่ความสูง 1.2 เมตรเหนือส่วนบนของราง และที่ระยะห่างจาก 3.0 เมตรจากศูนย์กลางราง

5.71 การสั่นกดของหัวรถจักร (Head pressure pulse)

การสวนกันของรถไฟสองขบวนทำให้เกิดภาระด้านอากาศพลศาสตร์บนแต่ละขบวน ความต้องการดังที่แสดงเกี่ยวกับการสั่นกดของหัวรถจักรในที่โล่งจะช่วยให้กำหนดภาระด้านอากาศพลศาสตร์ในระหว่างการสวนกันของรถไฟ ที่จะต้องพิจารณาสำหรับการออกแบบขบวนรถไฟที่มีระยะห่างระหว่างกึ่งกลางทางรถไฟทั้งสอง 4 เมตร

ขบวนรถไฟที่วิ่งด้วยความเร็วสูงกว่า 160 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในที่โล่งจะต้องไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดัน peak-peak สูงสุดเกินค่า $\Delta p_{20} = 720$ Pa วัดในช่วงของความสูงระหว่าง 1.5 เมตร และ 3.3 เมตรเหนือด้านบนของรางรถไฟ และที่ระยะทาง 2.5 เมตรจากกึ่งกลางของทางรถไฟ

5.72 ความแปรปรวนของความดันสูงสุดในอุโมงค์ (Maximum pressure variations in tunnels)

สำหรับรถไฟทั่วไป TSI INF ไม่ได้ระบุค่าเป้าหมายใดๆ สำหรับพื้นที่ที่น้อยที่สุดของอุโมงค์ ดังนั้นจึงไม่มีการกำหนดความต้องการที่สอดคล้องกันในระดับขบวนรถไฟของพารามิเตอร์นี้

5.73 ลมขวาง (Cross wind)

ไม่มีการกำหนดระดับความสอดคล้องที่เกี่ยวกับคุณลักษณะและวิธีการประเมินของลมที่พิจารณาสำหรับการออกแบบขบวนรถไฟ

อุปกรณ์ให้แสงสว่างภายนอกและอุปกรณ์เตือนภัยที่สามารถมองเห็นและได้ยิน

5.74 ไฟหน้า (Head lights)

สีเขียวจะไม่ถูกนำมาใช้สำหรับไฟภายนอกใดๆ หรือความสว่าง ข้อกำหนดนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันความสับสนกับสัญญาณอื่นๆ

ไฟหน้าสีขาวสองดวง จะต้องติดตั้งที่ปลายด้านหน้าของรถไฟเพื่อที่จะให้พนักงานขับรถไฟมองเห็น

ไฟหน้าเหล่านี้จะถูกจัดเรียงบนแกนนอน ที่ระดับความสูงเหนือรางระดับเดียวกัน สมมาตรกับเส้นกึ่งกลางทางและห่างกันต่ำสุดที่ 1,000 มม. โดยทั่วไปจะติดตั้งอยู่ระหว่าง 1,500 และ 2,000 มม. เหนือระดับทางรถไฟ

สีของไฟหน้าให้สอดคล้องตาม สีขาวคลาส A หรือ สีขาวคลาส B ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CIE S 004

ไฟหน้าจะต้องจัดให้มี 2 ระดับความเข้มส่องสว่าง : ไฟต่ำ และ ไฟเต็ม

สำหรับ ไฟจาง ความเข้มส่องสว่าง ของไฟหน้า โดยวัดตามแกน แสงของโคมไฟให้เป็นไปตามค่าที่ระบุไว้ในมาตรฐาน EN 15153-1:2007 ข้อ 5.3.5 ตาราง ที่ 2 บรรทัดแรก

สำหรับ ไฟต่ำ ความเข้มส่องสว่างของไฟหน้าวัดตามแกนแสงของหลอดไฟให้เป็นไปตามค่าที่ระบุไว้ในมาตรฐาน EN 15153-1:2007 มาตรา 5.3.5 ตารางที่ 2 บรรทัดแรก

5.75 ไฟบอกจุดตำแหน่ง (Marker lights)

สำหรับตู้รถไฟที่มีห้องพนักงานขับ ไฟบอกจุดตำแหน่งสามดวงสีขาวจะต้องติดตั้งที่ปลายด้านหน้าของรถไฟเพื่อให้รถไฟสามารถได้รับการมองเห็น

ไฟบอกจุดตำแหน่งสองดวงจะต้องจัดเรียงบนแกนนอนที่ระดับความสูงเหนือทางรถไฟและสมมาตรระหว่างกึ่งกลางของทางรถไฟ ที่ระยะห่างจากกันต่ำสุดอย่างน้อย 1,000 มม. โดยทั่วไปจะติดตั้งอยู่ระหว่าง 1,500 และ 2,000 มม. เหนือระดับทางรถไฟ

ไฟบอกจุดตำแหน่งดวงที่สามจะติดตั้งกึ่งกลางเหนือจากสองหลอดไฟแรกด้วยระยะห่างแนวตั้งขั้นต่ำ 600 มม. และสามารถใช้ส่วนประกอบเดียวกันทั้งไฟหน้าและไฟบอกจุดตำแหน่ง

สีของไฟบอกจุดตำแหน่งให้สอดคล้องตาม สีขาวคลาส A หรือ สีขาวคลาส B ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CIE S 004

ความเข้มส่องสว่างของไฟบอกจุดตำแหน่งให้ยึดตาม EN 15153-1:2007 มาตรา 5.4.4

5.76 ไฟท้าย (Tail lights)

ไฟท้ายสีแดงสองดวงจะติดตั้งที่ปลายด้านหลังของรถไฟเพื่อให้สามารถมองเห็นรถไฟได้

ไฟท้ายอาจจะเป็นแบบพิกพาทกชนิดของหลอดไฟแบบพิกพาทที่จะใช้จะได้รับการอธิบายไว้ในเอกสารทางเทคนิคและการทำงานจะได้รับการตรวจสอบด้านการออกแบบและการทดสอบ type test

ไฟท้ายจะจัดเรียงในแกนนอนที่ระดับความสูงเหนือระดับทางรถไฟและสมมาตรระหว่างกึ่งกลางของทางรถไฟ ที่ระยะห่างจากกันต่ำสุดอย่างน้อย 1,000 มม. โดยทั่วไปจะติดตั้งอยู่ระหว่าง 1,500 และ 2,000 มม. เหนือระดับทางรถไฟ

สีของไฟท้ายให้เป็นไปตาม EN 15153-1:2007 มาตรา 5.5.3

ความเข้มส่องสว่างของไฟท้ายจะต้องสอดคล้องกับ EN 15153-1:2007 มาตรา 5.5.4

5.77 การควบคุมโคมไฟ (Lamp controls)

สำหรับตู้รถไฟที่มีห้องพนักงานขับ เป็นไปได้ที่พนักงานขับจะควบคุม ไฟหน้า ไฟบอกจุดตำแหน่งและไฟท้ายจากตำแหน่งการขับปกติ การควบคุมนี้อาจจะใช้คำสั่งที่เป็นอิสระหรือการรวมกันของคำสั่ง

5.78 แตร (Horn)

รถไฟจะได้รับการติดตั้งแตรเตือนเพื่อให้สามารถได้ยินเสียงรถไฟ และไม่คล้ายกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตือน

การทำงานของแตรเตือนจะต้องปล่อยอย่างน้อยหนึ่งในเสียงต่อไปนี้

- เสียงที่ 1: ความถี่พื้นฐานเป็น $660 \text{ Hz} \pm 30 \text{ Hz}$ (สูง)
- เสียงที่ 2: ความถี่พื้นฐานเป็น $370 \text{ Hz} \pm 20 \text{ Hz}$ (ต่ำ)

5.79 ระดับความเข้มเสียงแตรสำหรับเตือน (Warning horn sound pressure levels)

ระดับแรงดันเสียงโน้ต C ที่สร้างโดยแตรจะมีค่าระหว่าง 115 dB และ 123 dB ตามที่กำหนดไว้ใน EN 15153-2:2007 มาตรา 4.3.2

5.80 การป้องกัน (Protection)

แตรเตือนและระบบการควบคุมจะได้รับการออกแบบหรือป้องกันเพื่อให้สามารถรักษาการทำงานเมื่อถูกรบกวนจากวัตถุในอากาศเช่น เศษหิน ฝุ่นละออง หิมะ ลูกเห็บ หรือนก

5.81 การควบคุมแตร (Horn control)

พนักงานขับต้องสามารถเปิดเสียงเตือนที่ได้ยินดังระบุในหัวข้อ “ห้องคนขับและอินเตอร์เฟซระหว่างคนขับและเครื่องจักร” ของ TSI นี้

การลากและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

วัตถุประสงค์ของระบบลากจูงรถไฟ คือ เพื่อให้แน่ใจว่ารถไฟจะสามารถทำงานที่ความเร็วต่างๆ จนถึงความเร็วสูงสุดที่ให้บริการ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลาก คือ กำลังลากจูง องค์ประกอบและมวลของรถไฟ การยึดเกาะ การลาดเอียงของทาง และความต้านทานการวิ่งของตู้รถไฟ

ประสิทธิภาพการลากจูงสามารถหาได้จากความเร็วสูงสุดและลักษณะรูปแบบของแรงที่ใช้ลาก (แรงที่ขบถล้อ = F (ความเร็ว))

ดังนั้นการกำหนดตารางเวลา timetable จะประกอบด้วย ความเร็วสูงสุดที่ให้บริการ ลักษณะรูปแบบของแรงที่ใช้ลาก และความต้านทานการวิ่งของตู้รถไฟ

5.82 ความต้องการด้านสมรรถนะ (Requirements on performance)

รูปแบบของแรงที่ใช้ลาก (แรงที่ขบล้อ = F (ความเร็ว) จะถูกกำหนดโดยการคำนวณ ความต้านทานการวิ่งของตู้รถไฟ จะหาจากการคำนวณสำหรับสภาพการบรรทุกแบบ “การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกปกติ”

การออกแบบความเร็วสูงสุดจะใช้ข้อมูลจากกรณีสภาพการบรรทุกแบบ “การออกแบบมวลภายใต้อัตราน้ำหนักบรรทุกปกติ” บนทางปกติ

5.83 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply)

ความต้องการสำหรับขบวนรถไฟในหัวข้อนี้นี้จะเกี่ยวข้องกับการอินเทอร์เฟซกับระบบย่อยพลังงาน

TSI ENE สำหรับระบบย่อยพลังงานได้กำหนดสำหรับ 4 ระบบ คือ AC 25 kV 50 Hz AC 15 kV 16.7 Hz ระบบ DC 3 kV หรือ 1.5 kV นอกจากนั้นยังระบุรูปทรงของ pantograph head ที่มีความยาว 1,600 มม. หรือ 1,950 มม.

5.84 การดำเนินการภายในช่วงของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ (Operation within range of voltages and frequencies)

ขบวนรถไฟจะต้องสามารถทำงานอย่างน้อยหนึ่งระบบในหัวข้อ “แรงดันไฟฟ้าและความถี่” ซึ่งกำหนดไว้ใน TSI ENE ค่าที่แท้จริงของแรงดันไฟฟ้าจะสามารถอ่านได้ในห้องคนขับ

5.85 การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืนสู่สายป้อนเหนือราง (Regenerative brake with energy to the overhead contact line)

ขบวนรถไฟที่จ่ายคืนพลังงานไฟฟ้ากลับไปยังสายป้อนเหนือรางจะต้องปฏิบัติตามมาตรา 12.1.1 ของ EN 50388:2005 และต้องเป็นไปได้ในการป้องกันการใช้เบรกจ่ายคืนพลังงาน

5.86 พลังงานสูงสุดและกระแสไฟฟ้าจากสายป้อนเหนือราง (Maximum power and current from the overhead contact line)

ขบวนรถไฟที่มีกำลังสูงกว่า 2 เมกะวัตต์ จะต้องได้รับการติดตั้งฟังก์ชันเพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดในมาตรา 7.3 ของ EN 50388:2005

ขบวนรถไฟจะได้รับการติดตั้งการควบคุมแบบอัตโนมัติสำหรับกระแสภายใต้การทำงานที่ผิดปกติของแรงดันไฟฟ้า ตามที่กำหนดในมาตรา 7.2 ของ EN 50388:2005

5.87 กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะรถอยู่นิ่ง (Maximum current at standstill for DC systems)

สำหรับระบบ DC กระแสสูงสุดขณะรถหยุดนิ่ง/สาลี (pantograph) จะถูกคำนวณและตรวจสอบโดยการวัด ค่าขีดจำกัดถูกระบุไว้ในหัวข้อ “ความจุกระแสไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้ากระแสตรง, รถไฟขณะหยุดนิ่ง” ของ TSI ENE

5.88 เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power factor)

ข้อมูลเพาเวอร์แฟกเตอร์ (PF) จะถูกกำหนดในภาคผนวก G ของ TSI ENE ดังนี้

เมื่อ P คือกำลังไฟฟ้าชั่วขณะ (Instantaneous Power) ที่สาลี

- P มากกว่า 2 MW ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์จะต้องมากกว่า 0.95
- P น้อยกว่า 2 MW ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์จะต้องมากกว่า 0.85

5.89 การรบกวนพลังงานของระบบจากไฟฟ้ากระแสสลับ (System energy disturbances)

ขบวนการไฟฟ้าจะไม่ก่อให้เกิดแรงดันเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ และปรากฏการณ์อื่นๆ ที่อธิบายไว้ใน EN50388: 2005 มาตรา 10.1 (ผลจากฮาร์โมนิกและไดนามิกส์)

การประเมินการทำงานร่วมกันได้จะต้องทำตามวิธีการที่กำหนดไว้ในมาตรา 10.3 ของ EN 50388:2005 ขึ้นตอนและสมมติฐานที่อธิบายไว้ในตาราง 6 ใน EN50388: 2005 ต้องได้รับการกำหนดโดยผู้ใช้ โดยคำนึงถึงข้อมูลที่กำหนดในภาคผนวก D ของมาตรฐานเดียวกัน เกณฑ์การยอมรับให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 10.4 ของ EN 50388:2005

5.90 การวัดการใช้พลังงาน (Energy consumption measuring function)

หากมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดการใช้พลังงานไฟฟ้า จะต้องสอดคล้องกับความต้องการในภาคผนวก D ของ TSI นี้ อุปกรณ์นี้สามารถใช้ในการเก็บค่าใช้ไฟและได้รับการยอมรับสำหรับทุกประเทศสมาชิกในเครือข่ายรถไฟ

5.91 ความต้องการเชื่อมต่อกับสาย (Requirements linked to pantograph)

(ก) ช่วงการทำงานด้านความสูงของสาย

ความสูงของการสัมผัสกับสายป้อน

การติดตั้งบนขบวนรถไฟจะต้องยอมให้มีการเชื่อมต่อกับสายป้อนอย่างน้อยหนึ่งเส้นที่ความสูงระหว่าง

- 4,800 มม. และ 6,500 มม. เหนือทางรถไฟในแนวระดับที่ออกแบบสอดคล้องกับ gauge GC

- 4,500 มม. และ 6,500 มม. เหนือทางรถไฟในแนวระดับที่ออกแบบสอดคล้องกับ gauge GA/GB

ช่วงความสูงขณะใช้งานของสาย

สายที่สามารถใช้ทำงานร่วมกันได้ในเครือข่ายจะมีช่วงการทำงานอย่างน้อย 2,000 มิลลิเมตร คุณลักษณะที่จะได้รับการตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรา 4.2 และ 6.2.3 ของ EN 50206-1:2010

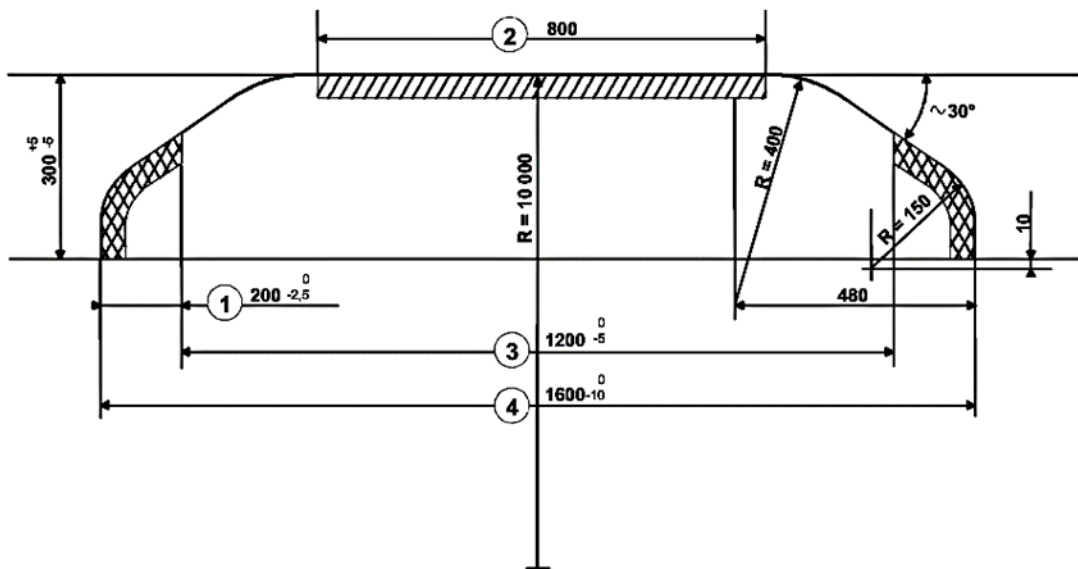
(ข) รูปทรงหัวสาย

อย่างน้อยสายหนึ่งตัวที่จะติดตั้งบนขบวนรถไฟจะต้องมีรูปแบบของหัวสอดคล้องกับหนึ่งในสองคุณสมบัติที่กำหนดไว้
ดังนี้

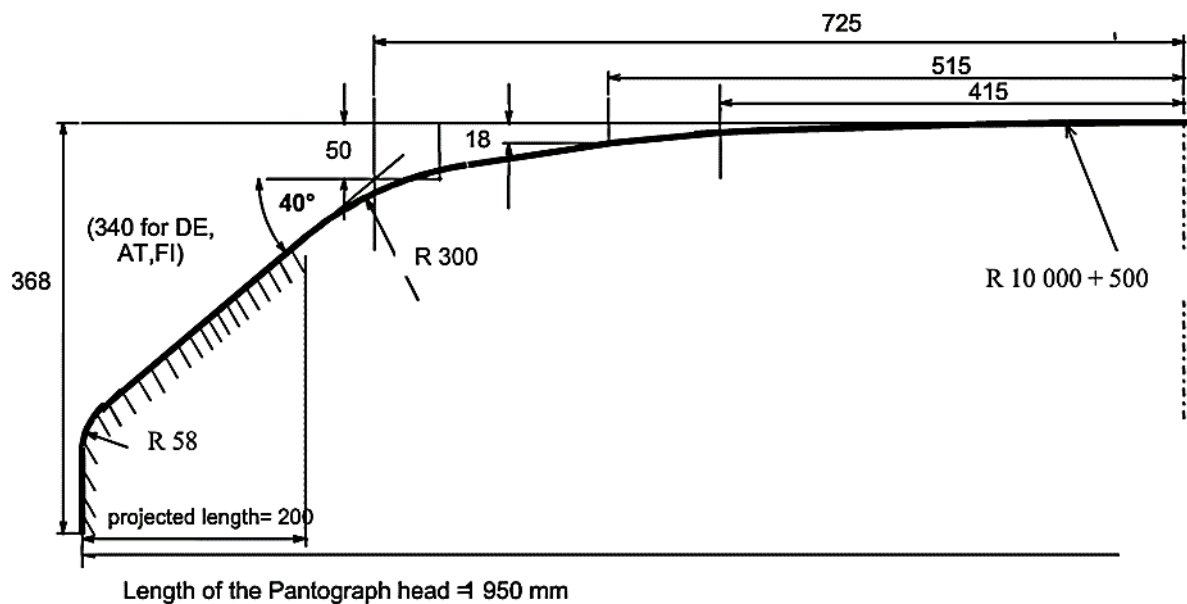
หัวสายที่ติดตั้งแผ่นสัมผัส (contact strip) จะมีต้องสอดคล้องกับแรงสัมผัส 70 N ที่ตรงกึ่งกลางของหัว โดยหัวสายสามารถเอียงได้ตามค่าที่กำหนดไว้ใน EN 50367:2006 มาตรา 5.2

รูปทรงของหัวสายชนิด 1600 mm ต้องสอดคล้องตามที่แสดงใน EN 50367:2006 ดังรูปที่ 3.5-9

รูปทรงของหัวสายชนิด 1950 mm ต้องสอดคล้องตามที่แสดงใน EN 50367:2006 ดังรูปที่ 3.5-10 ด้วยความสูง 340 มม. และช่วงนำไฟฟ้าของหัวสายยาวอย่างน้อย 1,550 มม.



