
(ร่าง) มาตรฐานการทดสอบเสียงสำหรับรถขนส่ง
ทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	1
1.1. ขอบข่าย	1
2. มาตรฐานอ้างอิง	2
3. นิยามและสมการ	2
3.1 นิยาม	2
3.2 สมการ	4
4. อุปกรณ์และเครื่องมือ	5
5. การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์	5
6. การเปรียบเทียบความถูกต้องและการตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือ	7
6.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด	7
6.2 ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด	8
6.3 ตั้งค่าการชักตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวัด	10
7. คุณสมบัติการทดสอบ	10
7.1 ทัวไป	10
7.2 การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)	11
7.3 การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)	11
8. การตรวจผลการวัดคุณสมบัติ	11
9. การคำนวณผลการตรวจวัด	11
10. การจัดทำรายงานผล และสรุปผล	11
10.1 การรายงานค่าที่ได้จากการทดสอบ	12
10.2 การสรุปผล	12
10.3 เกณฑ์การยอมรับ	12
11. เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก ก การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)	ก-1
การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)	
ภาคผนวก ข การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)	ข-1
การทดสอบสำหรับระดับเสียงนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)	
ภาคผนวก ค การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)	ค-1
การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)	

ภาคผนวก ค การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)

ง-1

การทดสอบสำหรับระดับเสียงนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)

1. บทนำ

ผลกระทบของเสียงที่เกิดจากระบบรถไฟต่อผู้โดยสาร สิ่งแวดล้อม และชุมชนเป็นปัญหาที่อาจก่อให้เกิดมลพิษทางเสียง เสียงที่ดังเกินความจำเป็นจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคนทั้งต่อจิตใจ ร่างกาย รวมถึงประสิทธิภาพการทำงานและการสื่อสารอันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ จึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขและควบคุม แหล่งที่มาหลักของเสียงรบกวนจากระบบรถไฟ คือเสียงที่เกิดจากการสัมผัสระหว่างรางและล้อจากระบบรถไฟที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ การวิ่งผ่านข้อต่อรางและทางโค้งด้วยความเร็วสูง แหล่งที่มาของเสียงรบกวนทั้งหมดเหล่านี้สามารถส่งเสียงผ่านเข้าสู่ทั้งภายในตู้โดยสาร ห้องพนักงานขับ และบริเวณภายนอกขบวนรถไฟตลอดแนวเส้นทางรถไฟ

ด้วยเหตุนี้จึงได้จัดทำมาตรฐานการทดสอบเสียงสำหรับรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ซึ่งได้อ้างอิงจากมาตรฐานสากล โดยคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้ในประเทศไทย รวมถึงมาตรฐานของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ควบคุมระดับเสียงอยู่ภายใต้เกณฑ์ความปลอดภัย ทำให้ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟทำงานได้อย่างปลอดภัยและเพิ่มความน่าเชื่อถือ

1.1. ขอบข่าย

- 1.1.1 มาตรฐานฉบับนี้ใช้สำหรับกำหนดขีดจำกัดสำหรับการปล่อยมลพิษทางเสียงและเกณฑ์การยอมรับระดับความดังที่เหมาะสม
- 1.1.2 มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงข้อกำหนดการทดสอบการปล่อยมลพิษทางเสียงสำหรับเฉพาะที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟบนรางวิ่งของรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่สำหรับใช้งานในเมืองและระหว่างเมือง
- 1.1.3 มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงข้อกำหนดการทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise) และระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)
- 1.1.4 มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงข้อกำหนดการทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise) และระดับเสียงที่แพร่กระจายภายนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)
- 1.1.5 มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์ลักษณะเสียงจะวิเคราะห์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเสียงตามระยะเวลา (time domain) เป็นหลัก ซึ่งใช้ในการกำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานของเสียงสำหรับการประเมินผลกระทบของเสียงที่มีต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม
- 1.1.6 การปฏิบัติตามมาตรฐานนี้ไม่ได้เป็นการรับรองความปลอดภัย ความปลอดภัยจากการใช้มาตรฐานนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้มาตรฐาน

2. มาตรฐานอ้างอิง

- 2.1 IEC 61672-1 Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications
- 2.2 IEC 61672-3 Electroacoustics — Sound level meters — Part 3: Periodic tests
- 2.3 IEC 60942 Electroacoustics — Sound calibrators

มาตรฐานอ้างอิงในมาตรฐานฉบับนี้ให้ใช้ฉบับล่าสุด แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดแย้งกับมาตรฐานฉบับนี้

3. นิยาม

3.1. นิยาม

“การเทียบมาตรฐาน” (calibration) หมายถึง การปฏิบัติการเปรียบเทียบผลการวัดของเครื่องมือวัดที่ไม่รู้ค่าความถูกต้องกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์มาตรฐานที่รู้ค่าความถูกต้องเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกันและรายงานผล มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดแต่ละรายการกระทำโดยเจ้าหน้าที่ภายในหรือภายนอกของห้องปฏิบัติการ ที่มีความรู้ ประสบการณ์ และผ่านการอบรมที่เกี่ยวกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดแต่ละรายการ

“การปรับเทียบ” (adjusting calibration) หมายถึง การปรับแต่งเครื่องมือวัด ในกรณีที่ผลการตรวจวัดผิดไปจากเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดเพื่อสามารถรับประกันความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัดได้จากการปรับเทียบตามมาตรฐานการวัด

“การสอบย้อนกลับได้” (traceability) หมายถึง การสอบเทียบเครื่องมือวัดอย่างต่อเนื่อง จากเครื่องมือวัดของผู้ใช้งานย้อนกลับไปยังมาตรฐานที่ยอมรับ ซึ่งเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศหรือมาตรฐานแห่งชาติ รวมถึงค่าในแต่ละขั้นตอนของความไม่แน่นอนของการวัดที่สามารถสอบกลับได้ จะต้องคำนวณตามวิธีที่กำหนดและรายงานค่า เพื่อให้สามารถคำนวณความไม่แน่นอนรวมของทุกขั้นตอนได้

“ความถี่” (frequency) หมายถึง เนื่องจากระดับเสียงจะมีความถี่ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในระดับที่ต่างกัน ดังนั้นพารามิเตอร์ของเสียงบางตัวจึงต้องพิจารณาความถี่เสียงประกอบด้วย

“ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน” (sound calibrator) หมายถึง อุปกรณ์กำเนิดเสียงที่มีระดับเสียงและความถี่ที่แน่นอนใช้ในการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องวัดระดับเสียงดัง ตัวเทียบเสียงมาตรฐานต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60942 โดยกำเนิดเสียงที่ความถี่ 250 หรือ 1,000 เฮิรตซ์ และระดับเสียงอยู่ในช่วง 94 - 124 เดซิเบล

“ไมโครโฟน” (microphone) หมายถึง ส่วนที่อยู่ปลายด้านบนของเครื่องวัดระดับเสียง เป็นส่วนที่ใช้ในการรับเสียงแล้วแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้เครื่องวัดระดับเสียง

นำไปวิเคราะห์และ แสดงผล ไมโครโฟนควรเป็นชนิด free-field microphone สำหรับส่วนขยายสัญญาณเบื้องต้น

“ระดับเสียงหรือระดับความดันเสียง” (sound pressure level – SPL หรือ L_p) หมายถึง ระดับความดันเสียงแสดงในหน่วยเดซิเบล (decibel – dB) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการวัดความดันเสียงที่สัมผัสเพื่อนได้ จะแสดงถึงความแตกต่างของความดันเสียงจากความดันเสียงมาตรฐานที่มนุษย์สามารถได้ยินได้ มีความสำคัญในหลายด้าน เช่น ในงานออกแบบระบบเสียง การควบคุมเสียงรบกวนในสภาพแวดล้อมทำงาน หรือการป้องกันความเสียหายต่อการได้ยินจากเสียงที่มีระดับความดังสูงเกินไป สำหรับค่า SPL ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ การได้ยินของมนุษย์อยู่ในช่วง SPL ประมาณ 0 dB (เกณฑ์การได้ยินต่ำสุด) ถึง 120 dB (เสียงที่ดังมากจนสามารถทำให้เกิดความเสียหายในการได้ยิน) การรับฟังเสียงที่มี SPL สูงเกินไปอย่างต่อเนื่องสามารถนำไปสู่ปัญหาสุขภาพ เช่น การสูญเสียการได้ยิน

“ระดับเสียงเฉลี่ย” (equivalent sound pressure level - $L_{eq,T}$) หมายถึง ระดับเสียงที่บอกการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานเสียงในช่วงเวลา เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นตัวแทนของพลังงานเสียงตลอดช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดเสียงนั้น

“ระดับเสียงสูงสุด-ต่ำสุด” (sound maximum and sound minimum level - L_{max} , L_{min}) หมายถึง ค่าระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) และต่ำสุด (L_{min}) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ตรวจวัด โดยพารามิเตอร์ทั้งสองนี้จะแสดงอยู่ในรายงานสถานการณ์มลพิษทางเสียงร่วมกับค่าระดับเสียงเฉลี่ย ระดับเสียงสูงสุด มักเกิดจากเสียงกระแทกที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด ระดับเสียงต่ำสุด อาจเป็นเสียงสภาพแวดล้อมที่มีได้ถูกรบกวนโดยแหล่งกำเนิดเสียงใด ๆ พารามิเตอร์ทั้งสองทำให้ทราบถึงความรุนแรงของปัญหามลพิษทางเสียง และสามารถวินิจฉัยแหล่งกำเนิดเสียงเพื่อกำหนดวิธีการควบคุม

“ระดับเสียงเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักความถี่ชนิด A” (A-weighted equivalent sound pressure level - L_{Aeq}) หมายถึง การได้ยินของมนุษย์ไม่ได้ไวต่อความถี่เสียงทั้งหมดเท่ากัน ผู้คนสามารถได้ยินได้ระหว่าง 20 เฮิร์ตซ์ (Hz) ถึง 20 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) แต่มีความไวต่อความถี่ในช่วง 250 - 5,000 เฮิร์ตซ์มากที่สุด จึงได้กำหนดตัวปรับแก้ที่เรียกว่า A-weighting ในแต่ละความถี่ขึ้นและชดเชยกับค่าระดับเสียงที่วัดได้ เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการได้ยินเสียงของมนุษย์ แสดงในหน่วยเดซิเบลเอ (dBA)

“ระดับเสียงพื้นหลัง” (background noise level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมในขณะยังไม่เกิดเสียงหรือไม่ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิด

“ระยะเวลา” (time duration) หมายถึง ระยะเวลาในการตรวจวัดเสียงที่นำมาพิจารณาผลกระทบของเสียง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการประเมินผลกระทบของเสียง

“รถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่” (battery electric train) หมายถึง รถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่เป็นหลัก สามารถวิ่งได้โดยไม่ต้องอาศัย ระบบสายป้อนจากภายนอกตัวรถ (catenary-free operation)

“เสียงกระแทก” (impulsive noise) หมายถึง เสียงที่เกิดจากการตก ตีเคาะ หรือกระทบของ วัตถุหรือลักษณะอื่นใดซึ่งมีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงทั่วไปในขณะนั้น และ เกิดขึ้นใน พื้นที่พื้นใดและสิ้นสุดลงภายในเวลาน้อยกว่า 1 s ลักษณะการเกิดเสียงกระแทก จะมีทั้งเกิดแบบ ซ้ำ ๆ และ ถี ๆ (repeated impulses) เช่น เครื่องปั๊มวัสดุอัตโนมัติ เครื่องเจาะที่ใช้ลม เป็นต้น หรือเป็นลักษณะเสียงกระแทกแบบลูกโดด (single impulse) เช่น เครื่องปั๊มชนิดใหญ่ เครื่อง ตอกแบบลม เป็นต้น

“ส่วนประมวลข้อมูล” (measurement data processing) หมายถึง ส่วนประมวลข้อมูล เป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณจากส่วนขยายสัญญาณเบื้องต้นเพื่อนำสัญญาณมาวิเคราะห์และ ประมวลผล โดยต้องเป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบสำหรับใช้ร่วมกัน มีช่วงการวัดระดับเสียงแบบช่วง เดียว (single measurement range) ตั้งแต่ 30 - 120 เดซิเบลหรือกว้างกว่า

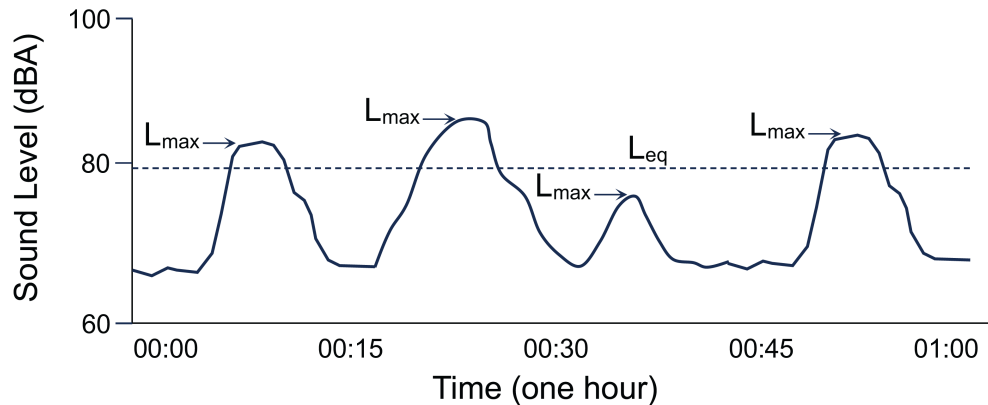
“อุปกรณ์กันลม” (windscreen) หมายถึง อุปกรณ์เพื่อลดเสียงรบกวนจากแรงลมที่ส่งผล กระทบกับค่าการวัดได้ อุปกรณ์กันลมควรเป็นอุปกรณ์ที่ใช้คู่กับเครื่องวัดระดับเสียงตามที่ บริษัทผู้ผลิตแนะนำ และไม่ควรใช้ฟองน้ำทั่วไปมาใช้ทดแทน โดยคุณสมบัติของอุปกรณ์กันลม จะต้องผ่านการทดสอบภายใต้สภาวะที่มีลมตกกระทบที่ความเร็วลม 10 m/s ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) 1 นาที่ ต้องไม่เกิน 65 เดซิเบล

3.2. สมการ

ตารางที่ 1 สมการในการคำนวณ

(ที่มา ISO 3095)

ระดับเสียง	สมการ
ระดับเสียงหรือระดับความดันเสียง (sound pressure level)	$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$ P คือ ความดันบรรยากาศ P_0 คือ ความดันบรรยากาศอ้างอิง สมการสำหรับคำนวณระดับความดันเสียง
ระดับเสียงเฉลี่ย (equivalent sound pressure level)	$L_{eq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{P(t)}{P_0} \right)^2 dt \right]$ T คือ ช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานเสียง



รูปที่ 1 ตัวอย่างลักษณะของระดับเสียงสูงสุดและระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ทำกรวัด

4. อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) ประกอบด้วย

- (1) ไมโครโฟน (microphone)
- (2) ส่วนขยายสัญญาณเบื้องต้น (microphone pre-amplifier)
- (3) ส่วนประมวลข้อมูลและแสดงผล (measurement data processing and display)
- (4) อุปกรณ์กันลม (windscreen)
- (5) สายสัญญาณ (extension cable)