รูปที่ 5-8 รูปทรงของหัวสาลีชนิด 1600 mm (1) ส่วน horn ทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน (2) ระยะต่ำสุดของ contact strip (3) ช่วงนำไฟฟ้าของหัวสาลี (4) ความยาวของหัวสาลี



รูปที่ 5-9 รูปทรงของหัวสาลีชนิด 1950 mm

(ค) ความจุกระแสไฟฟ้า

สำหรับความจุกระแสไฟฟ้า สาสีต้องได้รับการออกแบบมาสำหรับกระแสไฟฟ้าที่พิกัดที่ป้อนไปยังตู้รถไฟฟ้างดระบุนในหัวข้อ “พลังงานสูงสุดและกระแสไฟฟ้าจากสายป้อนเหนือราง”

การวิเคราะห์จะต้องแสดงให้เห็นว่าสายสีสามารถนำกระแสพิกัด การวิเคราะห์นี้จะรวมถึงการตรวจสอบความต้องการตาม มาตรา 6.13.2 ของ EN50206-1: 2010

สายสีสำหรับระบบไฟฟ้า DC จะได้รับการออกแบบมาสำหรับกระแสสูงสุดขณะหยุดนิ่ง ดังระบุในหัวข้อ “กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะรถอยู่นิ่ง”

5.92 แถบสัมผัส (Contact strips)

รูปทรง (geometry)

Contact strip จะได้รับการออกแบบรูปทรงให้พอดีกับหัวสายสีชนิดใดชนิดหนึ่งข้างต้น

วัสดุ (material)

วัสดุที่ใช้ทำแถบสัมผัสจะต้องเข้ากับวัสดุที่ใช้ทำสายป้อนทั้งเชิงกลและไฟฟ้าเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการขัดถูที่เกินพอดีของพื้นผิวสายป้อน ซึ่งช่วยลดการสึกหรอของทั้งสองส่วน

สำหรับ contact strip ที่ใช้ในระบบไฟฟ้า AC วัสดุที่ใช้จะเป็นคาร์บอน

สำหรับ contact strip ที่ใช้ในระบบไฟฟ้า DC วัสดุที่ใช้จะเป็นคาร์บอนธรรมชาติ วัสดุที่ฉาบด้วยคาร์บอนหรือ ทองแดงที่ฉาบด้วยคาร์บอน หากเป็นวัสดุโลหะจะต้องได้รับอนุญาตโดยจะต้องไม่เกิน 40 % โดยน้ำหนัก

สำหรับ contact strip ใช้ทั้งระบบ AC และ DC คาร์บอนธรรมชาติจะได้รับอนุญาต

คุณลักษณะ (characteristics)

Contact strip เป็นส่วนประกอบของหัวสายสีที่สามารถเปลี่ยนทดแทนได้ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสึกหรอได้

5.93 แรงสถิตที่กระทำบนแถบสัมผัส (Pantograph static contact force)

เป็นแรงที่กระทำในแนวตั้ง ดันขึ้นโดยหัวสายสีต่อสายป้อน จากยกตัวของสายสีขณะที่รถที่หยุดนิ่ง โดยต้องสามารถปรับในช่วงต่อไปนี้

- 60 N เพื่อ 90 N สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ
- 90 N เพื่อ 120 N สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรง 3 กิโลโวลต์
- 70 N เพื่อ 140 N สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรง 1.5 กิโลโวลต์

5.94 แรงที่กระทำบนแถบสัมผัสและพฤติกรรมเคลื่อนที่ (Pantograph contact force and dynamic behavior)

แรงสัมผัสเฉลี่ย F_m คือค่าเฉลี่ยเชิงสถิติของแรงที่กระทำบนสายสีที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบสถิตและ อากาศพลศาสตร์

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงนี้คือ ตัวสายสีเอง ตำแหน่งในรถไฟ ส่วนต่อขยายในแนวตั้ง และขบวนรถไฟฟ้า ที่สายสีติดตั้งอยู่

ขบวนรถไฟและสายที่ถูกรื้อถอนออกมาเพื่อออกแรง Fm บนสายป้อนในช่วงที่ระบุในหัวข้อ “พฤติกรรมไดนามิกส์และคุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้า” ของ TSI ENE เพื่อให้แน่ใจว่าไม่เกิดการ arcing เกินควร และการจำกัดการสีกหรือและอันตรายต่อแผ่นสัมผัส contact strip การปรับแรงสัมผัสนี้ ทำได้เมื่อมีการทดสอบแบบไดนามิกส์

การตรวจสอบในระดับของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันจะตรวจสอบการพฤติกรรมแบบไดนามิกส์ ของสาย และความสามารถในการเก็บรวบรวมกระแสไฟฟ้าจากสายป้อนเหนือรางที่สอดคล้องกับ TSI

การตรวจสอบระดับระบบย่อยขบวนรถไฟจะต้องยินยอมให้มีการปรับแรงสัมผัสโดยคำนึงถึง ผลกระทบเชิงอากาศพลศาสตร์จากขบวนรถไฟและตำแหน่งของสายลึ้นตู้รถไฟ

5.95 การจัดวางสาย (Arrangement of pantographs)

จะยอมให้สายมากกว่าหนึ่งตัวสัมผัสกับสายป้อนพร้อมกันในช่วงหนึ่ง โดยจำนวนของสายและระยะห่างของสายจะต้องได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพการดึงกระแสไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “แรงที่กระทำบนแถบสัมผัสและพฤติกรรมเคลื่อนที่”

ที่ระยะห่างของสาย 2 ตัวติดกันของตู้รถไฟที่ประเมินจะต้องมีระยะห่างน้อยกว่าที่แสดงไว้ในหัวข้อ “pantograph spacing” ใน TSI ENE ตามการออกแบบชนิดของระยะห่างสายป้อนเหนือราง (A, B หรือ C) หรือเมื่อสายมากกว่าหนึ่งตัวสัมผัสกับสายป้อนพร้อมกันในช่วงหนึ่งก็จะต้องแสดงให้เห็นโดยการทดสอบว่าคุณภาพขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “แรงที่กระทำบนแถบสัมผัสและพฤติกรรมเคลื่อนที่”

5.96 การวิ่งผ่านส่วนแยกเฟสหรือระบบ (Running through phase or system separation sections)

รถไฟจะได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถที่จะเคลื่อนย้ายระหว่างระบบแหล่งจ่ายไฟที่อยู่ใกล้เคียงกันโดยไม่เกิดการ bridging ระหว่างระบบหรือเฟส

เมื่อวิ่งผ่านส่วนแยกเฟส จะต้องมีการลดระดับการใช้พลังงานของตู้รถไฟให้เป็นศูนย์ตามที่กำหนดใน TSI ENE

สำหรับขบวนรถไฟที่ออกแบบมาให้ใช้กับระบบไฟฟ้าหลายระบบ เมื่อวิ่งผ่านส่วนแยกระบบจะต้องสามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ

5.97 การฉนวนสายจากขบวนรถไฟ (Insulation of pantograph from the vehicle)

สายที่ติดตั้งบนตู้รถไฟจะต้องแน่ใจได้ว่าได้ทำการฉนวนจากดิน (earth) และต้องป้องกันได้กับแรงดันทุกระบบ

5.98 การลดระดับของสาย (Pantograph lowering)

ตู้รถไฟจะได้รับการออกแบบมาเพื่อลดระดับสายภายในช่วงเวลาตามความต้องการที่ระบุใน EN50206-1:2010 มาตรา 4.7 (3 วินาที) และระยะฉนวนแบบไดนามิกส์ตาม EN 50119:2009 ตารางที่ 2 โดยเริ่มต้นจากพนักงานขับรถหรือฟังก์ชันควบคุมรถไฟ สายจะลดระดับไปยังตำแหน่งที่เก็บในเวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที

หากตู้รถไฟติดตั้งอุปกรณ์ automatic dropping device (ADD) ที่ช่วยลดระดับในกรณีเกิดความผิดพลาดของหัวสาย ADD จะต้องสอดคล้องตามความต้องการมาตรา 4.8 ของ EN50206-1: 2010

5.99 การป้องกันระบบไฟฟ้า (Electrical protection of the train)

ขบวนรถไฟไฟฟ้าจะได้รับการป้องกันการลัดวงจรภายใน โดยตำแหน่งที่ตั้งของเบรกเกอร์หลักจะต้องเป็นที่ป้องกันอุปกรณ์แรงดันสูงบนรถไฟ รวมถึงการเชื่อมต่อไฟฟ้าแรงสูงระหว่างตู้รถไฟไฟฟ้า สายลี้ เบรกเกอร์หลัก และจุดเชื่อมต่อไฟฟ้าแรงสูงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องตั้งอยู่บนตู้รถไฟเดียวกัน

เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า การควบคุมเบรกเกอร์หลักคือฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยที่ระดับความปลอดภัยที่จำเป็นยังไม่ซับซ้อน

ตู้รถไฟต่างๆ จะป้องกันตัวมันเองจากแรงดันไฟฟ้าเกินที่ผิดปกติทั้งในช่วงเวลาสั้นจนถึงชั่วคราว และเมื่อเกิดกระแส fault สูงสุด เพื่อตอบสนองความต้องการนี้ การออกแบบการป้องกันไฟฟ้าที่ทำงานประสานกันจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐาน EN 50388:2005 มาตรา 11 “การประสานงานของการป้องกัน coordination of protection” ดังแสดงในตารางที่ 5-10

ตารางที่ 5-10 การทำงานของเบรกเกอร์ต่างๆ เมื่อเกิด fault ภายในตู้รถไฟไฟฟ้า (TSI ENE)

ระบบจ่ายพลังงาน	ลำดับการทำงาน tripping	
	เบรกเกอร์ที่ substation	เบรกเกอร์ภายในรถ
AC 25 kV, 50 Hz	ทันที	ทันที
AC 15 kV, 16.7 Hz	ทันที	ด้านปฐมภูมิของหม้อแปลง: staged
	ทันที	ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง: ทันที
DC 750 V, 1.5 kV และ 3 kV	ทันที	ทันที

5.100 ระบบลากดีเซลและอื่นๆ (Diesel and other thermal traction system)

เครื่องยนต์ดีเซลต้องสอดคล้องกับกฎหมายของสหภาพยุโรปที่เกี่ยวข้องกับไอเสีย (องค์ประกอบและขีดจำกัด)

5.101 การป้องกันระบบไฟฟ้าที่เป็นอันตราย (Protection against electrical hazards)

ขบวนรถไฟและส่วนประกอบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อมกับเจ้าหน้าที่รถไฟและผู้โดยสาร ทั้งในเหตุการณ์ปกติหรือฉุกเฉิน โดยปฏิบัติตามบทบัญญัติที่อธิบายไว้ในมาตรฐาน EN 50153:2002

ห้องคนขับและอินเตอร์เฟซระหว่างคนขับและเครื่องจักร

5.102 ห้องคนขับ (Driver's cab)

ห้องคนขับจะได้รับการออกแบบเพื่ออนุญาตให้พนักงานขับรถทำการเดินรถไฟคนเดียว นอกจากนี้ระดับเสียงรบกวนสูงสุดที่อนุญาตในห้องคนขับระบุไว้ใน TSI Noise

5.103 การเข้าและการออกภายนอกขณะใช้งาน (Access and egress in operating conditions)

ห้องพนักงานขับรถจะสามารถเข้าถึงได้จากทั้งสองด้านของรถไฟ 200 มม. จากด้านบนของรางรถไฟ การเข้าถึงจะทำได้ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้ประตูภายนอกหรือผ่านช่อง (หรือพื้นที่) ที่ด้านหลังของห้องคนขับ

วิธีการสำหรับพนักงานรถไฟในการเข้าและการออกไปข้างนอกห้องคนขับ เช่น ขึ้นบันได จับราว และที่ยึดจับ จะช่วยให้การใช้งานปลอดภัยและสะดวก การออกแบบควรมีรูปแบบที่เหมาะสมกับการทำงาน จะไม่มีขอบคมตามบริเวณทางเข้าออกที่ก่อให้เกิดอุปสรรคสำหรับรองเท้าของพนักงาน

ทางเดินภายนอกจะมีการติดตั้งราวจับและ foot bars เพื่อความปลอดภัยของพนักงานขับ เมื่อเข้าถึงห้องคนขับจากประตูภายนอก

ประตูภายนอกของห้องคนขับเมื่อเปิดแล้วจะไม่กีดขวาง structure gauge และจะต้องมีระยะกันอย่างน้อยเท่ากับ $1,675 \times 500$ มม. เมื่อเข้าถึงจากชั้นบันได และ $1,750 \times 500$ มม. เมื่อเข้าจากระดับพื้น

ประตูภายในที่ใช้โดยพนักงานรถไฟในการเข้าห้องคนขับจะต้องมีระยะกันให้ห่างอย่างน้อย $1,700 \times 430$ มม.

ห้องคนขับและการเข้าถึงต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อให้พนักงานรถไฟสามารถป้องกันไม่ให้ห้องคนขับถูกบุกรุกโดยบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะเป็นห้องคนขับจะมีการใช้งานหรือไม่ก็ตาม และพนักงานขับสามารถที่จะออกไปข้างนอกห้องคนขับโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือหรือปุ่มใด ๆ

การเข้าห้องคนขับจะทำได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายบนรถไฟ ประตูภายนอกห้องคนขับจะไม่เปิดโดยไม่เจตนา

5.104 ทางออกฉุกเฉิน (emergency exit)

การอพยพของพนักงานจากห้องคนขับและการเข้าถึงห้องคนขับโดยทีมกู้ภัยจะต้องเป็นไปได้ทั้งสองด้านของรถ โดยใช้ทางออกฉุกเฉิน คือประตูภายนอก (ดูหัวข้อ “การเข้าและการออกภายนอกขณะใช้งาน”) หรือใช้หน้าต่างด้านข้างหรือช่องฉุกเฉิน

ในทุกกรณีทางออกฉุกเฉินต้องจัดให้มีพื้นที่ว่าง $2,000$ ซม. ด้านในมีอย่างน้อย 400 มม. เพื่อระบายผู้ติดค้าง

ภายในห้องคนขับ ตำแหน่งด้านหน้าออกจากห้องไปยังพื้นที่ที่มีความยาวไม่ต่ำกว่า 2 เมตร ความสูงและกว้างอย่างน้อย $1,700$ มม. $\times$ 430 มม. และพื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง บริเวณดังกล่าวจะบนตัวรถและสามารถใช้พื้นที่เปิดออกไปข้างนอก

5.105 การมองเห็นด้านหน้า (Front visibility)

ห้องคนขับจะได้รับการออกแบบมาเพื่อให้พนักงานขับรถนั่งอยู่ในตำแหน่งที่ชัดเจนและไม่มีอะไรบังสายตา เพื่อให้เห็นความแตกต่างของสัญญาณทั้งด้านซ้ายและด้านขวาในทางตรงและทางโค้งที่มีรัศมีมากกว่า 300 เมตร

สำหรับหัวรถจักรที่มีห้องคนขับกลาง เพื่อที่จะให้เห็นการแสดงผลของสัญญาณที่อยู่ต่ำ พนักงานขับรถสามารถย้ายไปอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ที่เหมาะสม

5.106 ด้านหลังและด้านข้าง (Rear and side view)

ห้องคนขับจะได้รับการออกแบบมาเพื่อให้พนักงานขับรถสามารถมองด้านหลังของด้านข้างของรถไฟทั้งสองที่และ ในเวลาเดียวกันสามารถทำการเบรกฉุกเฉิน ซึ่งพนักงานขับรถไฟสามารถทำได้โดย เปิดหน้าต่าง ด้านข้างหรือแผงด้านข้างทั้งสองของห้องคนขับ ตรวจกระจกภายนอกและระบกก้อง

ในกรณีใช้หน้าต่างหรือแผงด้านข้าง จะต้องมีความใหญ่พอที่พนักงานขับจะสามารถเอาหัวผ่านได้

3.5.1.107 รูปแบบภายใน (Interior layout)

รูปแบบการออกแบบภายในของห้องคนขับคำนึงถึงสัดส่วนของพนักงานขับรถ ตามที่กำหนดไว้ใน ภาคผนวก E ของมาตรฐาน UIC 651:2002

การเคลื่อนไหวของพนักงานขับรถ จะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ

พื้นรถห้องคนขับต้องสอดคล้องกับพื้นที่การทำงานของพนักงานขับรถไฟฟ้า และไม่มีขั้นบันได

รูปแบบภายในจะช่วยให้คนขับสามารถนั่งและยืนควบคุมหัวรถไฟได้

ห้องคนขับจะต้องได้รับการติดตั้งที่นั่งอย่างน้อยหนึ่งที่นั่งตามหัวข้อ “ที่นั่งพนักงานขับ” และนอกจากนี้ยังมีที่นั่งเพิ่มเติมที่หันไปข้างหน้าแต่ไม่ถือว่าเป็นตำแหน่งการขับ

5.108 ที่นั่งพนักงานขับ (Driver's seat)

ที่นั่งพนักงานขับได้รับการออกแบบในลักษณะที่จะช่วยให้เขาทำงานขับได้อย่างเป็นปกติ ในตำแหน่งที่นั่งโดยคำนึงถึงสัดส่วนของพนักงานขับรถตามที่กำหนดไว้ และท่าที่ถูกต้องของการขับรถทางหลักสี่ริวิทยา

พนักงานขับสามารถปรับตำแหน่งที่นั่งให้เหมาะสมตามตำแหน่งของดวงตาสำหรับการแสดงผล ภายนอก ตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “การมองด้านหน้า”

ที่นั่งเองจะไม่เป็นอุปสรรคสำหรับพนักงานขับที่ จะหลบหนี ในกรณีฉุกเฉิน

การติดตั้งที่นั่งในหัวรถจักรและรถโค้ชจะต้องเผื่อที่ว่างสำหรับตำแหน่งการยืนขับรถ

5.109 โต๊ะทำงานพนักงานขับรถ (Driver's desk — Ergonomics)

โต๊ะทำงานพนักงานขับรถและอุปกรณ์ในการควบคุมจะได้รับการจัดวางเพื่อให้พนักงานขับจะสามารถอยู่ในท่าทางปกติ สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก โดยคำนึงถึงการวัดสัดส่วนของพนักงานขับรถไฟ

เพื่อให้สามารถแสดงเอกสารที่ต้องใช้ระหว่างการทำงานบนโต๊ะทำงานเสมอ โชนการอ่านต้องมีขนาดความกว้างและสูงไม่ต่ำกว่า 21 ซม. และ สูง 30 ซม. ที่ด้านหน้าของที่นั่งคนขับ

หากการขับรถและ/หรือการเบรกจะใช้คันโยก (รวมหรือแยกออกจากกัน) การขับทำโดยการผลักคันโยกไปข้างหน้าและการเบรกจะทำการดึงคันโยกเข้าหาคนขับ

หากมีร่องหรือรอยบากสำหรับการเบรกฉุกเฉิน จะต้องสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนจากตำแหน่งอื่นๆ ของคันโยก

5.110 การควบคุมอุณหภูมิและคุณภาพของอากาศ (Climate control and air quality)

อากาศในห้องคนขับที่จะได้รับการปรับเพื่อให้ความเข้มข้นของ CO₂ ให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คุณภาพอากาศภายใน”

ที่ตำแหน่งการนั่งขับซึ่ง ตามที่กำหนดในหัวข้อ “ที่นั่งพนักงานขับ” บริเวณหัวและไหล่คนขับ จะต้องไม่มีการเป่าของอากาศที่เกิดจากระบบระบายอากาศที่มีความเร็วลมเกินค่าขีดจำกัดในระดับที่ยอมรับได้ เพื่อให้แน่ใจว่าสภาพแวดล้อมอากาศเหมาะสมต่อการทำงาน

5.111 แสงภายใน (Internal lighting)

การให้แสงสว่างทั่วไปในห้องคนขับสามารถควบคุมโดยพนักงานขับรถ ความสว่างจะสูงกว่า 75 ลักซ์ ที่ระดับของโต๊ะทำงานของพนักงานขับ

แสงสว่างอิสระสำหรับโชนโต๊ะทำงานของคนขับโต๊ะจะปรับได้ในระดับที่สูงกว่า 150 ลักซ์

แสงของเครื่องมืออื่นๆ สามารถปรับได้โดยอิสระจากแสงสว่างทั่วไปในห้องคนขับ

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสับสนกับระบบอาณัติสัญญาณภายนอก จะไม่มีไฟสีเขียวในห้องขับเคลื่อนคลาส B ตามที่กำหนดใน TSI CCS

5.112 กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางกล (Windscreen — Mechanical characteristics)

ตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของหน้าต่างจะต้องไม่บดบังความสามารถในการมองเห็นภายนอกของพนักงานขับรถไฟตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “การมองด้านหน้า”

กระจกหน้ารถสามารถต้านทานผลกระทบจากสิ่งแปลกปลอมตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน EN15152:2007 มาตรา 4.2.7 และมีความปลอดภัยตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน EN15152:2007 มาตรา 4.2.9

5.113 กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางแสง (Windscreen — Optical characteristics)

กระจกหน้ารถต้องมีคุณภาพต่อการมองเห็น แสงที่สะท้อนเข้ามาจะไม่เปลี่ยนแปลง แม้ในขณะที่กระจกถูกทำให้ร้อนเพื่อป้องกันละอองและน้ำค้างแข็ง ข้อกำหนดอื่นๆ ได้แก่

มุมระหว่างภาพหลัก (primary) และภาพซ้อน (secondary) ระบุไว้ใน EN15152:2007 มาตรา 4.2.2

การบิดเบือนแสง มีการระบุไว้ใน EN15152:2007 มาตรา 4.2.3

หมอกควัน มีการระบุไว้ใน EN15152:2007 มาตรา 4.2.4

การสะท้อนของแสง มีการระบุใน EN15152:2007 มาตรา 4.2.5

Chromaticity มีระบุไว้ใน EN15152:2007 มาตรา 4.2.6

5.114 กระจกหน้ารถ – อุปกรณ์ (Windscreen — Equipment)

กระจกหน้ารถจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ละลายการเกาะของน้ำแข็งและการทำความสะอาดภายนอกภายใต้การควบคุมของพนักงานขับรถ

ตำแหน่ง ชนิดและคุณภาพของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องมั่นใจว่าพนักงานขับจะสามารถรักษาระดับความสามารถในการมองเห็นภายนอกที่ชัดเจนได้ในสภาพอากาศและสภาพการทำงานได้ทุกขณะ

การป้องกันแสงจากดวงอาทิตย์ทำได้โดยไม่ลดระดับการมองเห็นของพนักงานขับ

5.115 การควบคุมการทำงานของคนขับ (Driver’s activity control function)

ห้องคนขับรถไฟจะต้องได้รับการติดตั้งการตรวจสอบการทำงานของพนักงานขับ และจะหยุดรถไฟโดยอัตโนมัติเมื่อตรวจสอบได้ว่าพนักงานขับรถไฟไม่ปฏิบัติหน้าที่ วิธีการในการตรวจสอบ ได้แก่

การควบคุมการกระทำของพนักงานขับรถไฟโดยอุปกรณ์เฉพาะ เช่น ปุ่มกด สัมผัส หากมีการขาดการกระทำต่ออุปกรณ์เหล่านี้ในช่วงเวลาที่กำหนด จะสามารถรู้ถึงการละหน้าที่ของพนักงานขับโดยแจ้งสัญญาณที่เรียกว่า a lack of driver’s activity ช่วงเวลานี้อยู่ระหว่าง 5 วินาที ถึง 60 วินาที

หากมีการละหน้าที่อย่างสม่ำเสมอมากกว่าหนึ่งครั้งแต่ไม่เกิน 60 วินาที จะทำการเตือนก่อนเพื่อให้ทำการรีเซ็ต ก่อนทำการแจ้งผ่านระบบวิทยุสื่อสาร หากมีการแจ้งดังกล่าวเกิดขึ้น จะตามมาด้วยการเบรกปกติหรือฉุกเฉิน

5.116 การวัดความเร็ว (Speed indication)

ระบบนี้และการประเมินผลตามนี้จะถูกระบุไว้ใน TSI CCS

5.117 หน้าจอแสดงผลการขับรถ (Driver display unit and screens)

ข้อมูลและคำสั่งที่ให้ไว้ในห้องขับรถเพื่อใช้ในการขับรถ จะถูกแสดงโดยส่วนแสดงผลหรือขึ้นที่หน้าจอ โดยได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานที่เหมาะสมและการตอบสนองจากพนักงานขับ

5.118 การควบคุมและตัวชี้วัด (Controls and indicators)

การใช้ไฟแสดงสถานะทั้งหมด ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้คนขับรถสามารถอ่านได้อย่างถูกต้อง ภายใต้สภาพการให้แสงสว่างธรรมชาติหรือเทียม

แสงสะท้อนจากไฟแสดงสถานะและปุ่มที่ปรากฏบนหน้าต่างในห้องคนขับจะต้องไม่ยุ่งเกี่ยวกับการมองเห็นของพนักงานขับในตำแหน่งการทำงาน

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสับสนกับระบบอาณัติสัญญาณภายนอก จะไม่มีไฟสีเขียวในห้องขับรถคลาส B ตามที่กำหนดใน TSI CCS

ข้อมูลเสียงที่เกิดจากอุปกรณ์ภายในส่วนห้องขับรถสำหรับคนขับจะต้องไม่ต่ำกว่า 6 dB(A) อยู่เหนือ ค่าเฉลี่ยระดับเสียงรบกวนในห้องขับรถที่กำหนดใน TSI noise

5.119 การติดฉลาก (Labelling)

ข้อมูลต่อไปนี้ จะได้รับการระบุไว้ในห้องขับรถ

- ความเร็วสูงสุด (Vmax)
- หมายเลขประจำตัวของขบวนรถไฟ
- ตำแหน่งของอุปกรณ์พกพา (เช่น อุปกรณ์ช่วยเหลือตนเองและอุปกรณ์แสดงสัญญาณ)
- ทางออกฉุกเฉิน

รูปสัญลักษณ์จะต้องนำมาใช้กับตัวควบคุมและตัวชี้ตำแหน่งในห้องคนขับ

5.120 การควบคุมระยะไกลจากพื้นดิน (Remote control function)

หากมีการใช้การควบคุมระยะไกลด้วยวิทยุ เพื่อควบคุมตู้รถไฟจากพื้นดินในระหว่างการดำเนินการ shunting สำหรับสินค้า จะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้พนักงานขับสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของรถไฟได้อย่างปลอดภัยและเพื่อหลีกเลี่ยงจากความผิดพลาดใดๆ

ระบบนี้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและต้องได้รับการประเมินตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับ

5.121 เครื่องมือและอุปกรณ์บนรถ (Onboard tools and portable equipment)

จะต้องมีที่ว่างเพื่อการจัดเก็บอุปกรณ์สำหรับพนักงานขับรถไฟ โดยมีความจำเป็นในสถานการณ์ฉุกเฉิน อันได้แก่

- ตะเกียงไฟสัญญาณที่มีแสงสีแดงและสีขาว
- อุปกรณ์ลัดวงจรสำหรับ track-circuits
- อุปกรณ์เสริมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเบรกหากไม่เพียงพอ ซึ่งขึ้นอยู่กับความลาดชันของทาง
- เครื่องดับเพลิง

- เครื่องช่วยหายใจ

5.122 บริเวณจัดเก็บอุปกรณ์ส่วนตัวของพนักงาน (Storage facility for staff personal effects)

ห้องคนขับแต่ละขบวนจะได้รับการติดตั้ง

- ตะขอ 2 ชุด สำหรับแขวนเสื้อผ้า
- พื้นที่ว่างสำหรับการจัดเก็บกระเป๋าเดินทาง ขนาด 300 มม. x 400 มม. x 400 มม.