4.2 ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator)

4.3 ขาตั้งเครื่องวัดเสียง สามารถปรับระดับความสูงที่ต้องการไม่น้อยกว่า 1.2 m

4.4 แหล่งจ่ายพลังงานเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบ เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าหลักให้กับชุดตรวจวัดระดับเสียง เช่น แบตเตอรี่

4.5 อุปกรณ์เสริม เช่น คอมพิวเตอร์พกพาที่มีโปรแกรมเรียก-รับข้อมูลจากเครื่องวัดระดับเสียง

5. การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

5.1 ต้องเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือให้พร้อมก่อนเริ่มการทดสอบ โดยให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อย่างเคร่งครัด รวมถึงเครื่องมือวัดที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องทดสอบที่จะต้องมีการสอบเทียบอยู่เสมอ

5.2 การเตรียมความพร้อมของชุดเครื่องมือวัด เช่น ไมโครโฟน และส่วนประมวลข้อมูล ให้สอดคล้องตามมาตรฐาน IEC 61672-1 ซึ่งได้กำหนดลักษณะเฉพาะและสมรรถนะของชุดเครื่องมือวัด ประเภท class 1 หรือปฏิบัติตามที่ระบุในคู่มือวัดเสียงรบกวน กรมควบคุมมลพิษ

- 5.3 การเตรียมความพร้อมของตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator) ให้สอดคล้องตามมาตรฐาน IEC 60942 ซึ่งได้กำหนดลักษณะเฉพาะและสมรรถนะของเครื่องมือ ประเภท class 1 หรือปฏิบัติตามที่ระบุในคู่มือวัดเสียงรบกวน กรมควบคุมมลพิษ
- 5.4 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและความสามารถก่อนนำเครื่องมือออกปฏิบัติงาน มีดังนี้

ตารางที่ 2 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ

(ที่มา: คู่มือวัดเสียงรบกวน กรมควบคุมมลพิษ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	การตรวจสอบ
เครื่องวัดระดับเสียง	1) มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ (ไม่บิ่น แตก หัก หรือ ร้าว) 2) ไมโครโฟนไม่บิ่น ทะลุ เป็นต้น 3) เปลือกหุ้มสายสัญญาณไม่ฉีกขาด หัก แตก 4) ขั้วต่อสายสัญญาณมีสภาพสมบูรณ์สามารถเชื่อมต่อ กับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แน่นหนา 5) อุปกรณ์กันลมไม่ขาดยุ่ย กรอบ 6) ต่อชุดอุปกรณ์ทั้งหมดและเปิดเครื่อง โดยเครื่องมือ สามารถปรับตั้งฟังก์ชันและทำงานได้ปกติ รวมทั้ง สามารถใช้คอมพิวเตอร์พกพาควบคุมการทำงานได้ ปกติ 7) สามารถปรับเทียบกับตัวเทียบเสียงมาตรฐานได้ ตามค่าที่กำหนด 8) เครื่องวัดระดับเสียงควรอยู่ในช่วงระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่สอบเทียบล่าสุด
ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	1) มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ (ไม่มีการบิ่น แตก หัก หรือร้าว เป็นต้น) 2) แบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟได้เพียงพอต่อการใช้งาน และมีแบตเตอรี่สำรอง 3) ควรอยู่ในช่วงระยะเวลา 1 ปี นับจากวันที่สอบ เทียบล่าสุด
แบตเตอรี่เครื่องวัดเสียง	1) สามารถจ่ายไฟได้เพียงพอต่อการใช้งาน หากไม่ เพียงพอให้มีแบตเตอรี่สำรองไว้เปลี่ยน

อุปกรณ์และเครื่องมือ	การตรวจสอบ
ขาตั้ง	1) มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ (ไม่แตก หัก หรือขึ้นส่วนหลุดหาย เป็นต้น) 2) สามารถปรับระดับความสูงและตั้งระดับความสูงตามที่ต้องการได้อย่างมั่นคง
คอมพิวเตอร์พกพา	1) มีความสมบูรณ์ทางกายภาพ (ไม่แตก หรือร้าว) 2) เปิดเครื่องได้และสามารถใช้งานโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องวัดระดับเสียงได้ตามปกติ 3) แบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟได้เพียงพอต่อการใช้งาน
อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ	มีอุปกรณ์ช่วยการปฏิบัติงานเพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เช่น - กระเป๋าทึบหรือบรรจุภัณฑ์สำหรับเก็บเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ - ชุดเครื่องมือช่าง เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ตลับเมตร กระดาษขาวหรือเทปกาว เชือก สายรัดที่ใช้ในงานเอนกประสงค์ทั่วไป - แบบบันทึกการวัด - คู่มือการใช้งานเครื่องวัดระดับเสียง - ใบรับรองผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดระดับเสียงและตัวเทียบเสียงมาตรฐาน

6. การเปรียบเทียบความถูกต้องและการตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด

6.1 เปรียบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด

อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการทดสอบ การสอบเทียบ และการชักตัวอย่างจะต้องสามารถแสดงได้ถึงความแม่นยำในระดับที่จำเป็นและต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและ/หรือการสอบเทียบที่เกี่ยวข้อง โปรแกรมการสอบเทียบจะถูกกำหนดขึ้นสำหรับเครื่องมือวัดหลักซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อผลการวัด ก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์จะต้องถูกสอบเทียบหรือตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าตรงตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการและสอดคล้องกับข้อกำหนดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ในการสอบเทียบ เครื่องมือวัดจะถูกวัดและตรวจสอบคุณสมบัติโดยห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองคุณภาพ ISO/IEC 17025 ในหัวข้อที่ทำการสอบเทียบ และสามารถสอบย้อนกลับได้ไปยังหน่วยงานที่ให้บริการสอบเทียบ

การสอบเทียบดำเนินการด้วยวิธีการที่เป็นไปตามมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยการสอบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงดำเนินการตาม IEC 61672-3 ส่วนการสอบเทียบตัวเทียบเสียงมาตรฐานดำเนินการตาม IEC 60942

การสอบเทียบของตัวเทียบเสียงมาตรฐานจะต้องดำเนินการภายในระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี การสอบเทียบของชุดเครื่องมือวัดจะต้องดำเนินการภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี ให้ส่งสอบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงพร้อมกับไมโครโฟนและสายสัญญาณที่ใช้คู่กันขณะที่ทำการวัด

ใบรับรองการสอบเทียบ (calibration certificate) จะต้องมีการระบุข้อมูลผลการสอบเทียบดังนี้

- (1) เงื่อนไขที่ทำการสอบเทียบที่มีอิทธิพลต่อผลการวัด เช่น สิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้น)
- (2) ความไม่แน่นอนของการวัด

ใบรับรองผลการสอบเทียบ ที่ออกโดยห้องปฏิบัติการภายหลังดำเนินการแล้วเสร็จ เป็นใบรายงานผลการวัดของเครื่องมือวัดนั้น ๆ ที่ผู้ใช้งานสามารถนำมาพิจารณาว่าเครื่องมือมีสมรรถนะที่ยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ผลการวัดทุกหัวข้อจะต้องไม่เกินเกณฑ์ (acceptance limit) ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ซึ่งถ้าเป็นเครื่องวัดระดับเสียงจะเป็นไปตาม IEC 61672-3 ส่วนตัวเทียบเสียงมาตรฐานจะเป็นไปตาม IEC 60942

6.2 ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด

ทำการปรับตั้งช่วงการใช้งานของเครื่องมือวัดให้มีความเหมาะสมกับการทดสอบ ซึ่งข้อมูลเพิ่มเติมอาจจะดูได้จากเอกสารของผู้ผลิตเครื่องมือวัด โดยการตั้งค่าเครื่องมือวัดควรครอบคลุมเรื่องการเชื่อมต่อเครื่องมือวัดและเครื่องวิเคราะห์อย่างถูกต้องเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

การปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐานเพื่อให้เครื่องวัดระดับเสียงอ่านค่าได้ถูกต้อง ขั้นตอนการปรับเทียบมีดังนี้

- (1) คำนวณหาค่าระดับเสียงที่ต้องทำการปรับตั้งบนเครื่องวัดระดับเสียง ดังสมการ

$$SPL = SPL_{cer} + Corr$$

โดยที่

SPL คือ ค่าที่แสดงบนเครื่องวัดระดับเสียง

SPL_{cer} คือ ค่าระดับความดันเสียงของตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (ได้จากใบรับรองผลการสอบเทียบของตัวเทียบเสียงมาตรฐาน)

Corr คือ ค่า load volume correction สามารถหาได้จากคู่มือหรือเว็บไซต์ของผู้ผลิตเครื่องวัดระดับเสียง

- (2) สวมไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงเข้าไปในช่องจ่ายเสียง (coupler) ของตัวเทียบเสียงมาตรฐานในลักษณะที่เครื่องวัดเสียงตั้งฉากกับพื้น และตัวเทียบเสียงมาตรฐานอยู่ด้านบนไมโครโฟนในแนวตั้ง เพื่อให้หน้าหนักของตัวเทียบเสียงมาตรฐานกดลงบนไมโครโฟนจนกระทั่งไมโครโฟนแนบสนิทกับบารับ ขณะที่ทำการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียง ไม่ควรวางเครื่องมือในแนวนอนเพราะอาจจะทำให้ไมโครโฟนไม่แนบสนิทกับบารับ ทำให้ค่าระดับเสียงไม่ถูกต้อง ส่งผลให้การปรับเทียบค่าเกิดความผิดพลาด
- (3) เปิดเครื่องวัดระดับเสียง ทำการปรับตั้งค่าสำหรับการปรับเทียบ ตามวิธีที่ระบุไว้ในคู่มือของเครื่องวัดระดับเสียง
- (4) เปิดตัวเทียบเสียงมาตรฐาน รอจนกระทั่งระดับเสียงที่จ่ายออกมามีค่าคงที่ หรือ ประมาณ 10 s - 30 s
- (5) ปรับค่าเครื่องวัดระดับเสียงจนกระทั่งส่วนแสดงผลแสดงค่าตรงกับที่ต้องการ ตามที่คำนวณได้ในเบื้องต้น
- (6) ปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงมาตรฐาน ถอดไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงออก
- (7) ทำการสวมไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงในตัวเทียบเสียงมาตรฐานอีกครั้ง หลังจากนั้นเปิดตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
- (8) รอจนกระทั่งสัญญาณเสียงคงที่ ทำการอ่านค่าบนเครื่องวัดระดับเสียงอีกครั้งว่าตรงกับที่ปรับตั้งไว้หรือไม่ หากไม่ตรงกันให้ทำการเริ่มต้นใหม่ทั้งหมด กรณีที่ใช้สายสัญญาณ ให้ประกอบเครื่องวัดระดับเสียง (ไมโครโฟน ส่วนขยายสัญญาณเบื้องต้นสายสัญญาณ และส่วนประมวลข้อมูล) ก่อนจึงทำการปรับเทียบระดับเสียง

การปรับเทียบต้องทำทั้งช่วงก่อนออกภาคสนาม และในภาคสนาม (adjust หรือ field calibration check) แต่ละช่วงมีวัตถุประสงค์ในการทำที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบก่อนออกภาคสนามและในภาคสนาม

(ที่มา: คู่มือวัดเสียงรบกวน กรมควบคุมมลพิษ)

ช่วงที่ดำเนินการ		การตรวจสอบ
ก่อนออกภาคสนาม	ตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือและอุปกรณ์	1) เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องวัดระดับเสียงสามารถทำการปรับเทียบได้ 2) เพื่อปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงให้อ่านค่าได้ถูกต้อง 3) เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องวัดระดับเสียงมีความพร้อมนำออกภาคสนาม

ช่วงที่ดำเนินการ		การตรวจสอบ
ในภาคสนาม	ก่อนการวัดเสียง รบกวน	มีเพื่อปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงให้อ่านค่า ได้ถูกต้อง
	ภายหลังเสร็จสิ้น การวัดเสียง รบกวน	เพื่อตรวจสอบข้อสงสัยต่อผลการวัดเสียง รบกวน ทำได้โดยบันทึกค่าระดับเสียงของตัว เทียบเสียงมาตรฐานก่อนและหลังทำการวัด และเปรียบเทียบค่าซึ่งต้องต่างกันไม่เกินที่ระบุ ไว้ โดยเครื่องมือวัดประเภท class 1 เกณฑ์ ในช่วง ± 0.5 dB

6.3 ตั้งค่าการชักตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวัด

ห้องปฏิบัติการทดสอบต้องมีแผนการชักตัวอย่างและขั้นตอนการชักตัวอย่างเมื่อทำการชักตัวอย่างของตัวอย่างที่ทดสอบหรือสอบเทียบ แผนการชักตัวอย่างจะต้องยึดตามวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม กระบวนการชักตัวอย่างจะต้องระบุปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดสอบและการสอบเทียบมีความถูกต้อง

ในกรณีที่ต้องการหาค่าการเบี่ยงเบน เพิ่มเติม หรือยกเว้นจากขั้นตอนการชักตัวอย่างที่เป็นเอกสาร จะต้องบันทึกรายละเอียดเหล่านี้พร้อมข้อมูลการชักตัวอย่างที่เหมาะสม และจะต้องรวมอยู่ในเอกสารทั้งหมดที่มีผลการทดสอบและ/หรือผลการสอบเทียบ และจะต้องแจ้งให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทราบ

ห้องปฏิบัติการทดสอบต้องมีขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการชักตัวอย่างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบหรือการสอบเทียบ ข้อมูลที่ถูกบันทึกเหล่านี้จะต้องรวมขั้นตอนการชักตัวอย่างที่ใช้ การระบุตัวอย่างที่ทดสอบ สภาพแวดล้อม และแผนผังแสดงสถานที่

ทั้งนี้ การปรับตั้งค่าการชักตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับแต่ละการทดสอบโดยให้สามารถแสดงให้เห็นถึงผลการทดสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับ

7 คุณสมบัติการทดสอบ

การใช้มาตรฐานฉบับนี้ในการทดสอบและประเมินผลให้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

7.1 ทัวไป

ผู้ผลิตเตรียมเอกสารแบบรายละเอียดโครงสร้างและขนาดภายนอกและภายในระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟ

7.2 การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)

7.2.1 การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)

7.2.1.1 ขั้นตอนการทดสอบให้ดำเนินการตามที่ระบุในภาคผนวก ก

7.2.1.2 ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าขีดจำกัดตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

7.2.2 การทดสอบสำหรับระดับเสียงที่แพร่กระจายภายนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)

7.2.2.1 ขั้นตอนการทดสอบให้ดำเนินการตามที่ระบุในภาคผนวก ข

7.2.2.2 ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าขีดจำกัดตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

7.3 การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)

7.3.1 การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)

7.3.1.1 ขั้นตอนการทดสอบให้ดำเนินการตามที่ระบุในภาคผนวก ค

7.3.1.2 ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าขีดจำกัดตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

7.3.2 การทดสอบสำหรับระดับเสียงที่แพร่กระจายภายนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)

7.3.2.1 ขั้นตอนการทดสอบให้ดำเนินการตามที่ระบุในภาคผนวก ง

7.3.2.2 ค่าที่อ่านได้จะต้องต่ำกว่าขีดจำกัดตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