5.123 เครื่องบันทึกเสียง (Recording device)

รายการของข้อมูลที่จะถูกบันทึกได้กำหนดไว้ใน TSI OPE เพื่อความต้องการสำหรับหน่วยงานสอบสวนในกรณีมีการรายงานเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุ

การป้องกันไฟและการอพยพ

5.124 การจำแนกประเภทการป้องกันไฟและการอพยพ (categorization)

ขบวนรถไฟที่ใช้ในเครือข่ายจะได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถปกป้องผู้โดยสารและพนักงานบนรถไฟในกรณีที่มีอันตราย เช่น ไฟไหม้บนรถไฟและเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการอพยพและช่วยเหลือในกรณีฉุกเฉิน

ความต้องการสำหรับตู้รถไฟโดยสารประเภท A

- ความต้องการจะเกี่ยวข้องกับขบวนรถไฟ ประเภท A ตามที่ปรากฏใน TSI SRT
- ความต้องการตามหัวข้อ 5.125 (ความต้องการวัสดุ) ถึง 5.127 (การอพยพผู้โดยสาร)

ความต้องการสำหรับตู้รถไฟโดยสารประเภท B

- ความต้องการจะเกี่ยวข้องกับขบวนรถไฟ ประเภท A และ B ตามที่ปรากฏใน TSI SRT
- ความต้องการตามหัวข้อ 5.127 (การอพยพผู้โดยสาร)

ความต้องการสำหรับตู้รถไฟขนส่งสินค้า

- ความต้องการตามข้อกำหนดที่ระบุใน TSI SRT สำหรับใช้กับตู้รถไฟขนส่งสินค้า
- ความต้องการตามหัวข้อ 5.125 (ความต้องการวัสดุ) และ 5.126 (มาตรการสำหรับของเหลวที่ติดไฟได้ง่าย) ซึ่งเป็นมาตรการที่เฉพาะเจาะจงสำหรับของเหลวไวไฟ

ความต้องการที่ระบุไว้ใน TSI SRT

รายการต่อไปนี้ให้ภาพรวมของพารามิเตอร์พื้นฐานที่ครอบคลุมโดย TSI SRT ซึ่งสอดคล้องกับ TSI RST นี้

- คุณสมบัติของวัสดุ
- เครื่องดับเพลิงสำหรับผู้โดยสาร
- การป้องกันอัคคีภัยสำหรับรถไฟขนส่งสินค้า
- กำแพงป้องกันไฟ (Fire barriers) สำหรับผู้โดยสาร
- มาตรการเพิ่มเติมสำหรับผู้โดยสารเมื่อเกิดไฟไหม้

- เครื่องตรวจจับไฟ Onboard
- วิธีการสื่อสารบนรถไฟ
- การ override เบรกฉุกเฉิน
- ระบบไฟฉุกเฉินในรถไฟ
- การปิดเครื่องปรับอากาศในรถไฟ
- การออกแบบการหลบหนีของผู้โดยสาร
- บริการข้อมูลช่วยเหลือและการเข้าถึง

5.125 ความต้องการวัสดุ (Material requirements)

หัวข้อนี้ช่วยเพิ่มเติม TSI SRT หัวข้อ “คุณสมบัติของวัสดุในขบวนรถไฟ” สำหรับรถไฟทั่วไป

นอกจากนี้ยังมีบทบัญญัติใน TSI SRT เกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการเผาไหม้ของวัสดุและการเลือกของชิ้นส่วนที่ได้รับอนุญาตภายใต้การตรวจสอบความสอดคล้องตามมาตรฐาน TS 45545-2:2009 โดยใช้การดำเนินงานที่เหมาะสมตามที่ระบุไว้ใน TS 45545-1:2009

5.126 มาตรการสำหรับของเหลวที่ติดไฟได้ง่าย (Specific measures for flammable liquids)

ขบวนรถไฟจะต้องมีมาตรการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดไฟไหม้และการแพร่กระจาย เนื่องจากการรั่วไหลของของเหลวไวไฟหรือก๊าซ

5.127 การอพยพผู้โดยสาร (Passenger evacuation)

หัวข้อนี้แทน TSI SRT หัวข้อ “ทางออกฉุกเฉินผู้โดยสาร”

นิยาม

ทางออกฉุกเฉิน: รถไฟจะปล่อยให้คนที่อยู่ภายในรถไฟออกมาจากรถไฟในกรณีฉุกเฉิน ประตูดผู้โดยสารภายนอกเป็นประเภทหนึ่งของทางออกฉุกเฉิน

เส้นทางผ่าน: พื้นที่ในรถไฟที่สามารถเข้าและออกจากด้านข้างที่ต่างกันและไม่ขัดขวางการเดินของผู้โดยสารและพนักงานตามแนวยาวของรถไฟ

พื้นที่ผู้โดยสาร: พื้นที่ที่ผู้โดยสารสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องได้รับการอนุญาต

ช่อง: พื้นที่ผู้โดยสารหรือพื้นที่พนักงานที่ไม่สามารถใช้เป็นเส้นทางผ่านสำหรับผู้โดยสารหรือพนักงานตามลำดับ

ความต้องการ

ทางออกฉุกเฉินต้องจัดให้และชี้ให้เห็น

ทางออกฉุกเฉินจะสามารถเปิดได้โดยผู้โดยสารรถไฟจากภายใน

เมื่อเปิดแต่ละทางออกฉุกเฉินจะต้องมีการเปิดอย่างน้อย 700 มม. x 550 มม.

ที่นั่งหรือสิ่งอำนวยความสะดวกผู้โดยสาร (โต๊ะ เติ่ง) อาจอยู่ในเส้นทางไปสู่ทางออกฉุกเฉินใดที่ไม่ขัดขวางการใช้ทางออกฉุกเฉิน

ทุกประตูจะได้รับการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยเปิดฉุกเฉินซึ่งจะช่วยให้ใช้เป็นทางออกฉุกเฉิน

จากสถานที่ที่อยู่ภายในเส้นทางผ่าน แต่ละประตูภายนอกจะสามารถเข้าถึงได้ภายใน 16 เมตร ตามแนวแกนตามยาวของรถ

สำหรับตู้เสบียง ทางออกฉุกเฉินจะต้องตั้งอยู่ภายใน 16 เมตรจากแต่ละสถานที่ภายในตู้เสบียง ตามแนวยาวของรถไฟ

สำหรับต้นนอนทุกตู้ จะต้องมียางออกฉุกเฉิน

ยกเว้นห้องน้ำและพื้นที่จัดเก็บกระเป๋าเดินทาง ไม่มีส่วนใดภายในห้องโดยสารที่อยู่ห่างจากทางออกฉุกเฉินกว่า 6 เมตร วัดตามแนวแกนตามยาวของรถ สำหรับทางออกฉุกเฉินในช่องผู้โดยสาร จะต้องมียูนิคัลเพิ่มเติมที่จะช่วยให้การอพยพที่ปลอดภัย และรวดเร็วหากระยะระหว่างจุดต่ำสุดของทางออกฉุกเฉินกับด้านบนของทางรถไฟเกิน 1.8 เมตร

รถไฟได้รับการออกแบบ เพื่อบรรทุกผู้โดยสารไม่เกิน 40 คน จะต้องมีทางออกฉุกเฉินอย่างน้อย 2 ช่องทาง

รถไฟได้รับการออกแบบ เพื่อบรรทุกผู้โดยสารมากกว่า 40 คน จะต้องมีทางออกฉุกเฉินอย่างน้อย 3 ช่องทาง

รถไฟโดยสารทุกขบวนจะต้องมีทางออกฉุกเฉินอย่างน้อย 1 ช่องทางในแต่ละด้านของรถไฟ

5.128 กำแพงป้องกันไฟ (Fire barriers)

หัวข้อนี้ช่วยเพิ่มเติม TSI SRT หัวข้อ “กำแพงป้องกันไฟสำหรับผู้โดยสาร” สำหรับรถไฟทั่วไป

นอกจากบทบัญญัติใน TSI SRT แล้ว สำหรับความปลอดภัยจากไฟประเภท B การใช้พาร์ทิชันเติมแนวขวางภายในพื้นที่ผู้โดยสาร/พนักงาน สามารถแทนด้วยการใช้มาตรการป้องกันการแพร่กระจายของไฟ fire spreading prevention measures (FSPM) :

FSPM จะนำมาใช้แทนพาร์ทิชัน ต้องแสดงให้เห็นว่า:

- แน้ใจว่าไฟและควันไม่กระจายตัวในระดับความเข้มข้นที่เป็นอันตรายในช่วงระยะที่มากกว่า 28 เมตร ภายในพื้นที่ผู้โดยสาร/พนักงาน อย่างน้อย 15 นาทีหลังจากที่เริ่มการเกิดเพลิงไหม้
- จะติดตั้งในตู้รถไฟที่มีผู้โดยสารและ/หรือพนักงาน
- ให้ความปลอดภัยกับผู้โดยสารบนรถไฟเทียบเท่ากับพาร์ทิชัน 15 นาทีซึ่งจะมีการทดสอบตามที่กำหนดใน EN 1363-1:1999 และสมมติว่าไฟสามารถเริ่มต้นจากด้านข้างของพาร์ทิชัน

หาก FSPM อาศัยความน่าเชื่อถือและความพร้อมของระบบหรือฟังก์ชัน ระดับความปลอดภัยจะต้องนำมาพิจารณาในการสาธิต

การบริการ (Servicing)

การซ่อมแซมเล็กน้อยเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการทำงานระหว่างการบำรุงรักษาใหญ่ ซึ่งจะต้องสามารถทำได้ขณะที่รถไฟห่างจากฐาน

5.129 การทำความสะอาดกระจกหน้ารถห้องคนขับ (Cleaning of driver's cab windscreen)

หน้าต่างด้านหน้าของห้องคนขับจะต้องทำความสะอาดจากภายนอก โดยไม่จำเป็นต้องถอดชิ้นส่วนใดๆ

5.130 การทำความสะอาดภายนอกผ่านโรงทำความสะอาด (Exterior cleaning through a washing plant)

การทำความสะอาดภายนอกผ่านโรงทำความสะอาดต้องการควบคุมความเร็วของรถไฟระหว่าง 2 กม./ชม. และ 5 กม./ชม.

5.131 ระบบการปล่อยน้ำ (Toilet discharge system)

มีการอินเตอร์เฟซกับระบบจ่ายน้ำ

5.132 อุปกรณ์เติมน้ำ (Water refilling equipment)

น้ำที่จ่ายให้กับรถไฟบนเครือข่ายทำงานร่วมกัน ต้องได้สอดคล้องกับ Directive 98/83/EC ตามที่ระบุไว้ใน TSI INF
อุปกรณ์กักเก็บน้ำบนรถจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่เกี่ยวกับสุขภาพของผู้โดยสาร ข้อกำหนดนี้จะถือว่าเหมาะสมโดยการประเมินการวางท่อและวัสดุและคุณภาพการเชื่อมต่อท่อ วัสดุต้องมีความเหมาะสมกับการขนส่งและปริมาณน้ำที่เก็บรักษาต้องเพียงพอต่อการบริโภค

5.133 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการทรงตัว (Special requirements for stabling of trains)

หากตู้รถไฟติดตั้งแหล่งจ่ายไฟที่กำหนดให้มีการจ่ายไฟฟ้าขณะปกติ จะต้องสอดคล้องกับระบบไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

- สายป้อน ดูหัวข้อ “ความต้องการเชื่อมต่อกับสาย”
- ชนิดของแรงดัน UIC 552 (AC 1 กิโลโวลต์ , AC/DC 1.5 กิโลโวลต์, DC 3 กิโลโวลต์)
- แหล่งจ่ายไฟภายนอก

5.134 อุปกรณ์เติมเชื้อเพลิง (Refueling equipment)

หากตู้รถไฟติดตั้งระบบเติมน้ำมันเช่น ขบวนรถไฟใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล อุปกรณ์นี้จะต้องสอดคล้องตามความต้องการของมาตรฐาน UIC 627-2: 1980

เอกสารสำหรับดำเนินการเดินรถและซ่อมบำรุง

การทำเอกสารเป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ทางเทคนิค (technical file) ซึ่งรวบรวมโดยหน่วยงานตรวจสอบภายนอก (notified body) และคู่กับเอกสารยืนยันตามการตรวจสอบตามประกาศ EC (EC declaration of verification)

เอกสารนี้เป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ทางเทคนิคที่จะติดอยู่กับผู้ยื่นสมัครและจะถูกเก็บไว้โดยผู้สมัครตลอดอายุการใช้งานของระบบย่อย

5.135 ข้อมูลทั่วไปด้านเอกสาร (General documentation)

การทำเอกสารต้องประกอบด้วย

- รูปภาพทั่วไป
- แผนภาพวงจรไฟฟ้า นิวแมติก และไฮดรอลิก แผนภาพการควบคุมวงจรที่จำเป็นในอธิบายหน้าที่และการทำงานของระบบที่เกี่ยวข้อง
- รายละเอียดของระบบคอมพิวเตอร์บนรถไฟ ซึ่งรวมรายละเอียดของการทำงานของการทำงานการเชื่อมต่อข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลและโปรโตคอล

- ความสมดุลของน้ำหนัก ด้วยสมมติฐานของโหลดตามที่กำหนดในหัวข้อ “เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก”
- เพลาน้ำหนัก และระยะห่างของเพลตามที่กำหนด ในหัวข้อ “น้ำหนักเพล” และ “น้ำหนักล้อ”
- รายงานการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการทำงานแบบไดนามิกส์ รวมทั้งการบันทึกการทดสอบด้านคุณภาพตามที่กำหนดในหัวข้อ “พฤติกรรมเคลื่อนที่ขณะวิ่ง”
- สมมติฐานนำไปประเมินโหลด เนื่องจากการวิ่งของโบกี้ ตามที่กำหนดในหัวข้อ “การออกแบบโครงสร้างของ bogie frame”
- ประสิทธิภาพการทำงานของเบรก ตามที่กำหนด ในหัวข้อ “ความต้องการทั่วไปสำหรับประสิทธิภาพการเบรก”
- ประเภทของห้องสุขา ลักษณะการใช้งาน การทำความสะอาด ระบบบำบัดน้ำที่ปล่อยออกมาและมาตรฐานที่ใช้ประเมินตามที่กำหนด ในหัวข้อ “ระบบสุขอนามัย”
- บทบัญญัติสัมพันธ์กับช่วงที่เลือกของพารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อม ตามที่กำหนดในหัวข้อ “เงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อม”
- ประสิทธิภาพการทำงานของแรงลากจูงตามที่กำหนดในหัวข้อ “ความต้องการด้านสมรรถนะการลากจูง”
- สมมติฐานและ ข้อมูลการพิจารณา สำหรับการศึกษาความเข้ากันได้สำหรับระบบ AC ตามที่กำหนด ในหัวข้อ “การรับกวนพลังงานของระบบจากไฟฟ้ากระแสสลับ”
- จำนวนสายในการติดต่อกับอุปกรณ์สายป้อนเหนือราง ระยะห่าง และประเภทระยะ การออกแบบ (A, B หรือ C) ที่ใช้ในการทดสอบการประเมิน ตามที่กำหนดในหัวข้อ “การจัดวางสาย”

5.136 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา (Document related to maintenance)

การบำรุงรักษาเป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ความปลอดภัยอย่างต่อเนื่องของระบบ และสอดคล้องตามมาตรฐาน EN 13306

ข้อมูลต่อไปนี้จำเป็นที่จะต้องดำเนินการบำรุงรักษา

1) maintenance design justification file

อธิบายถึงวิธีการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้ และการออกแบบให้แน่ใจว่าคุณลักษณะของขบวนรถไฟจะอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ตลอดช่วงอายุการใช้งาน

maintenance design justification file จะต้องมี

- หลักการและวิธีการที่ใช้ในการออกแบบการบำรุงรักษา
- รูปแบบการใช้งาน: ข้อจำกัดของการใช้งานปกติของตู้รถไฟ (เช่น กิโลเมตร/เดือน ข้อจำกัดภูมิอากาศ ประเภทโหลดที่ได้รับอนุญาต ฯลฯ)
- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ การบำรุงรักษาและที่มาของข้อมูล
- การทดสอบ การตรวจสอบ และการคำนวณเพื่อออกแบบการบำรุงรักษา

2) maintenance description file

อธิบายถึงวิธีการดำเนินการกิจกรรมการบำรุงรักษา รวมถึงกิจกรรมทั้งหมดที่จำเป็น เช่น การตรวจสอบ การทดสอบ วัดค่า การปรับเปลี่ยน ซ่อมแซม

กิจกรรมการบำรุงรักษา จะแบ่งออกเป็น

- การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (preventive maintenance) ที่กำหนดและ ควบคุม
- การบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

maintenance description file จะรวมถึงต่อไปนี้

- ลำดับขั้นของส่วนประกอบและรายละเอียดการทำงาน: ลำดับขั้นจะตั้งค่าขอบเขตของขบวนรถไฟ โดยการลิสต์รายการที่เป็นโครงสร้าง และการใช้จำนวนขั้นที่เหมาะสม รายการที่ต่ำสุดของลำดับขั้นจะเป็นการเปลี่ยนทดแทน
- แผนภาพวงจร การเชื่อมต่อ และการเดินสายไฟ
- รายการชิ้นส่วน: รายการสินค้าจะต้องมีคำอธิบายทางเทคนิคของชิ้นส่วนอะไหล่ และการอ้างอิงในการที่จะช่วยให้การจัดซื้อชิ้นส่วนอะไหล่ที่ถูกต้อง

ชิ้นส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันต้องระบุและอ้างอิงถึงประกาศการทำงานร่วมกันที่เกี่ยวข้อง

- คำจำกัดจำกัดสำหรับอุปกรณ์ ซึ่งจะไม่เกินระหว่างการใช้งาน ความเป็นไปได้ของข้อจำกัดการดำเนินงานในโหมดที่ต่ำกว่าปกติที่ได้รับอนุญาต

- ข้อจำกัดทางกฎหมายยุโรป องค์ประกอบหรือระบบ อาจมีการข้อผูกมัดตามกฎหมายที่เฉพาะในยุโรป

- ชุดโครงสร้างของงานที่รวมกิจกรรม ขั้นตอน วิธีการที่เสนอโดยผู้ยื่นคำขอเพื่อดำเนินงานบำรุงรักษา

- รายละเอียดของกิจกรรมการบำรุงรักษา

- คำแนะนำการถอด/ประกอบ ที่จำเป็นสำหรับการประกอบ/ถอดชิ้นส่วนของชิ้นส่วน ทดแทน
- เกณฑ์การบำรุงรักษา
- การตรวจสอบและการทดสอบ
- เครื่องมือและวัสดุที่จำเป็นในการดำเนินงาน
- วัสดุสิ้นเปลืองที่จำเป็นในการดำเนินงาน
- การให้ความปลอดภัยส่วนบุคคลและการป้องกันอุปกรณ์
- การทดสอบที่จำเป็นและวิธีการที่จะดำเนินการภายหลังการบำรุงรักษาก่อนกลับให้บริการ
- การแก้ไขปัญหา (การวินิจฉัยความผิดปกติ) คู่มือหรือสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น รวมถึงแผนภาพการทำงานและระบบไอทีที่ใช้ค้นหาความผิดปกติ

5.137 เอกสารปฏิบัติการ (Operating documentation)