8 การตรวจผลการวัดคุณสมบัติ

การตรวจผลการวัดให้อ้างอิงกับขีดจำกัดและเกณฑ์การยอมรับที่ใช้ในการทดสอบ

9 การคำนวณผลการตรวจวัด

การคำนวณผลการตรวจวัดหากมีความจำเป็นในบางกรณีทดสอบให้ทำการบันทึกในรายงานการทดสอบ

10 การจัดทำรายงานผล และสรุปผล

รายงานการทดสอบให้เป็นไปตามรูปแบบของห้องปฏิบัติการทดสอบ โดยจะมีรายละเอียดขั้นต่ำดังต่อไปนี้

- (1) รายละเอียดตัวอย่างที่ทำการทดสอบ
- (2) สถานที่ เวลาที่ทำการทดสอบ และสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้น ปริมาณฝน)
- (3) ผู้ทดสอบ (ระบุข้อมูลรายละเอียด เช่น ชื่อผู้ทดสอบ ตำแหน่ง)
- (4) เครื่องมือที่ใช้ทดสอบและเอกสารยืนยันการสอบเทียบ
- (5) ข้อกำหนดการทดสอบ
- (6) ขั้นตอนการติดตั้งและทดสอบ
- (7) ผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ
- (8) ภาพถ่ายการทดสอบ

10.1 การรายงานค่าที่ได้จากการทดสอบ

การรายงานค่าที่ได้จากการทดสอบจะแสดงค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดและระบุสถานะของผลการทดสอบเป็น ผ่าน (pass) หรือ ไม่ผ่าน (fail) ทุกหัวข้อการทดสอบ

10.2 การสรุปผล

ทำการสรุปผลที่ได้จากการทดสอบและวิเคราะห์เพิ่มเติมในหัวข้อการทดสอบที่ไม่ผ่าน เช่น การระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ และการแนะนำมาตรการแก้ไข

10.3 เกณฑ์การยอมรับ

เป็นไปตามที่ระบุในแต่ละหัวข้อการทดสอบในภาคผนวก โดยสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4 หัวข้อในการทดสอบ

หัวข้อการทดสอบ	หัวข้อย่อย	เกณฑ์การยอมรับ	เกณฑ์การยอมรับที่แนะนำ*
การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)	การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 70$ dBA
	การทดสอบสำหรับระดับเสียงที่แพร่กระจายภายนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 70$ dBA
การทดสอบสำหรับระดับ	ความเร็วคงที่	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 76$ dBA

หัวข้อการทดสอบ	หัวข้อย่อย		เกณฑ์การยอมรับ	เกณฑ์การยอมรับที่แนะนำ*
เสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)	การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)	เร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่ง	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 76 \text{ dBA}$
		ลดความเร็วจนหยุดนิ่ง	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 76 \text{ dBA}$
	การทดสอบสำหรับระดับเสียงที่แพร่กระจายภายนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)	ความเร็วคงที่	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Aeq} \leq 76 \text{ dBA}$
		เร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่ง	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Amax} \leq 80 \text{ dBA}$
		ลดความเร็วจนหยุดนิ่ง	ให้ยึดตามข้อกำหนดโครงการเป็นหลัก	$L_{Amax} \leq 80 \text{ dBA}$

หมายเหตุ : * ข้อมูลจาก มขร. – R – 002 – 2564

11 เอกสารอ้างอิง

- 11.1 International Organization for Standardization. (2013). ISO 3095 Railway applications. Acoustics - Measurement of noise emitted by railbound vehicles.
- 11.2 International Organization for Standardization. (2021). ISO 3381 Railway applications — Acoustics — Noise measurement inside railbound vehicles.
- 11.3 Federal Railroad Administration Title 49 Part 201 General
- 11.4 Federal Railroad Administration Title 49 Part 210 Railroad noise emission compliance regulations
- 11.5 Federal Railroad Administration Title 49 Part 229.129 Locomotive horn
- 11.6 Federal Railroad Administration Title 49 Part 229.121 Locomotive cab noise
- 11.7 AS/NZS 1269 Occupational noise management — Part 1: Measurement and assessment of noise immission and exposure
- 11.8 กรมควบคุมมลพิษ. (2566) คู่มือวัดเสียงรบกวน (ฉบับปรับปรุง)
- 11.9 กรมการขนส่งทางราง. (2564). มขร. – R – 002 – 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง

ภาคผนวก ก การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)

หัวข้อ การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)

1. วัตถุประสงค์การทดสอบ

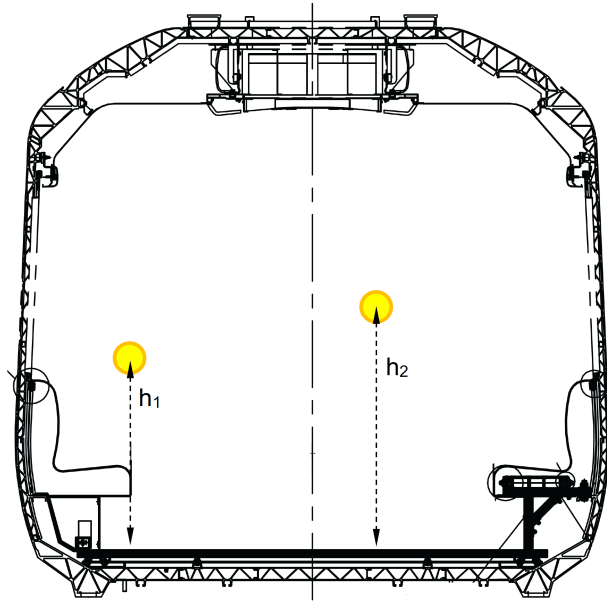
- 1.1 เพื่อวัดระดับมลพิษทางเสียงในขบวนรถไฟที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 3381

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

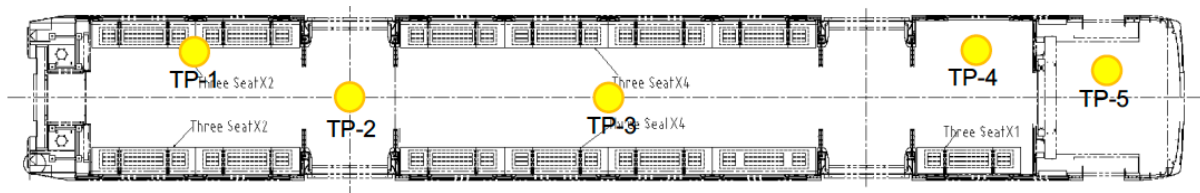
- 2.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)
- 2.2 ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator)
- 2.3 ขาตั้งเครื่องวัดเสียง
- 2.4 แหล่งจ่ายพลังงานเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบ
- 2.5 อุปกรณ์วัดความเร็วรถไฟ (speed meter)
- 2.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม (anemometer)
- 2.7 อุปกรณ์เสริม

3. การติดตั้ง

- 3.1 สถานที่ทดสอบเป็นพื้นที่ทางสายประธาน (main line) กลางแจ้งที่ใช้ในการเดินรถ หรืออาจอยู่ภายในบริเวณรางวิ่งทดสอบ (test track) ของศูนย์ซ่อมบำรุง
- 3.2 การตั้งค่าการทดสอบ
 - 3.2.1 เลือกพารามิเตอร์เสียงเป็นระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq})
 - 3.2.2 อาจบันทึกค่าระดับเสียงตามแถบความถี่ระดับ 3 (1/3 octave band) จาก 25 เฮิรตซ์ ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มเติม
- 3.3 การติดตั้งและตำแหน่งเครื่องวัดระดับเสียงที่จุดทดสอบ (Test Point – TP) ให้เป็นไปตามรูป โดยให้พิจารณาดังนี้
 - 3.3.1 ตำแหน่งของผู้โดยสาร ตำแหน่งที่นั่งให้มีความสูงจากพื้น $h_1 = 1.2$ m และตำแหน่งยืน ให้มีความสูงจากพื้น $h_2 = 1.6$ m โดยห่างจากผนังด้านในไม่น้อยกว่า 0.3 m
 - 3.3.2 ตำแหน่งของพนักงานขับ ตำแหน่งที่นั่งให้มีความสูงจากพื้นผิวที่นั่ง 0.8 m (± 0.05) โดยห่างจากผนังด้านในไม่น้อยกว่า 0.3 m



(ก) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงในแนวตั้งจากระดับพื้นที่ $h_1 = 1.2 \text{ m}$ และ $h_2 = 1.6 \text{ m}$ ในบริเวณภายในห้องโดยสาร



(ข) จุดทดสอบสำหรับติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงจำแนกตามพื้นที่ใช้สอยภายในห้องโดยสารและห้องพนักงานขับ

รูปที่ ก.1 ตัวอย่างตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงและจุดทดสอบ (TP) ภายในขบวนรถไฟ
(ที่มา : ISO 3381)

4. ข้อกำหนดการทดสอบ

4.1 การทดสอบจะดำเนินการด้วยระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟ 1 ขบวน การทดสอบจะดำเนินการในสถานะอยู่กับที่ตามที่กำหนดไว้ใน ISO 3381 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 รูปแบบของขบวนเป็นตามการเดินรถปกติ (normal operating condition) ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุภายในอย่างสมบูรณ์ หน้าต่างและประตูอยู่ในตำแหน่งที่ปิด

- 4.1.2 กรณีรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ ระดับพลังงานของแบตเตอรี่ไม่ต่ำกว่า 80% ของระดับสูงสุดโดยอุปกรณ์ของระบบรับพลังงานจากชุดแบตเตอรี่ตลอดเวลา
- 4.1.3 ระบบไฟฟ้าเสริมและอุปกรณ์บนรถไฟทั้งหมดจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติอย่างต่อเนื่อง
- 4.1.4 บริเวณโดยรอบปราศจากอาคารหรือผนังสูงที่สามารถสะท้อนเสียงกลับสู่ภายในขบวนรถไฟได้
- 4.1.5 ไม่สามารถทำการทดสอบได้ในสภาพอากาศฝนตกหนักหรือขณะความเร็วลมที่เกิน 5 m/s
- 4.1.6 ขณะทำการทดสอบบนขบวนรถไฟจะมีเฉพาะเจ้าหน้าที่ทำการทดสอบเท่านั้นและจำกัดให้มีจำนวนน้อยที่สุด
- 4.1.7 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทั้งหมดต้องได้รับการสอบเทียบ
- 4.2 ข้อมูลต่อไปนี้จะถูกบันทึกระหว่างการทดสอบ
 - 4.2.1 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) พื้นฐานภายในขบวนรถไฟ
 - 4.2.2 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) ที่กำเนิดจากขบวนรถไฟ
 - 4.2.3 สภาพแวดล้อม ประกอบด้วย สถานที่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน และความเร็วลม
- 4.3 ขีดจำกัดระดับเสียง
 - 4.3.1 ขีดจำกัดระดับเสียงสำหรับการทดสอบแบบอยู่กับที่ให้อยู่ตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

5. ขั้นตอนการทดสอบ

- 5.1 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
- 5.2 การวัดระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ย – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงแบบอยู่กับที่
 - 5.2.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
 - 5.2.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด
 - 5.2.3 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงเฉลี่ยขณะหยุดนิ่ง ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
 - 5.2.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
- 5.3 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย
 - 5.3.1 จ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสภาวะเสถียร ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนต้องมีการรับพลังงานแต่ไม่ทำงาน
 - 5.3.2 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมก่อนทำการวัดระดับเสียง
 - 5.3.3 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงเฉลี่ย ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s

5.3.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยอย่างน้อย 10 dB

5.3.5 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายหลังการวัดระดับเสียง

5.4 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB หากเกินต้องทำการวัดใหม่

6. บันทึกผลการทดสอบ

6.1 ตัวอย่างตารางแสดงการบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบที่เกี่ยวข้องในแต่ละกรณีทดสอบ โดยอาจปรับเปลี่ยนตามรูปแบบรายงานของหน่วยงานทดสอบ

ตารางที่ ก.1 การบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบ

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
1	บันทึกรหัสของขบวนรถไฟ บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ	train ID: _____ temp: ____ [°C] humidity: ____ [%] pressure: ____ [kPa] wind speed: ____ [m/s]	-	
2	ตรวจสอบการจ่ายพลังงาน	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟต้องปราศจากการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
3	ปิดหน้าต่างและประตู	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
4	ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	-	
5	วัดและบันทึกระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการ	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
		ทดสอบใช้เวลาอย่างน้อย 20 s			
6	ตรวจสอบการจ่ายพลังงานแก่ขบวนรถไฟ อุปกรณ์ทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟมีการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
7	วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบใช้เวลาอย่างน้อย 20 s	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
8	ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	หากเกินต้องทำการวัดใหม่
9	คำนวณและสรุประดับเสียงเฉลี่ยทุกตำแหน่งวัด	$L_{Aeq} \leq 70$ dBA	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	ค่าเป้าหมายให้ยึดตามที่โครงการกำหนดเป็นหลัก

ภาคผนวก ข การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ (stationary noise)

หัวข้อ การทดสอบสำหรับระดับเสียงนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)

1. วัตถุประสงค์การทดสอบ

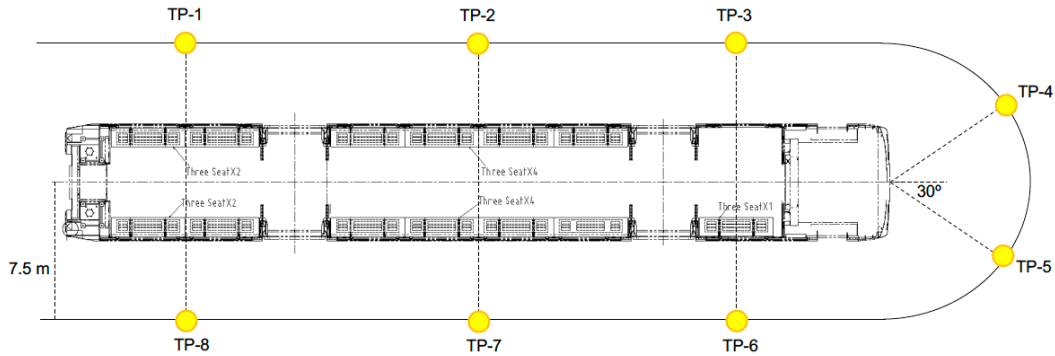
- 1.1 เพื่อวัดระดับมลพิษทางเสียงภายนอกขบวนรถไฟที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟขณะขบวนรถไฟอยู่กับที่ตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 3095

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 2.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)
- 2.2 ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator)
- 2.3 ขาตั้งเครื่องวัดเสียง
- 2.4 แหล่งจ่ายพลังงานเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบ
- 2.5 อุปกรณ์วัดความเร็วรถไฟ (speed meter)
- 2.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม (anemometer)
- 2.7 อุปกรณ์เสริม