เอกสารทางเทคนิคที่จำเป็นในการทำงานประกอบด้วย

- รายละเอียดของการดำเนินงานในโหมดปกติ รวมทั้งลักษณะการดำเนินงานและข้อจำกัดของตัวรถไฟ เช่น มาตรฐานความเร็วสูงสุด น้ำหนักเพลา ประสิทธิภาพเบรก

- รายละเอียดของโหมดที่ไม่ปกติ ในกรณีของการขัดข้องของอุปกรณ์หรือฟังก์ชัน พร้อมกับข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องและเงื่อนไขการดำเนินงานที่ยอมรับได้

เอกสารปฏิบัติการทางเทคนิคนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารทางเทคนิค

5.138 แผนภาพการยกและคำแนะนำ (Lifting diagram and instructions)

เอกสารจะรวมถึง

- รายละเอียดของขั้นตอนในการยกและใช้แม่แรง และคำแนะนำที่เกี่ยวข้อง
- รายละเอียดของ อินเตอร์เฟซสำหรับการยก และใช้แม่แรง

5.139 รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือ (Rescue related descriptions)

เอกสารจะรวมถึง

- รายละเอียดของขั้นตอนการใช้มาตรการฉุกเฉินและข้อควรระวังที่จำเป็น เช่น การใช้ทางออกฉุกเฉิน ทางเข้าขบวนรถไฟ สำหรับการช่วยเหลือ การแยกเบรก ระบบดิน (earthing) การลาก
- รายละเอียดของผลกระทบเมื่อมาตรการฉุกเฉินที่อธิบายไว้จะถูกนำมาใช้ เช่น การลดลงของประสิทธิภาพการทำงานของเบรกหลังจากการแยกของเบรก

6. ตัวแปรพื้นฐานของระบบย่อยขบวนรถไฟคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Command-control and Signalling Subsystem)

ระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณได้ถูกนิยามใน Directive 2008/57/EC ว่าเป็นส่วนสำคัญที่สั่งการและควบคุมให้อุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ สามารถทำงานด้วยกันได้อย่างปลอดภัยในเครือข่ายระบบราง โดยระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน อันได้แก่

- ก) การปกป้องรถไฟ (train protection)
- ข) การสื่อสารวิทยุ (radio communication)
- ค) การตรวจจับรถไฟ (train detection)

รถไฟจะแบ่งเป็นสองคลาสคือ A ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้งานกันในปัจจุบันและ B ซึ่งเป็นรุ่นที่มีการใช้งานตั้งแต่มาก่อนปี 2001 สำหรับระบบการปกป้องรถไฟสำหรับคลาส A นั้นจะหมายถึง European Railway Traffic Management System (ERTMS)/European Train Control System (ETCS) ในขณะที่ระบบการสื่อสารวิทยุ คือ Global System Mobile-Railway (GSM-R) ในการพิจารณาของระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณสำหรับอุปกรณ์บนบอร์ด (on-board) จะคำนึงถึงการใช้วิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ และการปกป้องรถไฟคลาส A สำหรับในส่วนหนึ่งของระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ภาคพื้นดิน track-side จะพิจารณาจากเครือข่ายการปกป้องรถไฟและการสื่อสารวิทยุรถไฟคลาส A รวมถึงความต้องการในการอินเตอร์เฟซกับเครือข่ายการตรวจจับรถไฟ

รถไฟคลาส A ที่ติดตั้งอุปกรณ์ปกป้องอนบอร์ด ERTMS/ETCS ระดับ 2 จะต้องสามารถทำงานบนเส้นทางที่ติดตั้งระบบทั้งระดับ 2 และ ต่ำกว่าหนึ่งชั้น สำหรับรถไฟคลาส A ที่ติดตั้งอุปกรณ์ปกป้อง ERTMS/ETCS ระดับ 1 ไม่จำเป็นต้องติดตั้งระบบวิทยุสื่อสาร GSM-R แต่จะต้องมีการเตรียมพร้อมเพื่อสามารถติดตั้งกับระบบระดับ 2 ได้

เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันได้ ทั้งระบบย่อยและส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันจะต้องสอดคล้องต่อความต้องการที่จำเป็นของตัวแปรพื้นฐานที่กำหนด ตัวแปรที่เกี่ยวกับการทำงานและข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมดสามารถจัดแบ่งเป็นกลุ่มย่อยดังแสดงในตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 ตัวแปรในระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ

หัวข้อ	ตัวแปร
6.1	คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน (Control-Command and Signalling safety characteristics relevant to interoperability)
6.2	ฟังก์ชันการทำงานอนบอร์ดของ ERTMS / ETCS (On-board ERTMS/ETCS functionality)
6.3	ฟังก์ชันการทำงานภาคพื้นดินของ ERTMS / ETCS (Track-side ERTMS/ETCS functionality)
6.4	ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R (Mobile communication functions for railways – GSM-R)
6.5	การอินเทอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS / ETCS และ GSM-R (ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces)
6.6	การอินเทอร์เฟซแบบอนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (On-board interfaces Internal to Control-Command and Signalling)
6.7	การอินเทอร์เฟซภาคพื้นดินภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Track-side interfaces Internal to Control-Command and Signalling)
6.8	การจัดการรหัสข้อมูล (Key management)
6.9	การจัดการ ETCS-ID (ETCS-ID management)
6.10	ระบบตรวจจับรถไฟ (Train detection systems)
6.11	ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถกับอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน (Electromagnetic compatibility between rolling stock and Control-Command and Signalling track-side equipment)
6.12	ส่วนอินเทอร์เฟซ ERTMS / ETCS กับพนักงานขับรถไฟ (ERTMS/ETCS DMI (driver machine interface))
6.13	ส่วนอินเทอร์เฟซ GSM-R กับพนักงานขับรถไฟ (GSM-R DMI (driver machine interface))
6.14	การอินเทอร์เฟซการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการกำกับดูแล (Interface to data recording for regulatory purposes)
6.15	การมองเห็นของอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน (Visibility of track-side Control-Command and Signalling objects)
6.16	สภาพแวดล้อม (Environmental conditions)

ข้อกำหนดจำเพาะต่างๆ สำหรับการติดต่อสื่อสารทั้งระหว่างรถไฟ และระหว่างรถไฟกับภาคพื้นดินที่ระบุใน TSI นี้ จะช่วยให้เกิดฟังก์ชันการทำงานที่เอื้อให้เกิดการวิ่งของรถไฟในเครือข่ายโดยปราศจากข้อจำกัดของระบบย่อยออนบอร์ดต่างๆ ตารางที่ 6-2 แสดงตัวแปรพื้นฐานในระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณที่เหมาะสมกับระบบย่อยและส่วนประกอบหลัก

ตารางที่ 6-2 ตัวแปรพื้นฐานในระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณที่เหมาะสมกับระบบย่อยและส่วนประกอบหลัก

ระบบย่อย	ส่วนประกอบ	หัวข้อตัวแปรพื้นฐาน
การควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินออนบอร์ด	การปกป้องรถไฟ (train protection)	6.1, 6.2, 6.5, 6.6, 6.8, 6.9, 6.12, 6.14, 6.16
	การสื่อสารวิทยุ (radio communication)	6.4, 6.5, 6.6, 6.13, 6.14, 6.16
การควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน	การปกป้องรถไฟ (train protection)	6.3, 6.5, 6.7, 6.8, 6.9, 6.15, 6.16
	การสื่อสารวิทยุ (radio communication)	6.4, 6.5, 6.7, 6.16
	การตรวจจับรถไฟ (train detection)	6.10, 6.11, 6.16

ฟังก์ชันการทำงานและข้อกำหนดจำเพาะทางเทคนิคที่สอดคล้องกับตัวแปรพื้นฐานในระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณมีดังนี้

6.1 คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน (Control-Command and Signalling safety characteristics relevant to interoperability)

สิ่งที่สำคัญประการแรกคือต้องไม่เกิดการส่งข้อมูลเพิ่มเติมที่สับสนระหว่างระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณออนบอร์ดและภาคพื้นดิน นอกเหนือไปจากที่ระบุใน TSI นี้ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงหัวข้อต่อไปนี้

ก) ความปลอดภัย

ระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณออนบอร์ดและภาคพื้นดินต้องสอดคล้องกับอุปกรณ์ ERTMS/ETCS รวมถึงการติดตั้งที่ระบุใน TSI นี้ โดยค่า tolerable rate (THR) สำหรับอันตรายที่เกิดจากความผิดพลาดด้านความเร็วและ/หรือระยะทางจะถูกกำหนดไว้ที่ 10^{-9} h^{-1} สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (1)

ข) ความน่าเชื่อถือ

ระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณออนบอร์ดและภาคพื้นดินต้องสอดคล้องกับความต้องการที่ระบุใน TSI นี้ สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (32)

6.2 ฟังก์ชันการทำงานออนบอร์ดของ ERTMS/ETCS (On-board ERTMS/ETCS functionality)

ตัวแปรพื้นฐานสำหรับฟังก์ชันการทำงาน ERTMS/ETCS ออนบอร์ดจะช่วยบ่งบอกฟังก์ชันทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อการเดินรถอย่างปลอดภัย โดยฟังก์ชันการทำงานหลักคือการปกป้องรถไฟและอาณัติสัญญาณในห้องคนขับอย่างอัตโนมัติ ซึ่งหมายถึง

1. การตั้งค่าคุณลักษณะรถไฟ เช่น ความเร็วสูงสุดของรถไฟและประสิทธิภาพการเบรก
2. การเลือกโหมดการกำกับดูแลบนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากภาคพื้นดิน
3. การดำเนินการทำงานวัดระยะทาง
4. การระบุตำแหน่งรถไฟในระบบพิกัดอ้างอิงตามตำแหน่งของมาตรฐาน Eurobalise
5. การคำนวณความเร็วแบบไดนามิกสำหรับเหตุการณ์ต่างๆ บนพื้นฐานของคุณลักษณะรถไฟและของข้อมูลที่ได้จากภาคพื้นดิน
6. การกำกับดูแลความเร็วแบบไดนามิกระหว่างการปฏิบัติการกิจ
7. การมีฟังก์ชันการแทรกแซง

โดยการใช้งาน ประสิทธิภาพและการทดสอบฟังก์ชันจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (1, 4, 13, 14, 15, 31, 37) นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันที่สนับสนุนฟังก์ชันการทำงานหลักโดยมีคุณลักษณะเพิ่มเติมดังนี้

1. การสื่อสารกับระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินที่ประกอบด้วย
 - a. การสื่อสารข้อมูล Eurobalise (หัวข้อ 6.5ข)
 - b. การสื่อสารข้อมูล Euroloop (หัวข้อ 6.5ค) ฟังก์ชันนี้จะเป็นออนบอร์ดยกเว้นแต่มีการติดตั้งภาคพื้นดินด้วย ERTMS/ETCS ระดับ 1
 - c. การสื่อสารข้อมูลวิทยุสำหรับ Radio Infill Unit (ฟังก์ชันที่สามารถเลือกที่จะเพิ่ม ERTMS ระดับ 1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยส่งข้อความที่สอดคล้องกับ Eurobalise ไปล่วงหน้าเพื่อรู้สถานะของทางรถไฟข้างหน้า) สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (18, 20) (หัวข้อ 6.5ก, 6.6ข, 6.8) ฟังก์ชันนี้จะเป็นออนบอร์ดยกเว้นแต่มีการสื่อสารข้อมูลวิทยุสำหรับ Radio Infill Unit ภาคพื้นดินด้วย ERTMS/ETCS ระดับ 1
 - d. การสื่อสารข้อมูลวิทยุ (หัวข้อ 6.5ก) ฟังก์ชันนี้จะถูกบังคับให้เป็นแบบออนบอร์ดสำหรับการใช้งาน ERTMS/ETCS ระดับ 2 หรือ 3
2. การสื่อสารกับพนักงานขับ สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (6) (หัวข้อ 6.12)
3. การสื่อสารกับ STM (Specific Transmission Module) ซึ่งเป็นโมดูลที่ช่วยให้การเปลี่ยนแปลงจากระบบ ATP ที่มีอยู่ไปสู่ ERTMS นั่นคือเป็นการเชื่อมโยงไปยังระบบการจราจรในอนาคต (หัวข้อ 6.6ก)
4. การจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเที่ยงตรงของรถไฟ ซึ่งบังคับใช้สำหรับระบบ ERTMS/ETCS ระดับ 3
5. การตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์และการสนับสนุนรถไฟขณะทำงานในโหมดที่ขัดข้อง
6. รองรับการบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการกำกับดูแล (หัวข้อ 6.14)
7. การรับ/ส่งต่อข้อมูลหรือคำสั่งจากรถไฟไปยัง DMI และส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีการอินเตอร์เฟส สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (7) (หัวข้อ 6.12)

6.3 ฟังก์ชันการทำงานภาคพื้นดินของ ERTMS/ETCS (Track-side ERTMS/ETCS functionality)

ตัวแปรนี้บ่งชี้การทำงานของ ERTMS/ETCS ภาคพื้นดิน โดยการทำงานหลักของตัวแปรนี้คือ

1. การระบุตำแหน่งรถไฟในระบบพิกัดอ้างอิงตามตำแหน่งของมาตรฐาน Eurobalise
2. การแปลงข้อมูลจากอุปกรณ์อาณัติสัญญาณภาคพื้นดินไปสู่รูปแบบมาตรฐานสำหรับระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณออนบอร์ด
3. ส่งคำสั่งอนุญาตเดินรถที่รวมถึงลักษณะของทางและคำสั่งโดยเฉพาะสำหรับรถไฟนั้น

โดยการใช้งาน ประสิทธิภาพและการทดสอบจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (1, 4, 13, 14, 15, 31, 37b, 37c, 37d) นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันที่สนับสนุนฟังก์ชันการทำงานหลักโดยมีคุณลักษณะเพิ่มเติมดังนี้

1. การสื่อสารกับระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณออนบอร์ดที่ประกอบด้วย
 - a. การสื่อสารข้อมูล Eurobalise (หัวข้อ 6.5ข, 6.7ง)
 - b. การสื่อสารข้อมูล Euroloop (หัวข้อ 6.5ค, 6.7จ) ฟังก์ชันนี้จะเป็นภาคพื้นดินระดับ 1
 - c. การสื่อสารข้อมูลวิทยุสำหรับ Radio Infill Unit สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (18, 21) (หัวข้อ 6.5ก, 6.7ค, 6.8) ฟังก์ชันนี้จะเป็นภาคพื้นดินระดับ 1
 - d. การสื่อสารข้อมูลวิทยุ (หัวข้อ 6.5ก, 6.7ค, 6.8) ฟังก์ชันนี้จะถูกบังคับสำหรับการใช้งานระดับ 2 และ 3
2. การสร้างข้อมูล/คำสั่งไปยัง ERTMS/ETCS ออนบอร์ด เช่น การยก/ลดระดับสาส์ การเปลี่ยนระบบจ่ายไฟ เป็นต้น
3. การจัดการส่งผ่านรถไฟระหว่างช่วงสัญญาณ Radio Block Centre (RBC) สำหรับระดับ 2 และ 3 (หัวข้อ 6.7ก, 6.7ข)

6.4 ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R (Mobile communication functions for railways – GSM-R)

ตัวแปรพื้นฐานนี้กล่าวถึงฟังก์ชันการสื่อสารผ่านวิทยุซึ่งฟังก์ชันดังกล่าวจะต้องมีการติดตั้งใช้ในระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณทั้งแบบออนบอร์ดและแบบภาคพื้นดิน ตามข้อกำหนดคุณลักษณะที่ระบุดังต่อไปนี้

- ก) ฟังก์ชันการทำงานพื้นฐาน สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (66, 67, 68, 73, 74)
- ข) การใช้เสียงและติดต่อสื่อสาร สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (32, 33, 48, 69, 70, 71, 72, 75, 76)
- ค) การสื่อสารข้อมูลสำหรับ ETCS สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (32, 33, 48)

6.5 การอินเตอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R (ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces)

ตัวแปรพื้นฐานนี้กล่าวถึงความต้องการสำหรับช่องว่างอากาศระหว่างระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบออนบอร์ดและแบบภาคพื้นดิน รวมถึงการพิจารณาความต้องการสำหรับการอินเตอร์เฟซระหว่างอุปกรณ์ ERTMS/ETCS และ GSM-R ดังที่ระบุในหัวข้อ “การอินเตอร์เฟซแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” และ “การอินเตอร์เฟซภาคพื้นดินภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” โดยตัวแปรพื้นฐานประกอบด้วย

1. ค่าทางด้านกายภาพ ทางด้านไฟฟ้า และทางด้านแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับการทำงานที่ปลอดภัย
2. โพรโตคอลการสื่อสาร
3. ช่องสัญญาณที่ใช้ได้

โดยข้อกำหนดที่เหมาะสมประกอบด้วย

- ก) การสื่อสารวิทยุกับรถไฟ ในด้านนี้ การอินเตอร์เฟสการสื่อสารวิทยุรถไฟคลาส A จะต้องทำงานในย่าน GSM-R สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (64, 65, 10, 39, 40, 19, 20)
- ข) การสื่อสาร Eurobalise กับรถไฟ ต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (9, 43)
- ค) การสื่อสาร Euroloop กับรถไฟ ต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (16, 50)

6.6 การอินเตอร์เฟสแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (On-board interfaces Internal to Control-Command and Signalling)

ตัวแปรพื้นฐานนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน

- ก) ERTMS/ETCS และ การป้องกันรถไฟคลาส B

หากมีทั้งฟังก์ชัน ERTMS/ETCS และป้องกันรถไฟคลาส B ถูกติดตั้งออนบอร์ด การสลับใช้งานสามารถจัดการได้โดยอ้างอิงกับมาตรฐานอินเตอร์เฟส สอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (8, 25, 26, 49)

หากการสลับใช้งานระหว่าง ฟังก์ชัน ERTMS/ETCS และป้องกันรถไฟคลาส B ไม่ได้ทำตามมาตรฐานดังกล่าว จะต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ใช้ไม่ได้สร้างข้อกำหนดความต้องการใดๆ เพิ่มเติมต่อระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน

- ข) การอินเตอร์เฟสระหว่างการสื่อสารข้อมูลวิทยุ GSM-R และ ERTMS/ETCS

ความต้องการสำหรับการอินเตอร์เฟสระหว่างฟังก์ชันวิทยุคลาส A และ ERTMS/ETCS ออนบอร์ด จะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (34) หากมีการใช้ฟังก์ชัน Radio Infill จะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (20)

- ค) การวัดระยะทาง (Odometry)

การอินเตอร์เฟสระหว่างฟังก์ชัน Odometry และ ERTMS/ETCS ออนบอร์ด จะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (44)

6.7 การอินเตอร์เฟสภาคพื้นดินภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ (Track-side interfaces Internal to Control-Command and Signalling)

ตัวแปรพื้นฐานนี้ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

- ก) ฟังก์ชันการอินเตอร์เฟสระหว่าง Radio Block Centres (RBCs)

อินเตอร์เฟสนี้จะกำหนดข้อมูลที่จะแลกเปลี่ยนระหว่าง RBC ใกล้เคียงกัน เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ปลอดภัยของรถไฟระหว่าง RBC

- ข้อมูลจาก RBC ตัวมอบสู่ RBC ตัวรับ
- ข้อมูลจาก RBC ตัวรับสู่ RBC ตัวมอบ

ข้อกำหนดจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (12)

- ข) RBC/RBC

เป็นการอินเตอร์เฟสทางเทคนิคระหว่าง RBC โดยข้อบังคับถูกระบุในตารางที่ 6-3 (62, 63)

- ค) GSM-R/ETCS ภาคพื้นดิน

เป็นการอินเทอร์เฟซระหว่างระบบวิทยุคลาส A และฟังก์ชัน ETCS ภาคพื้นดิน โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (34)

ง) Eurobalise/Lineside Electronic Unit (LEU)

เป็นการอินเทอร์เฟซระหว่าง Eurobalise และ LEU (ส่งข้อมูลและสัญญาณคำสั่งที่จำเป็นจากภาคพื้นดินไปยังขบวนรถไฟ) โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (9)

จ) Euroloop/LEU

เป็นการอินเทอร์เฟซระหว่าง Euroloop และ LEU โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (16)

6.8 การจัดการรหัสข้อมูล (Key management)

ตัวแปรพื้นฐานนี้ระบุข้อกำหนดสำหรับการจัดการการเข้ารหัสที่ใช้ในการป้องกันข้อมูลที่ส่งผ่านทาง วิทยุ โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (11)

6.9 การจัดการ ETCS-ID (ETCS-ID management)

ตัวแปรพื้นฐานนี้จะเกี่ยวข้องกับการระบุตัวตนของ ETCS สำหรับอุปกรณ์ในระบบย่อยการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณทั้งแบบออนบอร์ดและแบบภาคพื้นดิน โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (23)

6.10 ระบบตรวจจับรถไฟ (Train detection systems)

ตัวแปรพื้นฐานนี้จะกำหนดความต้องการในการอินเทอร์เฟซระหว่างระบบตรวจจับรถไฟภาคพื้นดินและขบวนรถไฟ โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (77 sec. 3.1)

6.11 ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถกับอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน (Electromagnetic compatibility between rolling stock and Control-Command and Signalling track-side equipment)

ตัวแปรพื้นฐานนี้จะกำหนดความต้องการในการอินเทอร์เฟซสำหรับความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถไฟและอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (77 sec. 3.2)

6.12 ส่วนอินเทอร์เฟซ ERTMS/ETCS กับพนักงานขับรถไฟ (ERTMS/ETCS DMI (driver machine interface))

ตัวแปรพื้นฐานนี้พูดถึงข้อมูลที่ได้จาก ERTMS/ETCS ไปสู่พนักงานขับรถไฟ และต่อเนืองสู่ ERTMS/ETCS ออนบอร์ดโดยพนักงานขับรถไฟ โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (51)

6.13 ส่วนอินเทอร์เฟซ GSM-R กับพนักงานขับรถไฟ (GSM-R DMI (driver machine interface))

ตัวแปรพื้นฐานนี้พูดถึงข้อมูลที่ได้จาก GSM-R ไปสู่พนักงานขับรถไฟ และต่อเนืองสู่ GSM-R ออนบอร์ดโดยพนักงานขับรถไฟ โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (32, 33, 51)

6.14 การอินเทอร์เฟซการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการกำกับดูแล (Interface to data recording for regulatory purposes)

ตัวแปรพื้นฐานนี้พูดถึง

- การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ERTMS/ETCS ออนบอร์ด และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลบนขบวนรถไฟ

- โพรโตคอลการสื่อสาร
- อินเทอร์เน็ตทางกายภาพ

โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (5)

6.15 การมองเห็นของอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน (Visibility of track-side Control-Command and Signalling objects)

ตัวแปรพื้นฐานนี้พูดถึง

- คุณลักษณะของป้ายจราจรสะท้อนแสง (Retro-reflective Sign) ที่แสดงผลที่ถูกต้อง
- คุณลักษณะของ marker board ที่ทำงานร่วมกันได้

โดยจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับที่ระบุในตารางที่ 6-3 (38) นอกจากนี้ การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินจะต้องเข้ากันได้กับวิสัยทัศน์ของพนักงานขับรถและความเหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐาน

6.16 สภาพแวดล้อม (Environmental conditions)

สภาพแวดล้อมที่ถูกบังคับในข้อกำหนดที่อ้างอิงใน TSI นี้ จะต้องคำนึงถึง

ตารางที่ 6-3 ข้อมูลจำเพาะที่บังคับสอดคล้องกับตัวแปรพื้นฐานข้างต้น

ลำดับ	หัวข้อ	ข้อกำหนด
1	ERA/ERTMS/003204	ERTMS/ETCS Functional requirement specification
2	Intentionally deleted	
3	UNISIG SUBSET-023	Glossary of terms and abbreviations
4	UNISIG SUBSET-026	System requirement specification
5	UNISIG SUBSET-027	FFFIS Juridical recorder-downloading tool
6	UNISIG SUBSET-033	FIS for man-machine interface
7	UNISIG SUBSET-034	FIS for the train interface
8	UNISIG SUBSET-035	Specific transmission module FFFIS
9	UNISIG SUBSET-036	FFFIS for Eurobalise
10	UNISIG SUBSET-037	EuroRadio FIS
11	UNISIG SUBSET-038	Offline key management FIS
12	UNISIG SUBSET-039	FIS for the RBC/RBC handover
13	UNISIG SUBSET-040	Dimensioning and engineering rules
14	UNISIG SUBSET-041	Performance requirements for interoperability

15	ERA SUBSET-108	Interoperability related consolidation on TSI Annex A documents
16	UNISIG SUBSET-044	FFFIS for Euroloop subsystem
17	Intentionally deleted	
18	UNISIG SUBSET-046	Radio in-fill FFFS
19	UNISIG SUBSET-047	Track-side-trainborne FIS for radio in-fill
20	UNISIG SUBSET-048	Trainborne FFFIS for radio in-fill
21	UNISIG SUBSET-049	Radio in-fill FIS with LEU/interlocking
22	Intentionally deleted	
23	UNISIG SUBSET-054	Assignment of values to ETCS variables
24	Intentionally deleted	
25	UNISIG SUBSET-056	STM FFFIS Safe time layer
26	UNISIG SUBSET-057	STM FFFIS Safe link layer
27	UNISIG SUBSET-091	Safety requirements for the technical interoperability of ETCS in levels 1 and 2
28	Reserved	Reliability — availability requirements
29	UNISIG SUBSET-102	Test specification for interface ‘K’
30	Intentionally deleted	
31	UNISIG SUBSET-094	Functional requirements for an on-board reference test facility
32	EIRENE FRS	GSM-R Functional requirements specification
33	EIRENE SRS	GSM-R System requirements specification
34	A11T6001 12	(MORANE) Radio transmission FFFIS for EuroRadio
35	Intentionally deleted	
36a	Intentionally deleted	
36b	Intentionally deleted	
36c	UNISIG SUBSET-074-2	FFFIS STM Test cases document
37a	Intentionally deleted	
37b	UNISIG SUBSET-076-5-2	Test cases related to features

37c	UNISIG SUBSET-076-6-3	Test sequences
37d	UNISIG SUBSET-076-7	Scope of the test specifications
37e	Intentionally deleted	
38	06E068	ETCS Marker-board definition
39	UNISIG SUBSET-092-1	ERTMS EuroRadio conformance requirements
40	UNISIG SUBSET-092-2	ERTMS EuroRadio test cases safety layer
41	Intentionally deleted	
42	Intentionally deleted	
43	UNISIG SUBSET-085	Test specification for Eurobalise FFFIS
44	Reserved	Odometry FIS
45	UNISIG SUBSET-101	Interface 'K' specification
46	UNISIG SUBSET-100	Interface 'G' specification
47	Intentionally deleted	
48	Reserved	Test specification for mobile equipment GSM-R
49	UNISIG SUBSET-059	Performance requirements for STM
50	UNISIG SUBSET-103	Test specification for Euroloop
51	Reserved	Ergonomic aspects of the DMI
52	UNISIG SUBSET-058	FFFIS STM Application layer
53	Intentionally deleted	
54	Intentionally deleted	
55	Intentionally deleted	
56	Intentionally deleted	
57	Intentionally deleted	
58	Intentionally deleted	
59	Intentionally deleted	
60	Intentionally deleted	
61	Intentionally deleted	
62	UNISIG SUBSET-099	RBC-RBC Test specification for safe communication interface
63	UNISIG SUBSET-098	RBC-RBC Safe communication interface

64	EN 301 515	Global System for Mobile Communication (GSM); Requirements for GSM operation on railways
65	TR 102 281	Detailed requirements for GSM operation on railways
66	(MORANE) A 01 T 0004 1	ASCI Options for Interoperability
67	(MORANE) P 38 T 9001	FFFS for GSM-R SIM Cards
68	ETSI TS 102 610	Railway Telecommunication; GSM; Usage of the UUUE for GSM operation on railways
69	(MORANE) F 10 T 6002	FFFS for Confirmation of High-Priority Calls
70	(MORANE) F 12 T 6002	FIS for Confirmation of High-Priority Calls
71	(MORANE) E 10 T 6001	FFFS for Functional Addressing
72	(MORANE) E 12 T 6001	FIS for Functional Addressing
73	(MORANE) F 10 T6001	FFFS for Location Dependent Addressing
74	(MORANE) F 12 T6001	FIS for Location Dependent Addressing
75	(MORANE) F 10 T 6003	FFFS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties
76	(MORANE) F 12 T 6003	FIS for Presentation of Functional Numbers to Called and Calling Parties
77	ERA/ERTMS/033281	Interfaces between CCS track-side and other subsystems
78	Reserved	Safety requirements for ETCS DMI functions
Reserved หมายถึง ยังไม่มีข้อสรุป		

ตารางที่ 6-4 ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันของระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณแบบออนบอร์ด

ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน	ฟังก์ชันและอินเตอร์เฟซที่เกี่ยวข้อง	ข้อกำหนดที่บังคับในการประเมินความเข้ากันได้
ERTMS/ETCS ออนบอร์ด	6.1 6.2 6.5ก 6.5ก 6.5ข 6.5ค	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) On-board ETCS functionality (ยกเว้น odometry) RBC (ระดับ 2 และ 3) Radio in-fill unit (ตัวเลือก ระดับ 1) Eurobalise air gap Euroloop air gap (ตัวเลือก ระดับ 1)

	6.6ก 6.6ข 6.6ค 6.8 6.9 6.12 6.2 6.14 6.16	STM ERTMS/ETCS GSM-R on-board Odometry Key management system ETCS ID Management ERTMS/ETCS Driver-Machine Interface Train interface On-board recording device Physical environmental conditions
อุปกรณ์ Odometry	6.1 6.2 6.6ค 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) On-board ETCS functionality (เฉพาะ Odometry) On-board ERTMS/ETCS Environmental conditions
อินเตอร์เฟซกับ STM ภายนอก	6.6ก	On-board ERTMS/ETCS
GSM-R voice cab radio	6.1 6.4ก 6.4ข 6.5ก 6.13 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Basic communication functions Voice and operational communication applications GSM-R air gap GSM-R Driver-Machine Interface Environmental conditions
GSM-R ETCS Data only Radio	6.1 6.4ก 6.6ข 6.5ก 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Basic communication functions On-board ERTMS/ETCS GSM-R air gap Environmental conditions
GSM-R SIM card	6.4ก 6.16	Basic communication functions Environmental conditions

ตารางที่ 6-5 ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันของระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน

ส่วนประกอบที่ทำงาน ร่วมกัน	ฟังก์ชันและอินเตอร์ เฟซที่เกี่ยวข้อง	ข้อกำหนดที่บังคับในการประเมินความเข้ากันได้
RBC	6.1 6.3 6.5ก 6.7ก, 7ข 6.7ค 6.8	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Track-side ERTMS/ETCS functionality (ไม่รวมการสื่อสารโดยใช้ Eurobalise, radio in-fill และ Euroloop) ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces Neighbouring RBC ERTMS/ETCS GSM-R track-side Key management system

	6.9 6.16	ETCS-ID Management Environmental conditions
Radio in-fill unit	6.1 6.3 6.5ก 6.7ค 6.8 6.9 6.3 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Track-side ERTMS/ETCS functionality (ไม่รวมการสื่อสารโดยใช้ Eurobalise, Euroloop และฟังก์ชันระดับ 2/3) ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces ERTMS/ETCS- GSM-R track-side Key management system ETCS-ID Management Interlocking and LEU Environmental conditions
Eurobalise	6.1 6.5ข 6.7ง 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces (เฉพาะการสื่อสารระหว่าง Eurobalise กับขบวนรถไฟ) LEU – Eurobalise Environmental conditions
Euroloop	6.1 6.5ค 6.7จ 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) ERTMS/ETCS and GSM-R air gap interfaces (เฉพาะการสื่อสารระหว่าง Euroloop กับขบวนรถไฟ) LEU – Eurobalise Environmental conditions
LEU Eurobalise	6.1 6.3 6.7ง 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Track-side ERTMS/ETCS functionality (ไม่รวมการสื่อสารโดยใช้ radio in-fill, Euroloop และฟังก์ชันระดับ 2/3) LEU – Eurobalise Environmental conditions
LEU Euroloop	6.1 6.3 6.7จ 6.16	Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS) Track-side ERTMS/ETCS functionality (ไม่รวมการสื่อสารโดยใช้ radio in-fill, Eurobalise และฟังก์ชันระดับ 2/3) LEU – Eurobalise Environmental conditions

การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยโครงสร้างพื้นฐาน



1) ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (36 หัวข้อ)

หัวข้อ	พารามิเตอร์พื้นฐาน ของระบบย่อย INF	ปัจจัยที่ใช้ประเมิน				
		ความปลอดภัย	ความ น่าเชื่อถือ	ไม่ส่งผล กระทบต่อ สุขภาพ	การปกป้อง สิ่งแวดล้อม	ความเข้ากัน ได้ทาง เทคนิค
3.1	เขตโครงสร้าง Structure gauge	☐ 2.1.1 ก	-	-	-	☐ 2.1.5
3.2	ระยะทางระหว่าง กึ่งกลางทางรถไฟ Distance between track centres	☐ 2.1.1 ก	-	-	-	☐ 2.1.5
3.3	ความลาดชันทางรถไฟ สูงสุด Maximum gradients	☐ 2.1.1 ก	-	-	-	☐ 2.1.5
3.4	รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้ง แนวนอน Minimum radius of horizontal curve	-	-	-	-	☐ 2.1.5
3.5	รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้ง มุมตั้ง Minimum radius of vertical curve	-	-	-	-	☐ 2.1.5
3.6	ค่าประกาศขนาดความ กว้างรางรถไฟ Nominal track gauge	-	-	-	-	☐ 2.1.5
3.7	การยกโค้ง Cant	☐ 2.1.1 ก	-	-	-	-
3.8	อัตราการเปลี่ยนแปลง ของการยกโค้ง Rate of change of cant	-	-	-	-	☐ 2.1.5
3.9	ส่วนพร่องของการยก โค้ง Cant deficiency	☐ 2.1.1 ก	-	-	-	☐ 2.1.5
3.10	รูปทรงของล้อรถไฟ Equivalent conicity	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	-	-	-	☐ 2.1.5
3.11	รูปทรงหัวรางรถไฟ ทั่วไป Railhead profile for	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	-	-	-	☐ 2.1.5

	plain line					
3.12	ความเอียงทางรถไฟ Rail inclination	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	-	-	-	☐ 2.1.5
3.13.1	วิธีการล็อกประแจ Means of locking	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	-	-	-	-
3.13.2	รูปทรงของประแจ In-service geometry of switches and crossings	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.1.5
3.13.3	ความยาวสูงสุดของ fixed obtuse crossings Maximum unguided length of fixed obtuse crossings	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	-	-	-	☐ 2.1.5
3.14.1	ความต้านทานทางรถไฟ ต่อแรงในแนวตั้ง Track resistance to vertical loads	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.14.2	ความต้านทานตามยาว ทางรถไฟ Longitudinal track resistance	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.14.3	ความต้านทานด้านข้าง ทางรถไฟ Lateral track resistance	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.15.1	ความต้านทานของ สะพานใหม่ Resistance of new bridges to traffic loads	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.15.2	โหลดแนวตั้งเทียบเท่า กับกำแพงดินใหม่และ ผลกระทบแรงดันดิน Equivalent vertical loading for new earthworks and earth pressure effects	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5

3.15.3	ความต้านทานของ โครงสร้างใหม่ที่อยู่ คร่อมหรืออยู่ใกล้กับราง รถไฟ Resistance of new structures over or adjacent to tracks	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.15.4	ความต้านทานของ สะพานและกำแพงที่มี อยู่แล้วต่อการขนส่งทาง รถไฟ Resistance of existing bridges and earthworks to traffic loads	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ค	-	-	-	☐ 2.1.5
3.16.1	การพิจารณาขอบเขต การดำเนินการได้ทันที การแทรกแซง และการ แจ้งเตือน Determination of immediate action, intervention, and alert limits	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.1.5
3.16.2	ขอบเขตการดำเนินงาน ทันทีเมื่อทางรถไฟเกิด ผิดรูปร่าง Immediate action limit for track twist	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.1.5
3.16.3	ขอบเขตการดำเนินงาน ทันทีสำหรับการ แปรปรวนของขนาด ความกว้างรางรถไฟ Immediate action limit for variation of track gauge	☐ 2.1.1 ก ☐ 2.1.1 ข	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.1.5
3.16.4	ขอบเขตการดำเนินงาน ทันทีสำหรับการยกโค้ง Immediate action limit for cant	☐ 2.1.1 ก	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.1.5
3.17.1	ความยาวใช้งานของ	-	-	-	-	☐ 2.1.5

	ชานชาลา Usable length of platforms					
3.17.2	ความกว้างและขอบของ ชานชาลา Width and edge of platforms	□2.1.1 ก	-	-	-	-
3.17.3	จุดสิ้นสุดของชานชาลา End of platforms	□2.1.1 ก	-	-	-	-
3.17.4	ความสูงของชานชาลา Height of platforms	□2.1.1 ก □2.2.1	-	-	-	□2.1.5
3.17.5	ระยะขจัดเซยของชาน ชาลา Offset of platforms	□2.1.1 ก □2.2.1	-	-	-	□2.1.5
3.18.1	การเปลี่ยนแปลงความ ดันสูงสุดในอุโมงค์ Maximum pressure variation in tunnels	□2.2.1	-	-	-	-
3.18.2	ข้อจำกัดสัญญาณ รบกวนและการ สั่นสะเทือนและ มาตรการแก้ไข Noise and vibration limits and mitigation measures	-	-	-	□2.1.4 ก □2.1.4 ง □2.1.4 จ	-
3.18.3	การป้องกันไฟฟ้าช็อต Protection against electric shock	□2.2.1	-	-	-	-
3.18.4	ความปลอดภัยใน อุโมงค์รถไฟ Safety in railway tunnels	□2.1.1 ก □2.1.1 ง □2.2.1	-	□2.1.3	□2.1.4 ข	-
3.18.5	ผลกระทบของ แรงลมปะทะด้านข้าง Effect of crosswinds	□2.1.1 ก	-	-	-	-

2) การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน

ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน	Design and development phase			Production phase	หัวข้อที่มีภาระบัพ้องกำหนด	ข้อมูลเพิ่มเติม
	Design review	Manufacturing process review	Type Test	Product quality (series)		
รูปทรงหัวรางรถไฟ	☐	☐	-	☐	3.11 3.10.1	
โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดราง	☐	-	-	-	3.14	มีค่าน้อย 1,600 ซม ⁴
ความแข็งแรง	☐	☐	-	☐	3.11	ความแข็งแรงที่หัวรางมีค่าน้อย 200 HBW
ระบบยึดเหนี่ยวราง	-	-	☐	☐	3.14.1 3.14.2 3.14.3	- ทนแรงตามยาวก่อนยึดอย่างน้อย 7 kN - ทนทานต่อภาระปกติจำนวน 3 ล้านไซเคิลในช่วงทางโค้ง
ไม้หมอนรถไฟ	☐	☐	☐	☐	3.6 3.10.2 3.12 3.14	คุณสมบัติต้องมีความคงตัวในทุกสภาวะที่ระบุในข้อกำหนด

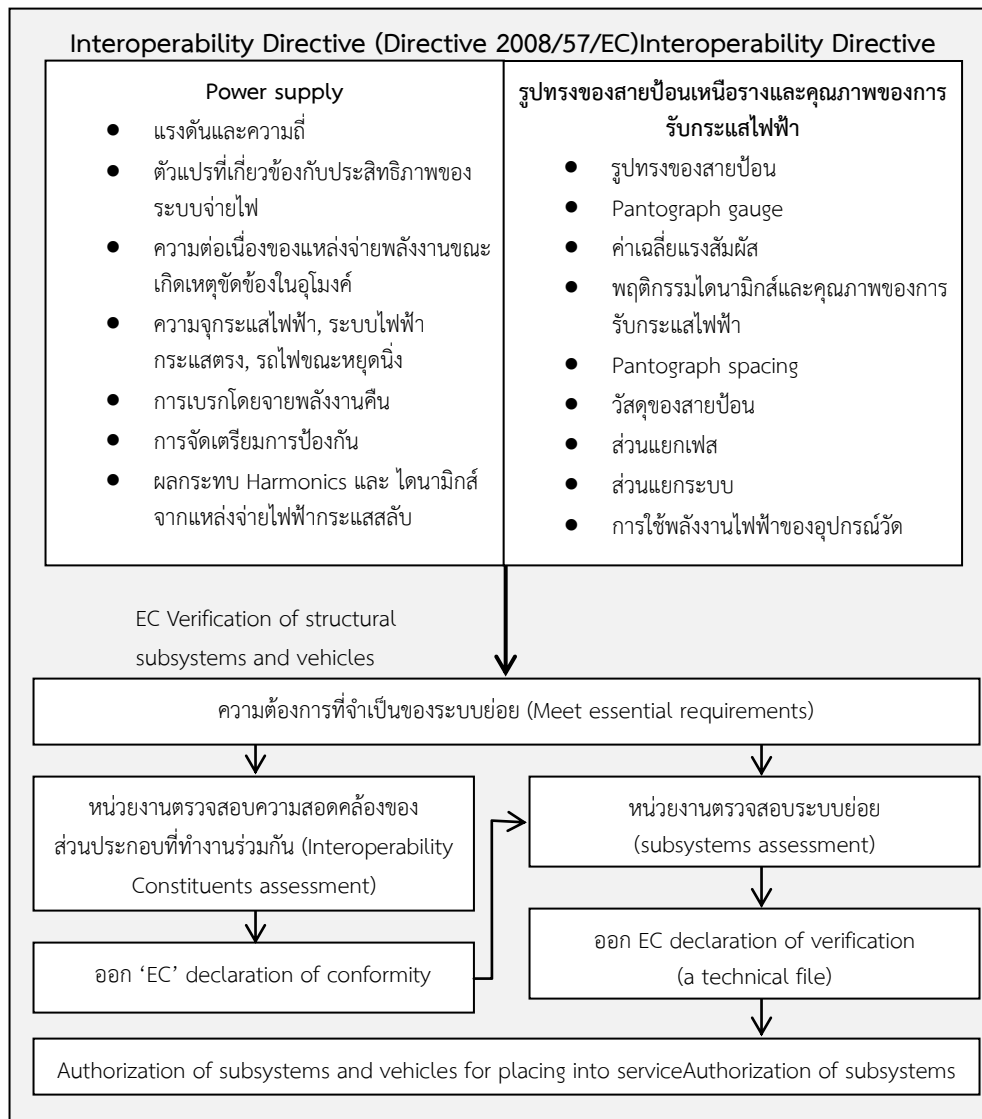
3) การประเมินตรวจสอบระบบย่อย

(Design review รวมถึงมีการตรวจสอบความถูกต้องของค่าตัวแปรตามข้อกำหนดที่ระบุใน TSI, Assembly before putting into service คือมีการตรวจสอบในสถานที่จริงก่อนให้บริการ)

หัวข้อ	พารามิเตอร์พื้นฐานของระบบย่อย INF	Design review	Assembly before putting into service	มาตรฐานที่ใช้ประเมิน
3.1	เขตโครงสร้าง	☐	☐	EN 15273-3
3.2	ระยะทางระหว่างกึ่งกลางทางรถไฟ	☐	☐	
3.3	ความลาดชันทางรถไฟสูงสุด	☐	-	
3.4	รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งแนวนอน	☐	☐	EN 13803-2
3.5	รัศมีต่ำสุดของเส้นโค้งมุมตั้ง	☐	☐	
3.6	ขนาดความกว้างรางรถไฟ	☐	-	
3.7	การยกโค้ง	☐	☐	
3.8	อัตราการเปลี่ยนแปลงของการยกโค้ง	☐	☐	