3. การติดตั้ง

- 3.1 สถานที่ทดสอบเป็นพื้นที่ทางสายประธาน (main line) กลางแจ้งที่ใช้ในการเดินรถ หรืออาจอยู่ภายในบริเวณรางวิ่งทดสอบ (test track) ของศูนย์ซ่อมบำรุง
- 3.2 การตั้งค่าการทดสอบ
 - 3.2.1 เลือกพารามิเตอร์เสียงเป็นระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq})
 - 3.2.2 อาจบันทึกค่าระดับเสียงตามแถบความถี่ระดับ 3 (1/3 octave band) จาก 25 เฮิรตซ์ ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มเติม
- 3.3 การติดตั้งและตำแหน่งเครื่องวัดระดับเสียงให้เป็นไปตามรูป โดยมีระยะคลาดเคลื่อนได้ที่ ± 0.2 m ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น โดยให้พิจารณาดังนี้
 - 3.3.1 ตำแหน่งภายนอกขบวนรถไฟวัดจากกึ่งกลางรางเป็นระยะ 7.5 m โดยติดตั้งแนวด้านข้างทั้งสองด้านของขบวนรถไฟจำแนกตามพื้นที่ใช้สอยโดยวางไว้จุดกึ่งกลาง พื้นที่ส่วนหน้าของขบวนรถไฟให้ติดตั้งทำมุม 30 องศา มีความสูงจากระดับสันรางเท่ากับ 1.2 m ระยะห่างระหว่างตำแหน่งติดตั้งเท่ากับ 3 - 5 m ในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงมาจากส่วนบนของขบวนรถไฟให้ดำเนินการวัดระดับเสียงที่ระยะความสูงจากระดับสันรางเท่ากับ 3.5 m เพิ่มเติม
 - 3.3.2 หากเป็นตู้ประเภทเดียวกันอาจทำการวัดเพียงแค่ประเภทละ 1 ตู้



รูปที่ ข.1 ตัวอย่างจุดทดสอบ (TP) สำหรับติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงภายนอกขบวนรถไฟ
(ที่มา : ISO 3095)

4. ข้อกำหนดการทดสอบ

4.1 การทดสอบจะดำเนินการด้วยระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟ 1 ขบวน การทดสอบจะดำเนินการในสภาวะอยู่กับที่ตามที่กำหนดไว้ใน ISO 3095 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 รูปแบบของขบวนเป็นตามการเดินรถปกติ (normal operating condition) ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุภายในอย่างสมบูรณ์ หน้าต่างและประตูอยู่ในตำแหน่งที่ปิด

4.1.2 กรณีรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ ระดับพลังงานของแบตเตอรี่ไม่ต่ำกว่า 80% ของระดับสูงสุดโดยอุปกรณ์ของระบบรับพลังงานจากชุดแบตเตอรี่ตลอดเวลา

4.1.3 ระบบไฟฟ้าเสริมและอุปกรณ์บนรถไฟทั้งหมดจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติอย่างต่อเนื่อง

4.1.4 ในบริเวณที่ทำการทดสอบต้องปราศจากอาคารหรือผนังสูงที่สามารถสะท้อนเสียงหรือวัสดุที่ดูดซับเสียง บริเวณโดยรอบเครื่องวัดระดับเสียงต้องไม่มีวัตถุที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะทางสามเท่าเทียบกับระยะจากขบวนรถไฟ

4.1.5 ความสูงจากระดับพื้นถึงสันรางต้องไม่เกิน 2 m

4.1.6 ไม่สามารถทำการทดสอบได้ในสภาพอากาศฝนตกหนักหรือขณะความเร็วลมที่เกิน 5 m/s

4.1.7 ขณะทำการทดสอบต้องไม่มีบุคคลในพื้นที่บริเวณที่ทำการทดสอบ ตำแหน่งของเจ้าหน้าที่ต้องไม่มีผลกระทบต่อการทดสอบ

4.1.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทั้งหมดต้องได้รับการสอบเทียบ

4.2 ข้อมูลต่อไปนี้จะถูกบันทึกขึ้นระหว่างการทดสอบ

4.2.1 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) พื้นฐานภายนอกขบวนรถไฟ

4.2.2 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) ที่กำเนิดจากขบวนรถไฟ

- 4.2.3 สภาพแวดล้อม ประกอบด้วย สถานที่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน และความเร็วลม
- 4.3 ขีดจำกัดระดับเสียง
 - 4.3.1 ขีดจำกัดระดับเสียงสำหรับการทดสอบแบบอยู่กับที่ให้อยู่ตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3
- 5. ขั้นตอนการทดสอบ
 - 5.1 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
 - 5.2 การวัดระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ย – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงแบบอยู่กับที่
 - 5.2.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
 - 5.2.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด
 - 5.2.3 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงเฉลี่ยขณะหยุดนิ่ง ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
 - 5.2.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
 - 5.3 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย
 - 5.3.1 จ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสถานะเสถียร ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อนต้องมีการรับพลังงานแต่ไม่ทำงาน
 - 5.3.2 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงเฉลี่ย ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
 - 5.3.3 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยอย่างน้อย 10 dB
 - 5.3.4 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะทำการวัดระดับเสียง
 - 5.4 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB หากเกินต้องทำการวัดใหม่
- 6. บันทึกผลการทดสอบ
 - 6.1 ตัวอย่างตารางแสดงการบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบที่เกี่ยวข้องในแต่ละกรณีทดสอบ โดยอาจปรับเปลี่ยนตามรูปแบบรายงานของหน่วยงานทดสอบ

ตารางที่ ข.1 การบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบ

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
1	บันทึกรหัสของ ขบวนรถไฟ บันทึก ข้อมูล สภาพแวดล้อม	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบ	train ID: _____ temp: ____ [°C] humidity: ____ [%] pressure: ____ [kPa] wind speed: ____ [m/s]	-	
2	ตรวจสอบการจ่าย พลังงาน	ระบบขับเคลื่อนตัว รถไฟต้องปราศจาก การรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
3	ปิดหน้าต่างและ ประตู	สอดคล้องขั้นตอน การทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
4	ทำการเปรียบเทียบ เครื่องวัดระดับ เสียงด้วยตัวเทียบ เสียงมาตรฐาน	การเปรียบเทียบ เครื่องวัดระดับ เสียงทั้งก่อนและ หลังการทดสอบ ต้องไม่ต่างกันเกิน กว่า 0.5 dB	_____ dBA	-	
5	วัดและบันทึกระดับ เสียงพื้นฐานเฉลี่ย ทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบใช้เวลา อย่างน้อย 20 s	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
6	ตรวจสอบการจ่าย พลังงานแก่ขบวน รถไฟ อุปกรณ์ ทำงานภายใต้ สภาวะการทำงาน ปกติ	ระบบขับเคลื่อนตัว รถไฟมีการรับ พลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
7	วัดและบันทึกระดับ เสียงเฉลี่ยทุก ตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบอย่างน้อย จำนวน 3 ครั้งใช้	ครั้งที่ 1 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
		เวลาอย่างน้อย 20 s	ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ... ครั้งที่ 3 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...		
8	ทำการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	หากเกินต้องทำการวัดใหม่
9	คำนวณและสรุประดับเสียงเฉลี่ยทุกตำแหน่งวัด	$L_{Aeq} \leq 70$ dBA	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	ค่าเป้าหมายให้ยึดตามที่โครงการกำหนดเป็นหลัก

ภาคผนวก ค การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)

หัวข้อ การทดสอบสำหรับระดับเสียงในขบวนรถไฟ (interior noise)