3.9	ส่วนพร่องของการยกโค้ง	☐	-	
3.10	รูปทรงของล้อรถไฟ	☐	-	EN 13715 EN 15302
3.11	รูปทรงหัวรางรถไฟทั่วไป	☐	-	
3.12	ความเอียงทางรถไฟ	☐	-	
3.13.1	วิธีของการยึดประแจ	☐	☐	
3.13.2	รูปทรงของประแจ	-	-	
3.13.3	ความยาวสูงสุดของ fixed obtuse crossings	☐	-	
3.14.1	ความต้านทานทางรถไฟต่อแรงในแนวตั้ง	☐	-	
3.14.2	ความต้านทานตามยาวทางรถไฟ	☐	-	
3.14.3	ความต้านทานด้านข้างทางรถไฟ	☐	-	
3.15.1	ความต้านทานของสะพานใหม่	☐	-	EN 1990 EN 1991-2
3.15.2	โหลดแนวตั้งเทียบเท่ากับกำแพงดินใหม่และผลกระทบแรงดันดิน	☐	-	EN 1991-2
3.15.3	ความต้านทานของโครงสร้างใหม่ที่อยู่คร่อมหรืออยู่ใกล้กับรางรถไฟ	☐	-	EN 1991-2
3.15.4	ความต้านทานของสะพานและกำแพงที่มีอยู่แล้วต่อการขนส่งทางรถไฟ	-	-	EN 15528
3.16.1	ข้อกำหนดของการดำเนินการได้ทันที, การแทรกแซง, การแจ้งเตือน	-	-	EN 13848-1
3.16.2	ขอบเขตการดำเนินงานทันทีเมื่อทางรถไฟเกิดผิดปกติ	-	-	
3.16.3	ขอบเขตการดำเนินงานทันทีสำหรับการแปรปรวนของขนาดความกว้างรางรถไฟ	-	-	
3.16.4	ขอบเขตการดำเนินงานทันทีสำหรับการยกโค้ง	-	-	
3.17.1	ระยะการใช้งานของขานชาลา	☐	-	
3.17.2	ความกว้างและขอบของขานชาลา	☐	☐	
3.17.3	จุดสิ้นสุดของขานชาลา	☐	☐	
3.17.4	ความสูงของขานชาลา	☐	☐	
3.17.5	ระยะชดเชยของขานชาลา	☐	☐	
3.18.1	การเปลี่ยนแปลงความดันสูงสุดในอุโมงค์	☐	-	
3.18.2	ข้อกำหนดสัญญาณรบกวนและการสั่นสะเทือนและมาตรการแก้ไข	-	-	
3.18.3	การป้องกันไฟฟ้าช็อต	☐	☐	
3.18.4	ความปลอดภัยในอุโมงค์รถไฟ	☐	☐	
3.18.5	ผลกระทบของแรงลมปะทะด้านข้าง	-	-	

การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยพลังงาน



1) ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (16 หัวข้อ)

หัวข้อ	ตัวแปร	ความปลอดภัย	ความน่าเชื่อถือ	ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ	การปกป้องสิ่งแวดล้อม	ความเข้ากันได้ทางเทคนิค
4.1	แรงดันและความถี่	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.2	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของระบบจ่ายไฟ	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.3	ความต่อเนื่องของแหล่งจ่ายพลังงานขณะเกิดเหตุขัดข้องในอุโมงค์	☐ 2.1.1 (ก) ☐ 2.3.1	☐ 2.1.2	-	-	-
4.4	ความจุกระแสไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้ากระแสตรง, รถไฟขณะหยุดนิ่ง	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.5	การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืน	-	-	-	☐ 2.1.4 (ก) ☐ 2.1.4 (ค)	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.6	การจัดเตรียมการป้องกัน	☐ 2.3.1	-	-	-	☐ 2.1.5
4.7	ผลกระทบ Harmonics และ ไดนามิกส์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	-	-	-	☐ 2.1.4 (ก) ☐ 2.1.4 (ค)	☐ 2.1.5
4.8	รูปทรงของสายป้อน	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.9	Pantograph gauge	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.10	ค่าเฉลี่ยแรงสัมผัส	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.11	พฤติกรรมไดนามิกส์และคุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้า	-	-	-	☐ 2.1.4 (ก) ☐ 2.3.2	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.12	Pantograph spacing	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.13	วัสดุของสายป้อน	-	-	☐ 2.1.3 (ก) ☐ 2.1.3 (ข)	☐ 2.1.4 (ก)	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.14	ส่วนแยกเฟส	☐ 2.3.1	-	-	☐ 2.1.4 (ก) ☐ 2.1.4 (ค)	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3

4.15	ส่วนแยกระบบ	☐ 2.3.1	-	-	☐ 2.1.4 (ก) ☐ 2.1.4 (ค)	☐ 2.1.5 ☐ 2.3.3
4.16	การใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์วัด	-	-	-	-	☐ 2.1.5

2) การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน

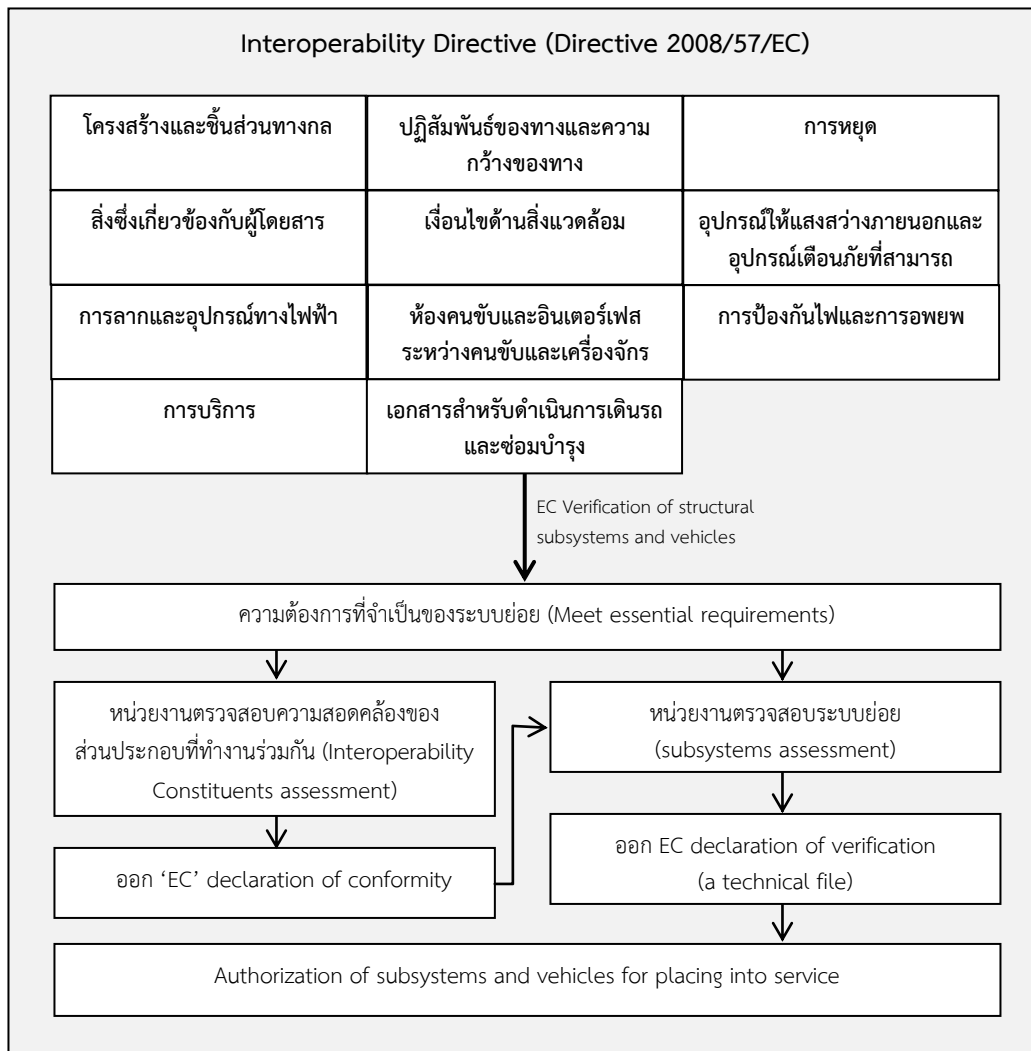
ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน	Design and development phase			Production phase	มาตรฐานที่ใช้ประเมิน	หัวข้อที่เกี่ยวข้อง
	Design review	Manufacturing process review	Type Test			
รูปทรงของสายป้อน	☐	-	-	-	EN50119	4.8
ค่าเฉลี่ยแรงสัมผัส	☐	-	-	-	EN50367	4.10
พฤติกรรมไดนามิกส์	☐	-	☐	-	EN50317 EN50318	4.11
ระยะยกแขน	☐	-	☐	-	EN50317 EN50318	4.11
Pantograph spacing	☐	-	-	-		4.12
ความจุกระแสไฟฟ้าขณะหยุดนิ่ง	☐	-	☐	-	EN50119 EN50367	4.4
วัสดุของสายป้อน	☐	-	☐	-	EN 50149	4.13

3) การประเมินตรวจสอบระบบย่อย

หัวข้อ	ตัวแปร	Design develop. phase	Production phase			มาตรฐานที่ใช้ประเมิน
		Design review	Construction , assembly, mounting process review	Assembled, before putting into service	Validation under full operating conditions	
4.1	แรงดันและความถี่	☐	-	-	-	EN50388 EN50163
4.2	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของระบบจ่ายไฟ	☐	-	-	-	EN50388

4.3	ความต่อเนื่องของแหล่งจ่ายพลังงานขณะเกิดเหตุขัดข้องในอุโมงค์	☐	-	☐	-	
4.4	ความจุกระแสไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้ากระแสตรง, รถไฟขณะหยุดนิ่ง	☐	-	-	-	EN50119 EN50367
4.5	การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืน	☐	-	-	-	EN50388
4.6	การจัดเตรียมการป้องกัน	☐	-	-	-	EN50388
4.7	ผลกระทบ Harmonics และ ไดนามิกส์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ	☐	-	-	-	EN50317 EN50119 EN50388
4.8	รูปทรงของสายป้อน ความสูงของสายป้อน	☐	-	-	-	EN50119
4.8	รูปทรงของสายป้อน การแปรปรวนความสูงของสายป้อน	☐	-	-	-	
4.8	รูปทรงของสายป้อน ระยะเบี่ยงออกด้านข้างสูงสุด	☐	-	-	-	
4.9	Pantograph gauge	☐	-	-	-	
4.10	ค่าเฉลี่ยแรงสัมผัส	☐	-	-	-	EN50367
4.11	พฤติกรรมไดนามิกส์และคุณภาพของการรับกระแสไฟฟ้า	☐	-	☐	-	EN50317 EN50318
4.12	Pantograph spacing	☐	-	-	-	
4.13	วัสดุของสายป้อน	☐	-	-	-	EN 50149
4.14	ส่วนแยกเฟส	☐	-	-	-	EN50367 EN50388
4.15	ส่วนแยกระบบ	☐	-	-	-	EN50119 EN50122-2

การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยขบวนรถไฟ



1) ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (139 หัวข้อ)

หัวข้อ	พารามิเตอร์พื้นฐานของระบบย่อยขบวนรถ	ความปลอดภัย	ความน่าเชื่อถือ	ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ	การปกป้องสิ่งแวดล้อม	ความเข้ากันได้ทางเทคนิค
5.1	การเชื่อมต่อภายใน (Inner coupling)	☐ 2.1.1ค ☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.2	การเชื่อมต่อส่วนปลาย (End coupling)	☐ 2.1.1ค ☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.3	การเชื่อมต่อเพื่อช่วยเหลือ (Rescue coupling)	-	☐ 2.5.2	-	-	-
5.4	ทางเข้าพนักงานในการเชื่อมต่อและการปลดออก (Staff access for coupling and uncoupling)	☐ 2.1.1จ	-	-	-	-
5.5	ทางผ่าน (Gangways)	☐ 2.1.1จ	-	-	-	-
5.6	ความแข็งแรงของโครงสร้างยานพาหนะ (Strength of vehicle structure)	☐ 2.1.1ค ☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.7	การป้องกันภายในตัวรถ (Passive safety)	☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.8	การยกและแม่แรง (Lifting and jacking)	-	-	-	-	-
5.9	การซ่อมแซมของอุปกรณ์สู่โครงสร้างตัวรถ (Fixing of devices to car body structure)	☐ 2.1.1ค	-	-	-	-
5.10	ประตูทางเข้าของพนักงานและสินค้า (Staff and freight access doors)	☐ 2.1.1จ ☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.11	ลักษณะทางกลของกระจก (Mechanical characteristics of glass)	☐ 2.5.1	-	-	-	-
5.12	เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก (Load conditions and weighted mass)	☐ 2.1.1ค	-	-	-	-
5.13	ความกว้างของทาง (Gauge)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.14	น้ำหนักกดเพลา (Axle load)	-	-	-	-	☐ 2.5.3

5.15	น้ำหนักกดล้อ (Wheel load)	☐ 2.1.1ค	-	-	-	-
5.16	ตัวแปรล้อเลื่อนซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบอาณัติสัญญาณ (Rolling stock parameters which influence CCS subsystem)	☐ 2.1.1ก	-	-	-	☐ 2.5.3 ☐ 2.4.2
5.17	การตรวจสอบสภาพความทนทานของเพลอา (Axle bearing condition monitoring)	☐ 2.1.1ก	☐ 2.1.2	-	-	-
5.18	ความปลอดภัยจากการตกรางเมื่อวิ่งบนทางที่มีการบิด (Safety against derailment running on twisted track)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.19	พฤติกรรมการเคลื่อนที่ขณะวิ่ง (Running dynamic behavior)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.20	ค่าจำกัดสำหรับความปลอดภัยในการเดินรถ (Limit values for running safety)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.21	ค่าจำกัดของน้ำหนักทาง (Track loading limit values)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.22	รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ (Equivalent conicity)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.23	ค่าการออกแบบสำหรับรูปทรงของล้อ (Design values for new wheel profiles)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.24	รูปทรงกรวยของชุดล้อรถไฟขณะใช้งาน (In-service values of wheelset equivalent conicity)	☐ 2.1.1ข	☐ 2.1.2	-	-	☐ 2.5.3
5.25	การออกแบบโครงสร้างของ bogie frame (Structural design of bogie frame)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	-
5.26	ลักษณะทางกลและเรขาคณิตของชุดล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheelsets)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3

5.27	ลักษณะทางกลและเรขาคณิตของล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheels)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	-
5.28	ชุดล้อเปลี่ยนแปลงตามขนาดทาง (Variable gauge wheelsets)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	-
5.29	รัศมีความโค้งต่ำสุด (Minimum curve radius)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.1.1ข	-	-	-	☐ 2.5.3
5.30	อุปกรณ์รักษาชีวิต (Life guards)	☐ 2.1.1ก	-	-	-	-
5.31	การทำงานหลัก (Functional requirements)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.5.1	☐ 2.5.2	-	-	☐ 2.1.5
5.32	ความต้องการด้านความปลอดภัย (Safety requirements)	☐ 2.1.1ก	☐ 2.1.2 ☐ 2.5.2	-	-	-
5.33	ชนิดของระบบเบรก (Type of brake system)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.34	คำสั่งการเบรกฉุกเฉิน (Emergency braking command)	☐ 2.5.1	-	-	-	☐ 2.5.3
5.35	คำสั่งการเบรกบริการ (Service braking command)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.36	คำสั่งการเบรกโดยตรง (Direct braking command)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.37	คำสั่งการเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic braking command)	☐ 2.1.1ค	-	-	-	-
5.38	คำสั่งการเบรกเพื่อจอดรถ (Parking braking command)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.39	ความต้องการทั่วไปสำหรับประสิทธิภาพการเบรก (Braking performance-General requirements)	☐ 2.1.1ก ☐ 2.5.1	☐ 2.5.2	-	-	☐ 2.1.5
5.40	การเบรกกรณีฉุกเฉิน (Emergency braking)	☐ 2.5.1	-	-	-	☐ 2.5.3
5.41	การเบรกบริการ (Service braking)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.42	การคำนวณที่สัมพันธ์กับความจุอุณหภูมิต่ำ (Calculations)	☐ 2.5.1	-	-	-	☐ 2.5.3

	related to thermal capacity)					
5.43	เบรกจอดรถ (Parking brake)	□2.5.1	-	-	-	□2.5.3
5.44	ขีดจำกัดการยึดเกาะของล้อรถไฟ (Limit of wheel rail adhesion profile)	□2.5.1	□2.1.2 □2.5.2	-	-	-
5.45	ระบบป้องกันการไถลของล้อ (Wheel slide protection system)	□2.5.1	□2.1.2 □2.5.2	-	-	-
5.46	การเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic brake)	-	□2.1.2 □2.5.2	-	-	-
5.47	เบรกทางแม่เหล็ก (Magnetic track brake)	-	-	-	-	□2.5.3
5.48	เบรกทางวงจรกระแสวน (Eddy current track brake)	-	-	-	-	□2.5.3
5.49	สภาพเบรกและการบ่งชี้ข้อบกพร่อง (Brake state and fault indication)	□2.1.1ก	□2.1.2 □2.5.2	-	-	-
5.50	ความต้องการเบรกสำหรับการช่วยชีวิต (Brake requirements for rescue purposes)	-	□2.5.2	-	-	-
5.51	ระบบสุขอนามัย (Sanitary systems)	-	-	-	□2.1.4ก	-
5.52	ระบบที่อยู่สาธารณะ:ระบบติดต่อสื่อสารทางเสียง (Public address system: audible communication system)	□2.5.1	-	-	-	-
5.53	การแจ้งเตือนผู้โดยสาร:ความต้องการด้านการทำงาน (Passenger alarm: functional requirements)	□2.5.1	-	-	-	-
5.54	ขั้นตอนความปลอดภัยสำหรับผู้โดยสาร ----สัญลักษณ์ (Safety instructions to passengers — Signs)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.55	อุปกรณ์สื่อสารสำหรับผู้โดยสาร (Communication devices for passengers)	□2.5.1	-	-	-	-

5.56	ประตูภายนอก: ผู้โดยสารที่เข้าและออกจากขบวนรถ (Exterior doors: access to and egress from rolling stock)	□2.5.1	-	-	-	-
5.57	การก่อสร้างระบบประตูภายนอก (Exterior doors: system construction)	□2.1.1ค □2.5.1	-	-	-	-
5.58	ประตูระหว่างตู้ (Inter-unit doors)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.59	คุณภาพอากาศภายใน (Internal air quality)	-	-	□2.1.3ข	-	-
5.60	หน้าต่างด้านข้างตัวรถ (Body side windows)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.61	ระดับความสูง (Altitude)	-	□2.5.2	-	-	-
5.62	อุณหภูมิ (Temperature)	-	□2.5.2	-	-	-
5.63	ความชื้น (Humidity)	-	□2.5.2	-	-	-
5.64	ฝน (Rain)	-	□2.5.2	-	-	-
5.65	หิมะ น้ำแข็ง และลูกเห็บ (Snow, ice and hail)	-	□2.5.2	-	-	-
5.66	รังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar radiation)	-	□2.5.2	-	-	-
5.67	การต้านทานต่อมลพิษ (Resistance to pollution)	-	□2.5.2	-	-	-
5.69	ผลกระทบจากการไหลของลมต่อผู้โดยสารบนชานชาลา (Slipstream effects on passengers on platform)	□2.1.1ก	-	□2.1.3ก	-	-
5.70	ผลกระทบจากการไหลของลมต่อคนงานที่อยู่ข้างทาง (Slipstream effects on workers at the track side)	□2.1.1ก	-	□2.1.3ก	-	-
5.71	การสั่นกดของหัวรถจักร (Head pressure pulse)	-	-	-	-	□2.5.3
5.72	ความแปรปรวนของความดันสูงสุดในอุโมงค์ (Maximum pressure variations in tunnels)	-	-	-	-	□2.5.3
5.73	ลมขวาง (Cross wind)	□2.1.1ก	-	-	-	-
5.74	ไฟหน้า (Head lights)	-	-	-	-	□2.5.3
5.75	ไฟบอกจุดตำแหน่ง (Marker)	□2.1.1ก	-	-	-	□2.5.3

	lights)					
5.76	ไฟท้าย (Tail lights)	☐ 2.1.1ก	-	-	-	☐ 2.5.3
5.77	การควบคุมโคมไฟ (Lamp controls)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.78	แตร (Horn)	☐ 2.1.1ก	-	-	-	☐ 2.5.3
3.5.1.79	ระดับความเข้มเสียงแตรสำหรับเตือน (Warning horn sound pressure levels)	☐ 2.1.1ก	-	☐ 2.1.3ก	-	-
5.80	การป้องกัน (Protection)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.81	การควบคุมแตร (Horn control)	☐ 2.1.1ก	-	-	-	☐ 2.5.3
5.82	ความต้องการด้านสมรรถนะการลากจูง (Requirements on performance)	-	-	-	-	☐ 2.5.3
5.83	แหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.84	การดำเนินการภายในช่วงของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ (Operation within range of voltages and frequencies)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.85	การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืนสู่สายป้อนเหนือราง (Regenerative brake with energy to the overhead contact line)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.86	พลังงานสูงสุดและกระแสไฟฟ้าจากสายป้อนเหนือราง (Maximum power and current from the overhead contact line)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.87	กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะรถอยู่นิ่ง (Maximum current at standstill for DC systems)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.88	เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power factor)	-	-	-	-	☐ 2.1.5 ☐ 2.5.3 ☐ 2.3.3
5.89	การรบกวนพลังงานของระบบ	-	-	-	-	☐ 2.1.5

	จากไฟฟ้ากระแสสลับ (System energy disturbances)					□2.5.3 □2.3.3
5.90	การวัดการใช้พลังงาน (Energy consumption measuring function)	-	-	-	-	□2.1.5 □2.5.3 □2.3.3
5.91	ความต้องการเชื่อมต่อกับสาย (Requirements linked to pantograph)	-	-	-	-	□2.1.5 □2.5.3 □2.3.3
5.91	สาย (Pantograph)	-	-	-	-	□2.1.5 □2.5.3 □2.3.3
5.92	แถบสัมผัส (Contact strips)	-	-	-	-	□2.1.5 □2.5.3 □2.3.3
5.99	การป้องกันระบบไฟฟ้า (Electrical protection of the train)	□2.5.1	-	-	-	-
5.100	ระบบลากดีเซลและอื่นๆ (Diesel and other thermal traction system)	□2.5.1	-	-	-	□2.1.4ก
5.101	การป้องกันระบบไฟฟ้าที่เป็นอันตราย (Protection against electrical hazards)	□2.5.1	-	-	-	-
5.102	ห้องคนขับ (Driver's cab)	-	-	-	-	-
5.103	การเข้าและการออกภายนอกขณะใช้งาน (Access and egress in operating conditions)	□2.1.1จ	-	-	-	□2.5.3
5.104	ทางออกฉุกเฉิน (emergency exit)	□2.1.1จ	-	-	-	□2.5.3
5.105	การมองด้านหน้า (Front visibility)	□2.1.1ก	-	-	-	□2.5.3
5.106	ด้านหลังและด้านข้าง (Rear and side view)	□2.1.1ก	-	-	-	□2.5.3
5.107	รูปแบบภายใน (Interior layout)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.108	ที่นั่งพนักงานขับ (Driver's seat)	-	-	□2.1.3ก	-	-
5.109	โต๊ะทำงานพนักงานขับรถ (Driver's desk —	□2.1.1จ	-	□2.1.3ก	-	-

	Ergonomics)					
5.110	การควบคุมอุณหภูมิและคุณภาพของอากาศ (Climate control and air quality)	-	-	□2.1.3ก	-	-
5.111	แสงภายใน (Internal lighting)	-	-	-	-	-
5.112	กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางกล (Windscreen — Mechanical characteristics)	□2.5.1	-	-	-	-
5.113	กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางแสง (Windscreen — Optical characteristics)	-	-	-	-	□2.5.3
5.114	กระจกหน้ารถ – อุปกรณ์ (Windscreen — Equipment)	-	-	-	-	□2.5.3
5.115	การควบคุมการทำงานของคนขับ (Driver’s activity control function)	□2.1.1ก	-	-	-	-
5.116	การวัดความเร็ว (Speed indication)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.117	หน้าจอแสดงผลการขับรถ (Driver display unit and screens)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.118	การควบคุมและตัวชี้วัด (Controls and indicators)	□2.1.1จ	-	-	-	-
5.119	การติดฉลาก (Labelling)	-	-	-	-	-
5.120	การควบคุมระยะไกลจากพื้นดิน (Remote control function)	□2.1.1ก	-	-	-	-
5.121	เครื่องมือและอุปกรณ์บนรถ (Onboard tools and portable equipment)	□2.5.1	-	-	-	□2.5.3
5.122	บริเวณจัดเก็บอุปกรณ์ส่วนตัวของพนักงาน (Storage facility for staff personal effects)	-	-	-	-	-
5.123	เครื่องบันทึกเสียง (Recording device)	-	-	-	-	□2.5.4
5.124	การจำแนกประเภทการป้องกันไฟและการอพยพ (categorization)	-	-	-	-	-
5.125	ความต้องการวัสดุ (Material requirements)	□2.1.1ง	-	□2.1.3ข	□2.1.4ข	-
5.126	มาตรการสำหรับของเหลวที่ติด	□2.1.1ง	-	-	-	-

	ไฟได้ง่าย (Specific measures for flammable liquids)					
5.127	การอพยพผู้โดยสาร (Passenger evacuation)	□2.5.1	-	-	-	-
5.128	กำแพงป้องกันไฟ (Fire barriers)	□2.1.1ง	-	-	-	-
5.129	การทำความสะอาดกระจกหน้ารถไฟห้องคนขับ (Cleaning of driver's cab windscreen)	-	-	-	-	□2.1.5
5.130	การทำความสะอาดภายนอกผ่านโรงทำความสะอาด (Exterior cleaning through a washing plant)	-	-	-	-	□2.1.5
5.131	ระบบการปล่อยน้ำ (Toilet discharge system)	-	-	-	-	□2.1.5
5.132	อุปกรณ์เติมน้ำ (Water refilling equipment)	-	-	□2.1.3ก	-	-
5.133	ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการทรงตัว (Special requirements for stabling of trains)	-	-	-	-	□2.1.5
5.134	อุปกรณ์เติมเชื้อเพลิง (Refueling equipment)	-	-	-	-	□2.1.5
5.135	ข้อมูลทั่วไปด้านเอกสาร (General documentation)	-	-	-	-	□2.1.5
5.136	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา (Document related to maintenance)	□2.1.1ก	-	-	-	-
5.137	เอกสารปฏิบัติการ (Operating documentation)	□2.1.1ก	-	-	-	□2.5.2
5.138	แผนภาพการยกและคำแนะนำ (Lifting diagram and instructions)	-	-	-	-	-
5.139	รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือ (Rescue related descriptions)	-	□2.5.2	-	-	-

2) การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน

หัวข้อที่เกี่ยวข้อง	ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน	ข้อมูลในการพิจารณา	ผ่าน
5.3	ตัวเชื่อมต่อเพื่อช่วยเหลือน (Rescue couplers)	การเชื่อมต่อ แรงดึง แรงบีบ	☐
5.25	ล้อ (Wheels)	คุณลักษณะทางรูปทรง เชิงกล และอุณหภูมิ	☐
5.43	ระบบป้องกันการไถลของล้อ (WSP)	ระบบเบรก ความเร็วรถไฟสูงสุด	☐
5.72	ไฟหน้า (Head lights)	สีและความเข้มการส่องสว่าง EN15153-1:2007	☐
5.73	ไฟบอกจุดตำแหน่ง (Marker lights)	สีและความเข้มการส่องสว่าง EN15153-1:2007	☐
5.74	ไฟท้าย (Tail lights)	สีและความเข้มการส่องสว่าง EN15153-1:2007	☐
5.76	แตร (Horns)	ระดับเสียงสัญญาณเตือน EN15153-2:2007	☐
5.81 5.89 5.84 5.85 5.92	สาลิ (Pantograph)	ชนิดของแรงดัน gauge ความจุกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะหยุดนิ่ง ความเร็วรถไฟสูงสุด	☐
5.90 5.81 5.84 5.85	แถบสัมผัส (Contact strips)	รูปทรง วัสดุ ชนิดของแรงดัน ความจุ กระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะหยุดนิ่ง	☐
5.81 5.84 5.97	เบรกเกอร์ (Main circuit breaker)	ชนิดของแรงดัน ความจุกระแสไฟฟ้า คุณลักษณะการ tripping	☐
5.131	การเชื่อมต่อระบบน้ำทิ้ง (Toilet discharge system)		☐

3) การประเมินตรวจสอบระบบย่อย

หัวข้อ	พารามิเตอร์พื้นฐานของระบบย่อย INF	Design and development phase		Production phase	มาตรฐานที่ใช้ประเมินเพิ่มเติม
		Design review	Type test	Routine test	
5.1	การเชื่อมต่อภายใน (Inner coupling)	☐	-	-	
5.2	การเชื่อมต่อส่วนปลาย (End coupling)	☐	-	-	
5.3	การเชื่อมต่อเพื่อช่วยเหลือน (Rescue coupling)	☐		-	

5.4	ทางเข้าพนักงานในการเชื่อมต่อและการปลดออก (Staff access for coupling and uncoupling)	☐	☐	-	
5.5	ทางผ่าน (Gangways)	☐	☐	-	
5.6	ความแข็งแรงของโครงสร้างยานพาหนะ (Strength of vehicle structure)	☐	☐	-	
5.7	การป้องกันภายในตัวรถ (Passive safety)	☐	☐	-	
5.8	การยกและแม่แรง (Lifting and jacking)	☐	☐	-	
5.9	การซ่อมแซมของอุปกรณ์สู่โครงสร้างตัวรถ (Fixing of devices to car body structure)	☐	-	-	
5.10	ประตูทางเข้าของพนักงานและสินค้า (Staff and freight access doors)	☐	☐	-	
5.11	ลักษณะทางกลของกระจก (Mechanical characteristics of glass)	☐	-	-	
5.12	เงื่อนไขด้านน้ำหนักและมวลถ่วงน้ำหนัก (Load conditions and weighted mass)	☐	☐	☐	EN 14363:2005 มาตรา 4.5
5.13	ความกว้างของทาง (Gauge)	☐	-	-	ใช้ kinematic method ใน EN 15273- 2:2009 มาตรา B.3
5.15	น้ำหนักกดล้อ (Wheel load)	☐	☐	-	EN 14363:2005 มาตรา 4.5
5.16	ตัวแปรล้อเลื่อนซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบอาณัติสัญญาณ (Rolling stock parameters which influence CCS subsystem)	☐	☐	☐	
5.17	การตรวจสอบสภาพความทนทานของเพลลา (Axle	☐	☐	-	

	bearing condition monitoring)				
5.18	ความปลอดภัยจากการตกรางเมื่อวิ่งบนทางที่มีการบิด (Safety against derailment running on twisted track)	☐	☐	-	
5.19	พฤติกรรมเคลื่อนที่ขณะวิ่ง (Running dynamic behaviour)	☐	☐	-	
5.20	ค่าจำกัดสำหรับความปลอดภัยในการเดินรถ (Limit values for running safety)	☐	☐	-	
5.21	ค่าจำกัดของน้ำหนักทาง (Track loading limit values)	☐	☐	-	
5.22	รูปทรงกรวยของล้อรถไฟ (Equivalent conicity)	☐	-	-	
5.23	ค่าการออกแบบสำหรับรูปทรงของล้อ (Design values for new wheel profiles)	☐	-	-	
5.25	การออกแบบโครงสร้างของ bogie frame (Structural design of bogie frame)	☐	☐	-	
5.26	ลักษณะทางกลและเรขาคณิตของชุดล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheelsets)	☐	☐	☐	
5.27	ลักษณะทางกลและเรขาคณิตของล้อ (Mechanical and geometrical characteristics of wheels)	☐	☐	☐	
5.29	รัศมีความโค้งต่ำสุด (Minimum curve radius)	☐	-	-	
5.30	อุปกรณ์รักษาชีวิต (Life guards)	☐	-	-	
5.31	การทำงานหลัก (Functional requirements)	☐	☐	-	
5.32	ความต้องการด้านความปลอดภัย (Safety requirements)	☐	-	-	

5.33	ชนิดของระบบเบรก (Type of brake system)	☐	☐	-	
5.34	คำสั่งการเบรกฉุกเฉิน (Emergency braking command)	☐	☐	☐	
5.35	คำสั่งการเบรกบริการ (Service braking command)	☐	☐	☐	
5.36	คำสั่งการเบรกโดยตรง (Direct braking command)	☐	☐	☐	
5.37	คำสั่งการเบรกขณะเคลื่อนที่ (Dynamic braking command)	☐	☐	-	
5.38	คำสั่งการเบรกเพื่อจอดรถ (Parking braking command)	☐	☐	☐	
5.39	ความต้องการทั่วไปสำหรับประสิทธิภาพการเบรก (General requirements-braking performance)	☐	-	-	
5.40	การเบรกกรณีฉุกเฉิน (Emergency braking)	☐	☐	☐	EN 14531-1:2005 มาตรา 5.11.3
5.41	การเบรกบริการ (Service braking)	☐	☐	☐	EN 14531-1:2005 มาตรา 5.11.3
5.42	การคำนวณที่สัมพันธ์กับความร้อน (Calculations related to thermal capacity)	☐	-	-	
5.43	เบรกจอดรถ (Parking brake)	☐	-	-	
5.44	ขีดจำกัดการยึดเกาะของล้อรถไฟ (Limit of wheel rail adhesion profile)	☐	-	-	
5.45	ระบบป้องกันการไถลของล้อ (Wheel slide protection system)	☐	☐	☐	EN 15595:2009 มาตรา 6.4 และต้องเป็นชนิด pneumatic
5.47	เบรกทางแม่เหล็ก (Magnetic track brake)	☐	☐	-	
5.49	สภาพเบรกและการบ่งชี้ข้อบกพร่อง (Brake state and fault indication)	☐	☐	-	
5.50	ความต้องการเบรกสำหรับการช่วยชีวิต (Brake	☐	☐	-	

	requirements for rescue purposes)				
5.51	ระบบสุขอนามัย (Sanitary systems)	☐	-	-	
5.52	ระบบที่อยู่สาธารณะ:ระบบติดต่อสื่อสารทางเสียง (Public address system: audible communication system)	☐	☐	☐	
5.53	การแจ้งเตือนผู้โดยสาร:ความต้องการด้านการทำงาน (Passenger alarm: functional requirements)	☐	☐	☐	
5.54	ขั้นตอนความปลอดภัยสำหรับผู้โดยสาร ----สัญลักษณ์ (Safety instructions to passengers — Signs)	☐	-	-	
5.55	อุปกรณ์สื่อสารสำหรับผู้โดยสาร (Communication devices for passengers)	☐	☐	☐	
5.56	ประตูภายนอก:ผู้โดยสารที่เข้าและออกจากขบวนรถ (Exterior doors: access to and egress from rolling stock)	☐	☐	☐	
5.57	การก่อสร้างระบบประตูภายนอก (Door system construction)	☐	-	-	
5.58	ประตูระหว่างตู้ (Inter-unit doors)	☐	☐	-	
5.59	คุณภาพอากาศภายใน (Internal air quality)	☐	-	-	
5.60	หน้าต่างด้านข้างตัวรถ (Body side windows)	☐	-	-	
5.61	ระดับความสูง (Altitude)	☐	-	-	
5.62	อุณหภูมิ (Temperature)	☐	-	-	
5.63	ความชื้น (Humidity)	☐	-	-	
5.64	ฝน (Rain)	☐	-	-	
5.65	หิมะ น้ำแข็ง และลูกเห็บ (Snow, ice and hail)	☐	-	-	
5.66	รังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar	☐	-	-	

	radiation)				
5.67	การต้านทานต่อมลพิษ (Resistance to pollution)	☐	-	-	
5.69	ผลกระทบจากการไหลของลม ต่อผู้โดยสารบนชานชาลา (Slipstream effects on passengers on platform)	☐	☐	-	EN 14067- 4:2005/ A1:2009 มาตรา 7.5.2
5.70	ผลกระทบจากการไหลของลม ต่อคนงานที่อยู่ข้างทาง (Slipstream effects on workers at the track side)	☐	☐	-	EN 14067- 4:2005/ A1:2009 มาตรา 8.5.2
5.71	การสั่นกดของหัวรถจักร (Head pressure pulse)	☐	☐	-	- Full scale tests: EN 14067- 4:2005/A1:2009 มาตรา 5.5.2 - CFD simulations: EN 14067- 4:2005/A1:2009 มาตรา 5.3 - Moving model tests: EN 14067- 4:2005/A1:2009 มาตรา 5.4.3
5.74	ไฟหน้า (Head lights)	☐	☐	-	- สี: EN 15153- 1:2007 มาตรา 6.1 - ความเข้ม: EN 15153-1:2007 มาตรา 6.2
5.75	ไฟบอกจุดตำแหน่ง (Marker lights)	☐	☐	-	- สี: EN 15153- 1:2007 มาตรา 6.1 - ความเข้ม: EN 15153-1:2007 มาตรา 6.2
5.76	ไฟท้าย (Tail lights)	☐	☐	-	- สี: EN 15153- 1:2007 มาตรา 6.1 - ความเข้ม: EN 15153-1:2007 มาตรา 6.2
5.77	การควบคุมโคมไฟ (Lamp controls)	☐	☐	-	

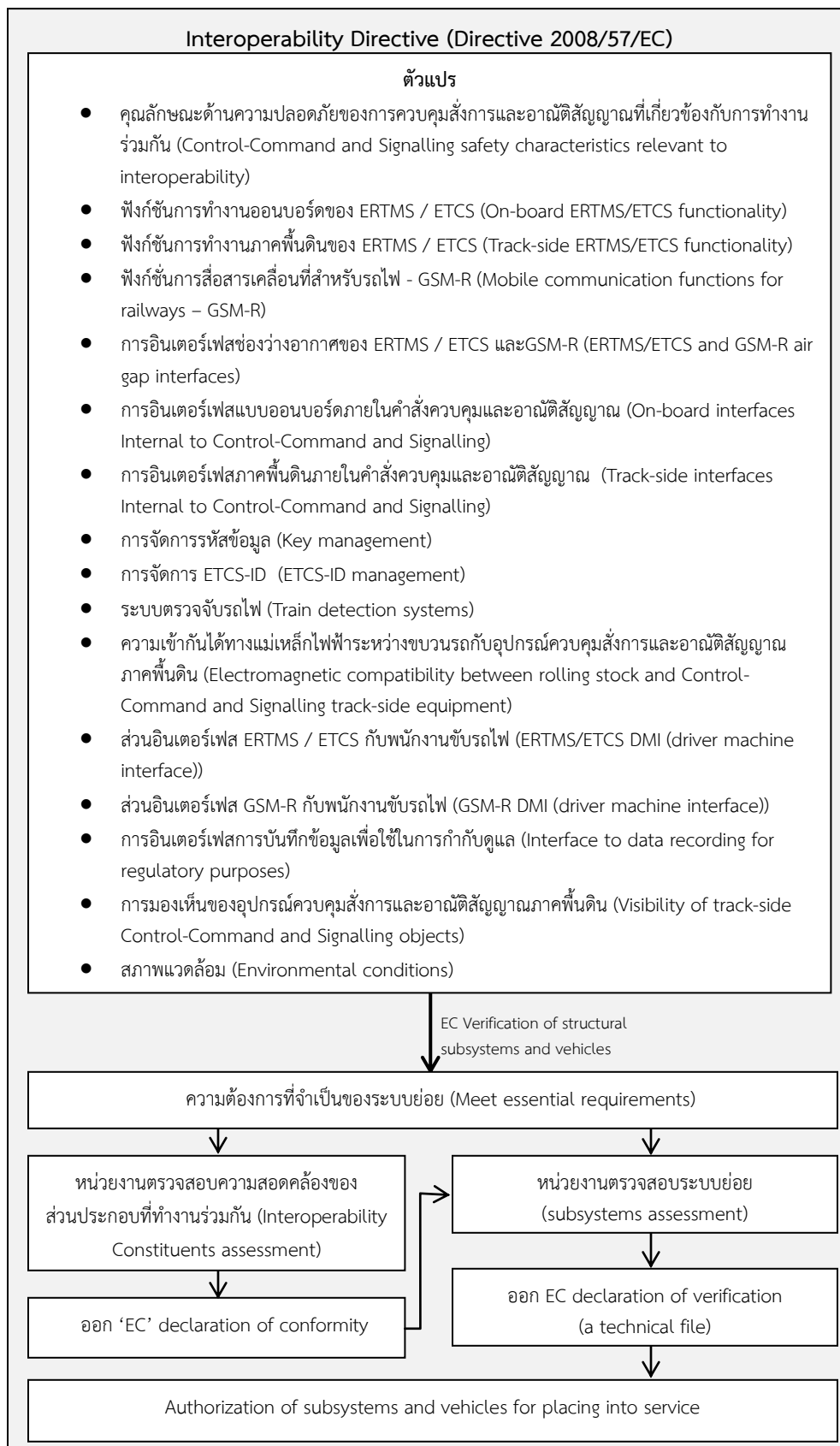
5.78	แตร (Horn)	☐	☐	-	
5.79	ระดับความเข้มเสียงแตรสำหรับเตือน (Warning horn sound pressure levels)	☐	☐	-	EN 15153- 2:2007 มาตรา 5
5.80	การป้องกัน (Protection)	☐	-	-	
5.81	การควบคุมแตร (Horn control)	☐	☐	-	
5.82	ความต้องการด้านสมรรถนะการลากจูง (Requirements on performance)	☐	-	-	
5.83	แหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply)	☐	-	-	
5.84	การดำเนินการภายในช่วงของแรงดันไฟฟ้าและความถี่ (Operation within range of voltages and frequencies)	☐	☐	-	
5.85	การเบรกโดยจ่ายพลังงานคืนสู่สายป้อนเหนือราง (Regenerative brake with energy to the overhead contact line)	☐	☐	-	
5.86	พลังงานสูงสุดและกระแสไฟฟ้าจากสายป้อนเหนือราง (Maximum power and current from the overhead contact line)	☐	☐	-	EN 50388:2005 มาตรา 14.3
5.87	กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะรถอยู่นิ่ง (Maximum current at standstill for DC systems)	☐	☐	-	
5.88	เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power factor)	☐	☐	-	EN 50388:2005 มาตรา 14.2
5.89	การรบกวนพลังงานของระบบจากไฟฟ้ากระแสสลับ (System energy disturbances)	☐	☐	-	
5.90	การวัดการใช้พลังงาน (Energy consumption measuring function)	☐	☐	-	
5.91	ความต้องการเชื่อมต่อกับสาย (Requirements linked to)	☐	☐	-	EN 50317:2002

	pantograph)				
5.91	สาลิ (Pantograph)	☐	☐	☐	- แร่งสัมผัส: EN 50367:2006 มาตรา 7.1 และ 50206-1:2010 มาตรา 6.3.1 - อุณหภูมิ: EN 50119:2009 มาตรา 5.1.2 - ไดนามิกส์: EN50318:2002
5.92	แถบสัมผัส (Contact strips)	☐	☐	☐	EN 50405:2006 มาตรา 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.6 และ 5.2.7
5.99	การป้องกันระบบไฟฟ้า (Electrical protection of the train)	☐	☐	-	
5.101	การป้องกันระบบไฟฟ้าที่เป็นอันตราย (Protection against electrical hazards)	☐	☐	-	
5.102	ห้องคนขับ (Driver's cab)	☐	-	-	
5.103	การเข้าและการออกภายนอกขณะใช้งาน (Access and egress in operating conditions)	☐	-	-	
5.104	ทางออกฉุกเฉิน (emergency exit)	☐	-	-	
5.105	การมองด้านหน้า (Front visibility)	☐	-	-	
5.106	ด้านหลังและด้านข้าง (Rear and side view)	☐	-	-	
5.107	รูปแบบภายใน (Interior layout)	☐	-	-	
5.108	ที่นั่งพนักงานขับ (Driver's seat)	☐	-	-	
5.109	โต๊ะทำงานพนักงานขับรถ (Driver's desk — Ergonomics)	☐	-	-	

5.110	การควบคุมอุณหภูมิและคุณภาพของอากาศ (Climate control and air quality)	☐	☐	-	
5.111	แสงภายใน (Internal lighting)	☐	☐	-	
5.112	กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางกล (Windscreen — Mechanical characteristics)	☐	☐	-	EN 15152:2007 มาตรา 6.2.1 ถึง 6.2.7
5.113	กระจกหน้ารถ – คุณลักษณะทางแสง (Windscreen — Optical characteristics)	☐	☐	-	EN 15152:2007 มาตรา 6.2.1 ถึง 6.2.7
5.114	กระจกหน้ารถ – อุปกรณ์ (Windscreen — Equipment)	☐	☐	-	
5.115	การควบคุมการทำงานของคนขับ (Driver's activity control function)	☐	☐	☐	
5.117	หน้าจอแสดงผลการขับรถ (Driver display unit and screens)	☐	☐	-	
5.118	การควบคุมและตัวชี้วัด (Controls and indicators)	☐	☐	-	
5.119	การติดฉลาก (Labelling)	☐	-	-	
5.120	การควบคุมระยะไกลจากพื้นดิน (Remote control function)	☐	☐	-	
5.121	เครื่องมือและอุปกรณ์บนรถ (Onboard tools and portable equipment)	☐	-	-	
5.122	บริเวณจัดเก็บอุปกรณ์ส่วนตัวของพนักงาน (Storage facility for staff personal effects)	☐	-	-	
5.124	การจำแนกประเภทการป้องกันไฟและการอพยพ (categorization)	☐	-	-	
5.125	ความต้องการวัสดุ (Material requirements)	☐	☐	-	
5.126	มาตรการสำหรับของเหลวที่ติดไฟได้ง่าย (Specific measures for flammable liquids)	☐	☐	-	
5.127	การอพยพผู้โดยสาร (Passenger evacuation)	☐	-	-	

5.128	กำแพงป้องกันไฟ (Fire barriers)	☐	☐	-	
5.129	การทำความสะอาดกระจกหน้ารถไฟห้องคนขับ (Cleaning of driver's cab windscreen)	☐	☐	-	
5.131	ระบบการปล่อยน้ำ (Toilet discharge system)	☐	-	-	
5.132	อุปกรณ์เติมน้ำ (Water refilling equipment)	☐	-	-	
5.133	ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการทรงตัว (Special requirements for stabling of trains)	☐	☐	-	
5.135	ข้อมูลทั่วไปด้านเอกสาร (General documentation)	☐	-	-	
5.136	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา (Document related to maintenance)	☐	-	-	
5.137	เอกสารปฏิบัติการ (Operating documentation)	☐	-	-	
5.138	แผนภาพการยกและคำแนะนำ (Lifting diagram and instructions)	☐	-	-	
5.139	รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือ (Rescue related descriptions)	☐	-	-	

การจัดการด้านความสอดคล้องระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ



1) ตรวจสอบความต้องการที่จำเป็นของระบบย่อย (16 หัวข้อ)

ความต้องการที่จำเป็นของตัวแปรพื้นฐาน 5 ด้าน		ผ่าน
ด้านความปลอดภัย (safety)	ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน” (6.1)	☐
ด้านความน่าเชื่อถือและความพร้อม (Reliability and availability)	ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในหัวข้อ “คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน” (6.1)	☐
ด้านการไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (Health)	วัสดุที่ใช้และการออกแบบระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณจะไม่เป็นอันตรายสุขภาพของคนที่ใช้งาน	☐
ด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อม (Environmental protection)	อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ ถ้ามีการให้ความร้อนมากเกินไป จะต้องไม่เกินลิมิตสำหรับปล่อยก๊าซควีนหรือก๊าซที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	☐
	อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ ต้องไม่ประกอบด้วยสารที่อาจปนเปื้อนเกินระดับปกติต่อสิ่งแวดล้อมในระหว่างการใช้ปกติ	☐
	อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ ต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของสหภาพยุโรปเพื่อบังคับควบคุมลิมิตการแพร่กระจายและความทนทานต่อสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าตามอาณัติบริเวณรถไฟ	☐
	อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ จะต้องสอดคล้องกับกฎระเบียบที่มีอยู่ในมลภาวะทางเสียง	☐
	อุปกรณ์คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ จะต้องไม่เพิ่มระดับการสั่นสะเทือนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเที่ยงตรงของโครงสร้างพื้นฐาน	☐
ด้านความเข้ากันได้ทางเทคนิค (Technical compatibility)	มีการกำหนดความต้องการด้านวิศวกรรมทั่วไปสำหรับการทำงานร่วมกัน ได้แก่เงื่อนไขด้านสิ่งแวดล้อม ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (EMC) ภายในขอบเขตรถไฟ และการติดตั้ง	☐
	มีวิธีการประยุกต์ใช้ระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณในทางเทคนิค และฟังก์ชันที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน	☐
	มีการดำเนินการใช้งานระบบย่อยคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน	☐

2) การประเมินความสอดคล้องของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน

หัวข้อ	รายละเอียดการประเมิน	ข้อมูลสนับสนุน
Functions, interfaces and performances	☐ ตรวจสอบการใช้งานและความสอดคล้องกับมาตรฐานการทำงานร่วมกันได้ของฟังก์ชัน อินเทอร์เฟซ และประสิทธิภาพของตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ	ออกแบบเอกสาร รวมถึงกรณีและสถานการณ์ที่ใช้ทดสอบและทดสอบ ที่อธิบายในตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5

	6-5	
	☐ ตรวจสอบการใช้งานและความสอดคล้องกับมาตรฐานการทำงานร่วมกันได้ของฟังก์ชันและอินเตอร์เฟซเฉพาะที่เป็นตัวเลือกที่อธิบายในตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5	ออกแบบเอกสาร รวมถึงกรณีและสถานการณ์ที่ใช้ทดสอบและทดสอบ ที่อธิบายในตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5
	☐ ตรวจสอบการใช้งานของฟังก์ชันและอินเตอร์เฟซเพิ่มเติมที่ไม่ได้อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5	การวิเคราะห์ผลกระทบ
Environment	☐ ตรวจสอบความสอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมที่บังคับที่กำหนดในตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5	ทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5
	☐ ตรวจสอบเพิ่มเติมว่าฟังก์ชันของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันได้ทำงานอย่างถูกต้องในสภาวะแวดล้อมที่บังคับ	ทดสอบตามข้อกำหนดเฉพาะของผู้ยื่นขอรับการประเมิน
Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS)	☐ ตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในตัวแปรพื้นฐานอ้างอิงในตาราง 6-4 และ 6-5 เช่น - อ้างอิงกับปริมาณ Tolerable Hazard Rate (THR) เนื่องเกิดจากความผิดพลาดแบบสุ่ม - กระบวนการพัฒนาจะสามารถตรวจจับและกำจัดความล้มเหลวของระบบ	- คำนวณ THR ที่เกิดจากการสุ่มความผิดพลาด ตามแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ - คุณภาพและการบริหารความปลอดภัยตลอดทั้งการออกแบบ ผลิต และทดสอบต้องสอดคล้องตามมาตรฐานที่ยอมรับ - วัฏจักรการพัฒนาซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และการประกอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต้องสอดคล้องตามมาตรฐานที่ยอมรับ - กระบวนการพิสูจน์ยืนยันด้านความปลอดภัยและตรวจสอบต้องสอดคล้องตามมาตรฐานที่ยอมรับ และตามความต้องการด้านความปลอดภัยที่อธิบายในตัวแปรพื้นฐานที่อ้างอิงในตารางหัวข้อ 3.6.3 - ความต้องการด้านความปลอดภัยในการทำงานและเทคนิค (ผลกระทบจากข้อบกพร่องและจากอิทธิพลภายนอก) มีการพิสูจน์ยืนยันตามมาตรฐานที่ยอมรับ
	☐ ตรวจสอบว่าเป็นไปตามเป้าหมายเชิงปริมาณของความน่าเชื่อถือ	คำนวณ
	☐ ตรวจสอบความสอดคล้องกับความต้องการบำรุงรักษา	ตรวจสอบเอกสาร

3) การประเมินตรวจสอบระบบย่อย

การประเมินเพื่อยืนยันการทำงานร่วมกันได้ของระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบออนบอร์ด

หัวข้อ	รายละเอียดการประเมิน	ข้อมูลสนับสนุน
Use of interoperability constituents	☐ ตรวจสอบส่วนประกอบที่จะใช้เพื่อทำงานร่วมกันในระบบย่อยว่ามีการรับรองโดย ‘EC’ Declaration of conformity และใบรับรอง certificate	เนื้อหาที่ระบุในเอกสาร
	☐ ตรวจสอบข้อกำหนดการใช้ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันตามลักษณะของระบบย่อยและสิ่งแวดล้อม	การวิเคราะห์จากการตรวจสอบเอกสาร
	☐ ตรวจสอบการรับรองของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันที่อาจเปลี่ยนไปหากเวอร์ชันของ TSI CCS มีการเปลี่ยนแปลง	การวิเคราะห์ผลกระทบโดยการตรวจสอบเอกสาร
Integration of interoperability constituents in the subsystem	☐ ตรวจสอบความถูกต้องในการติดตั้งและการทำงานของอินเทอร์เฟซของระบบย่อยในหัวข้อ “การอินเทอร์เฟซแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” (6.6)	ตรวจสอบตามที่ระบุ
	☐ ตรวจสอบเพิ่มเติมว่าฟังก์ชันที่ไม่ได้ระบุใน TSI นี้ว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น	การวิเคราะห์ผลกระทบ
	☐ ตรวจสอบว่าค่าของ ETCS ID อยู่ในช่วงที่อนุญาต ตามหัวข้อ “การจัดการ ETCS-ID” (6.9)	ตรวจสอบรายละเอียดการออกแบบ
Integration with rolling stock	☐ ตรวจสอบความถูกต้องและเงื่อนไขในการติดตั้งของอุปกรณ์ ในหัวข้อ “ฟังก์ชันการทำงานของออนบอร์ดของ ERTMS/ETCS” (6.2) “ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R” (6.4) และ “การอินเทอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.14)	ผลการตรวจสอบ (ตามข้อกำหนดที่อ้างอิงในตัวแปรพื้นฐานและขั้นตอนการติดตั้งของผู้ผลิต)
	☐ ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบออนบอร์ดสอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมของขบวนรถไฟ	ตรวจสอบเอกสาร (ใบประกาศของส่วนประกอบ และวิธีการประกอบกับขบวนรถไฟ)
	☐ ตรวจสอบว่าตัวแปรตั้งไว้ถูกต้องและอยู่ในช่วงที่อนุญาต	ตรวจสอบเอกสาร (ค่าของตัวแปร)
Integration with	☐ ตรวจสอบว่า STM ภายนอกเชื่อมต่อกับ ERTMS/ETCS ออนบอร์ด	ไม่มีการทดสอบ: มีอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบทดสอบแล้วในหัวข้อส่วนประกอบที่

Class B		ทำงานร่วมกัน ส่วนฟังก์ชันการทำงานได้รับการทดสอบแล้วเมื่อตรวจสอบเรื่อง Integration of interoperability constituents in the subsystem
	☐ ตรวจสอบว่าฟังก์ชันคลาส B ที่นำมาใช้ใน ERTMS/ETCS ออนบอร์ด หัวข้อ “การอินเตอร์เฟซแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” (6.6ก) จะไม่สร้างข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบภาคพื้นดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง	ไม่มีการทดสอบ: มีการทดสอบแล้วในหัวข้อส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน
	☐ ตรวจสอบว่าการแยกอุปกรณ์คลาส B ที่ไม่ได้เชื่อมต่อ ERTMS/ETCS ออนบอร์ด หัวข้อ “การอินเตอร์เฟซแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” (6.6ก) จะไม่สร้างข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบภาคพื้นดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง	ไม่มีการทดสอบ: ไม่มีการอินเตอร์เฟซ
	☐ ตรวจสอบว่าการแยกอุปกรณ์คลาส B ที่เชื่อมต่ออยู่กับ ERTMS/ETCS ออนบอร์ดที่ไม่ได้ใช้การอินเตอร์เฟซที่สอดคล้องกับ TSI หัวข้อ “การอินเตอร์เฟซแบบออนบอร์ดภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” (6.6ก) จะไม่สร้างข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบภาคพื้นดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง	การวิเคราะห์ผลกระทบ
Integration with Control-Command and Signalling Track-side Subsystems	☐ ตรวจสอบว่า Eurobalise telegrams สามารถอ่านได้ (ขอบเขตของการทดสอบนี้ถูกจำกัดเพื่อตรวจสอบว่าเสาอากาศได้ติดตั้งอย่างเหมาะสม การทดสอบที่ทำแล้วในหัวข้อส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันจะไม่ทำซ้ำ) ตามหัวข้อ “การอินเตอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.5)	ทดสอบด้วยการใช้ Eurobalise ที่ได้รับการรับรอง: ความสามารถในการอ่าน telegram ที่ถูกต้องใช้เป็นหลักฐานสนับสนุน
	☐ ตรวจสอบว่า Euroloop telegrams สามารถอ่านได้ ตามหัวข้อ “การอินเตอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.5)	ทดสอบด้วยการใช้ Euroloop ที่ได้รับการรับรอง: ความสามารถในการอ่าน telegram ที่ถูกต้องใช้เป็นหลักฐานสนับสนุน
	☐ ตรวจสอบว่าอุปกรณ์สามารถรองรับการเรียกเข้าของ GSM-R สำหรับเสียงและ	ทดสอบด้วยเครือข่าย GSM-R ที่ได้รับการรับรอง ความสามารถในการติดตั้งบำรุงรักษา

	ข้อมูล ตามหัวข้อ “การอินเตอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.5)	และการยกเลิกการเชื่อมต่อใช้เป็นหลักฐานสนับสนุน
Reliability, Availability, Maintainability, Safety (RAMS)	☐ ตรวจสอบว่า อุปกรณ์สอดคล้องกับความต้องการความปลอดภัย ตามหัวข้อ “คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน” (6.1)	แอปพลิเคชันของขั้นตอนที่ระบุไว้ในวิธีปลอดภัย
	☐ ตรวจสอบว่า ความน่าเชื่อถือเชิงปริมาณเป็นไปตามเป้าหมาย	คำนวณ
	☐ ตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการบำรุงรักษา	ตรวจสอบเอกสาร
Integration with Control-Command and Signalling Track-side Subsystems and other subsystems: tests under operational conditions	☐ ทดสอบพฤติกรรมของระบบย่อยภายใต้เงื่อนไขการดำเนินงานต่างๆ ตามความสมเหตุสมผล (เช่น ระดับความชันทางความเร็วรถไฟ การสั่นสะเทือน การลากจูงสภาพอากาศ การออกแบบฟังก์ชันควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณ) การทดสอบต้องสามารถตรวจสอบว่า 1. ฟังก์ชัน odometry ทำงานอย่างถูกต้องตามหัวข้อ “ฟังก์ชันการทำงานออนบอร์ดของ ERTMS/ETCS” (6.2) 2. ระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณแบบออนบอร์ดเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมของขบวนรถไฟ ตามหัวข้อ “สภาพแวดล้อม” (6.16) การทดสอบเหล่านี้ต้องเพิ่มความมั่นใจว่าจะไม่มีความล้มเหลวของระบบ ขอบเขตของการทดสอบเหล่านี้ไม่รวมการทดสอบที่ทำแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้: ดำเนินการทดสอบบนส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน และการทดสอบที่ดำเนินการบนระบบย่อยในสภาพแวดล้อมเลียนแบบจะต้องนำมาพิจารณา การทดสอบภายใต้เงื่อนไขที่การดำเนินงานไม่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์เสียง GSM-R ออนบอร์ด	รายงานการทดสอบ หมายเหตุ: ระบุในใบรับรองถึงเงื่อนไขที่ได้รับการทดสอบ มาตรฐานที่ได้ถูกนำไปใช้ และเกณฑ์การพิจารณาการทดสอบที่สิ้นสุด

การประเมินเพื่อยืนยันการทำงานร่วมกันได้ของระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน

หัวข้อ	รายละเอียดการประเมิน	ข้อมูลสนับสนุน
Use of interoperability constituents	☐ ตรวจสอบส่วนประกอบที่จะใช้เพื่อทำงานร่วมกันในระบบย่อยว่ามีการรับรองโดย ‘EC’ Declaration of conformity และใบรับรอง certificate	เนื้อหาที่ระบุในเอกสาร
	☐ ตรวจสอบข้อจำกัดการใช้ส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันตามลักษณะของระบบย่อยและสิ่งแวดล้อม	การวิเคราะห์จากการตรวจสอบเอกสาร
	☐ ตรวจสอบการรับรองของส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกันที่อาจเปลี่ยนไปหากเวอร์ชันของ TSI CCS มีการเปลี่ยนแปลง	การวิเคราะห์ผลกระทบโดยการเปรียบเทียบข้อมูลจำเพาะที่อ้างอิงใน TSI และใบรับรองการทำงานร่วมกันของส่วนประกอบ
Use of train detection systems	☐ ตรวจสอบว่า ชนิดที่เลือกสอดคล้องกับข้อกำหนด TSI คำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ ตามหัวข้อ “ระบบตรวจจับรถไฟ” (6.10) และ “ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถกับอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน” (6.11)	การตรวจสอบเอกสาร
Integration of interoperability constituents in the subsystem	☐ ตรวจสอบความถูกต้องในการติดตั้งและการทำงานของอินเทอร์เฟซของระบบย่อยในหัวข้อ “การอินเทอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.5) และ “การอินเทอร์เฟซภาคพื้นดินภายในคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณ” (6.7)	ตรวจสอบตามที่ระบุ
	☐ ตรวจสอบเพิ่มเติมว่าฟังก์ชันที่ไม่ได้ระบุใน TSI นี้ว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น	การวิเคราะห์ผลกระทบ
	☐ ตรวจสอบว่าค่าของ ETCS ID อยู่ในช่วงที่อนุญาต ตามหัวข้อ “การจัดการ ETCS-ID” (6.9)	ตรวจสอบรายละเอียดการออกแบบ
Integration with infrastructure	☐ ตรวจสอบความถูกต้องและเงื่อนไขในการติดตั้งของอุปกรณ์ ในหัวข้อ “ฟังก์ชันการทำงานภาคพื้นดินของ ERTMS/ETCS” (6.3) และ “ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R” (6.4)	ผลการตรวจสอบ (ตามข้อกำหนดที่อ้างอิงในตัวแปรพื้นฐานและขั้นตอนการติดตั้งของผู้ผลิต)
	☐ ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินสอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมของ	ตรวจสอบเอกสาร (ใบประกาศของส่วนประกอบ และวิธีการประกอบกับภาคพื้นดิน)

	ภาคพื้นดินข้างราง	
Integration with track- side signalling	☐ ตรวจสอบว่า ฟังก์ชันทั้งหมดที่จำเป็นโดยแอปพลิเคชันได้มีการใช้ตามข้อกำหนดที่อ้างอิงใน TSI นี้ ตามหัวข้อ “ฟังก์ชันการทำงานภาคพื้นดินของ ERTMS/ETCS” (6.3)	ตรวจสอบเอกสาร (รายละเอียดการออกแบบและใบรับรองการทำงานร่วมกันของส่วนประกอบ)
	☐ ตรวจสอบการกำหนดค่าที่ถูกต้องของตัวแปร (Eurobalise telegrams, ข้อความ RBC ตำแหน่งบอร์ดเครื่องหมาย ฯลฯ)	ตรวจสอบเอกสาร (ค่าที่ของตัวแปรตามข้อกำหนดคุณลักษณะของภาคพื้นดินและอาณัติสัญญาณ)
	☐ ตรวจสอบความถูกต้องในการติดตั้งและการทำงานของอินเทอร์เฟซ	ตรวจสอบการออกแบบและทดสอบตามข้อมูลที่ได้จากผู้ยื่นขอ
	☐ ตรวจสอบว่า ระบบย่อยของคำสั่งควบคุมและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินดำเนินการอย่างถูกต้องตามข้อมูลในการอินเทอร์เฟซกับอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน (เช่นการกำเนิด Eurobalise telegrams ที่เหมาะสมโดย LEU หรือข้อความโดย RBC)	ตรวจสอบการออกแบบและทดสอบตามข้อมูลที่ได้จากผู้ยื่นขอ
Integration with Control-Command and Signalling On-board Subsystems and with rolling stock	☐ ตรวจสอบระยะครอบคลุม GSM-R ตามหัวข้อ “ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R” (6.4)	การทดสอบในสถานที่จริง
	☐ ตรวจสอบความสอดคล้องกับระบบตรวจรถไฟกับข้อกำหนดใน TSI นี้ ตามหัวข้อ “ระบบตรวจจบริไฟ” (6.10)	การทดสอบในสถานที่จริง
	☐ ตรวจสอบความสอดคล้องกับระบบตรวจรถไฟกับข้อกำหนดใน TSI นี้ ตามหัวข้อ “ระบบตรวจจบริไฟ” (6.10) และ “ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถกับอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน” (6.11)	ตรวจสอบหลักฐานจากการติดตั้งที่มีอยู่ (สำหรับระบบที่มีการใช้อยู่) ทำการทดสอบตามมาตรฐานสำหรับระบบใหม่
	☐ ตรวจสอบว่า ฟังก์ชันทั้งหมดที่จำเป็นโดยแอปพลิเคชันได้มีการใช้ตามข้อกำหนดที่อ้างอิงใน TSI นี้ ตามหัวข้อ “ฟังก์ชันการทำงานภาคพื้นดินของ ERTMS/ETCS” (6.3) “ฟังก์ชันการสื่อสารเคลื่อนที่สำหรับรถไฟ - GSM-R” (6.4) และ “การอินเทอร์เฟซช่องว่างอากาศของ ERTMS/ETCS และ GSM-R” (6.5)	รายงานการทดสอบของการดำเนินงานตามสถานการณ์ด้วยระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณต่างๆ รายงานจะระบุถึงสถานการณ์ที่ใช้ทดสอบอุปกรณ์บนบอร์ดที่ใช้ และสถานที่ทดสอบ (ในห้องปฏิบัติการ หรือสถานที่จริง)
Reliability, Availability, Maintainability,	☐ ตรวจสอบว่า อุปกรณ์สอดคล้องกับความต้องการความปลอดภัย ตามหัวข้อ “คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการ	แอปพลิเคชันของขั้นตอนที่ระบุไว้ในวิธีปลอดภัย

Safety (RAMS)	ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน” (6.1)	
	☐ ตรวจสอบว่า ความน่าเชื่อถือเชิงปริมาณเป็นไปตามเป้าหมาย ตามหัวข้อ “คุณลักษณะด้านความปลอดภัยของการควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมกัน” (6.1)	คำนวณ
	☐ ตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการบำรุงรักษา	ตรวจสอบเอกสาร
Integration with Control-Command and Signalling On-board Subsystems and rolling stock: tests under operational conditions	☐ ทดสอบพฤติกรรมของระบบย่อยภายใต้เงื่อนไขการดำเนินงานต่างๆ ตามความเหมาะสมผล (เช่น ความเร็วรถไฟ จำนวนขบวนรถไฟบนเส้นทาง สภาพอากาศ) การทดสอบต้องสามารถตรวจสอบว่า - ประสิทธิภาพระบบตรวจจับรถไฟ ตามหัวข้อ “ระบบตรวจจับรถไฟ” (6.10) และ “ความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างขบวนรถกับอุปกรณ์ควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดิน” (6.11)) - ระบบย่อยควบคุมสั่งการและอาณัติสัญญาณภาคพื้นดินเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมภาคพื้นดินตามแนวทาง ตามหัวข้อ “สภาพแวดล้อม” (6.16) การทดสอบเหล่านี้ต้องเพิ่มความมั่นใจว่าจะไม่มีความล้มเหลวของระบบ ขอบเขตของการทดสอบเหล่านี้ไม่รวมการทดสอบที่ทำแล้วในขั้นตอนก่อนหน้านี้: ดำเนินการทดสอบบนส่วนประกอบที่ทำงานร่วมกัน และการทดสอบที่ดำเนินการบนระบบย่อยในสภาพแวดล้อมเลียนแบบจะต้องนำมาพิจารณา	รายงานการทดสอบ หมายเหตุ: ระบุในใบรับรองถึงเงื่อนไขที่ได้รับ การทดสอบ มาตรฐานที่ได้ถูกนำไปใช้ และเกณฑ์การพิจารณาการทดสอบที่สิ้นสุด

บันทึก