1. วัตถุประสงค์การทดสอบ

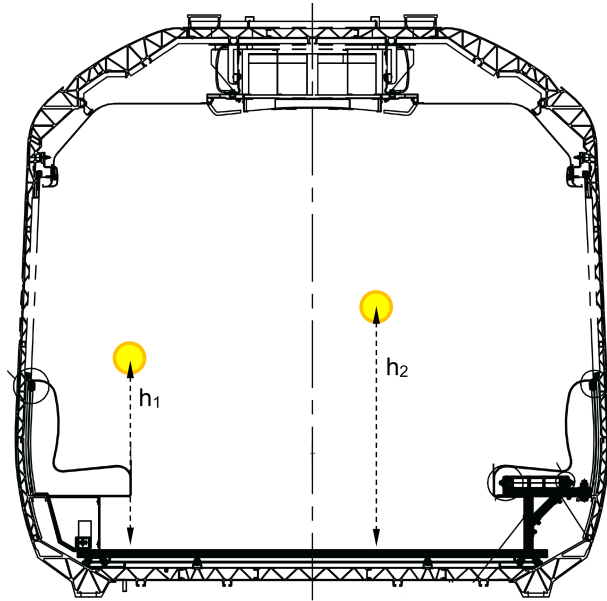
- 1.1 เพื่อวัดระดับมลพิษทางเสียงภายในขบวนรถไฟที่เกิดจากระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ขณะเร่งจากจุดหยุดนิ่ง และขณะลดความเร็วจนหยุดนิ่งตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 3381

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

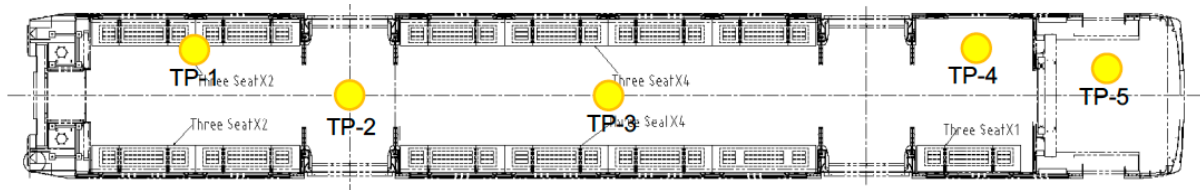
- 2.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)
- 2.2 ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator)
- 2.3 ขาตั้งเครื่องวัดเสียง
- 2.4 แหล่งจ่ายพลังงานเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบ
- 2.5 อุปกรณ์วัดความเร็วรถไฟ (speed meter)
- 2.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม (anemometer)
- 2.7 อุปกรณ์เสริม

3. การติดตั้ง

- 3.1 สถานที่ทดสอบเป็นพื้นที่ทางสายประธาน (main line) กลางแจ้งที่ใช้ในการเดินรถ
- 3.2 การตั้งค่าการทดสอบ
 - 3.2.1 เลือกพารามิเตอร์เสียงเป็นระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq})
 - 3.2.2 อาศัยบันทึกค่าระดับเสียงตามแถบความถี่ระดับ 3 (1/3 octave band) จาก 25 เฮิรตซ์ ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มเติม
- 3.3 การติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงให้เป็นไปตามรูป โดยให้พิจารณา ดังนี้
 - 3.3.1 ตำแหน่งของผู้โดยสาร ตำแหน่งที่นั่งให้มีความสูงจากพื้น $h_1 = 1.2$ m และตำแหน่งยืน ให้มีความสูงจากพื้น $h_2 = 1.6$ m โดยห่างจากผนังด้านในไม่น้อยกว่า 0.3 m
 - 3.3.2 ตำแหน่งของพนักงานขับ ตำแหน่งที่นั่งให้มีความสูงจากพื้นผิวที่นั่ง 0.8 m (± 0.05) โดยห่างจากผนังด้านในไม่น้อยกว่า 0.3 m



- (ก) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงในแนวตั้งจากระดับพื้นที่ $h_1 = 1.2 \text{ m}$ และ $h_2 = 1.6 \text{ m}$ ในบริเวณภายในห้องโดยสาร



- (ข) จุดทดสอบสำหรับติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงจำแนกตามพื้นที่ใช้สอยภายในห้องโดยสารและห้องพนักงานขับ

รูปที่ ค.1 ตัวอย่างตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงและจุดทดสอบ (TP) ภายในขบวนรถไฟ
(ที่มา : ISO 3381)

4. ข้อกำหนดการทดสอบ

4.1 การทดสอบจะดำเนินการด้วยระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟ 1 ขบวน การทดสอบจะดำเนินการในสถานะเคลื่อนที่ตามที่กำหนดไว้ใน ISO 3381 โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 รูปแบบของขบวนเป็นตามการเดินรถปกติ (normal operating condition) ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุภายในอย่างสมบูรณ์ หน้าต่างและประตูอยู่ในตำแหน่งที่ปิด

- 4.1.2 กรณีรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ ระดับพลังงานของแบตเตอรี่ไม่ต่ำกว่า 80% ของระดับสูงสุดโดยอุปกรณ์ของระบบรับพลังงานจากชุดแบตเตอรี่ตลอดเวลา
 - 4.1.3 ระบบไฟฟ้าเสริมและอุปกรณ์บนรถไฟทั้งหมดจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติอย่างต่อเนื่อง
 - 4.1.4 บริเวณโดยรอบปราศจากอาคารหรือผนังสูงที่สามารถสะท้อนเสียงกลับสู่ภายในขบวนรถไฟได้
 - 4.1.5 ไม่สามารถทำการทดสอบได้ในสภาพอากาศฝนตกหนักหรือความเร็วลมที่เกิน 5 m/s
 - 4.1.6 ขณะทำการทดสอบบนขบวนรถไฟจะมีเฉพาะเจ้าหน้าที่ทำการทดสอบเท่านั้นและจำกัดให้มีจำนวนน้อยที่สุด
 - 4.1.7 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทั้งหมดต้องได้รับการสอบเทียบ
 - 4.1.8 ผลกระทบจากรางเนื่องจากปัจจัยคุณลักษณะด้านเสียงของราง (acoustic track characteristics) เช่น acoustic rail roughness และ track decay rates ไม่อยู่ในขอบเขตของการทดสอบ
 - 4.1.9 การเลือกช่วงทางโค้งในการทดสอบให้ใช้การพิจารณาดังนี้
 - 4.1.9.1 กรณีความเร็วไม่เกิน 70 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 1000 m
 - 4.1.9.2 กรณีความเร็วในช่วง 70 - 120 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 3000 m
 - 4.1.9.3 กรณีความเร็วมากกว่า 120 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 5000 m
 - 4.2 ข้อมูลต่อไปนี้จะถูกบันทึกขึ้นระหว่างการทดสอบ
 - 4.2.1 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) พื้นฐานภายในขบวนรถไฟ
 - 4.2.2 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) ที่กำเนิดจากขบวนรถไฟ
 - 4.2.3 ความเร็วของขบวนรถไฟ
 - 4.2.4 สภาพแวดล้อม ประกอบด้วย สถานที่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน และความเร็วลม
 - 4.3 ขีดจำกัดระดับเสียง
 - 4.3.1 ขีดจำกัดระดับเสียงสำหรับการทดสอบแบบเคลื่อนที่ให้ยึดตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3
5. ขั้นตอนการทดสอบ
- 5.1 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
 - 5.2 การวัดระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ย – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงแบบเคลื่อนที่
 - 5.2.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
 - 5.2.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด

- 5.2.3 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยขณะหยุดนิ่ง ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
- 5.2.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
- 5.3 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
 - 5.3.1 ถ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสภาวะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
 - 5.3.2 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมก่อนทำการวัดระดับเสียง
 - 5.3.3 เร่งความเร็วขบวนรถไฟจากจุดหยุดนิ่งจนมีความเร็วคงที่สูงสุดในการให้บริการเดินรถ ($\pm 5\%$)
 - 5.3.4 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ย ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
 - 5.3.5 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
 - 5.3.6 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายหลังการวัดระดับเสียง
- 5.4 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ขณะเร่งจากจุดหยุดนิ่ง
 - 5.4.1 ถ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสภาวะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
 - 5.4.2 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมก่อนทำการวัดระดับเสียง
 - 5.4.3 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยขณะเร่งจากจุดหยุดนิ่ง ใช้เวลานับจาก
 - 5.4.3.1 เริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งความเร็วถึง 40 km/h โดยมีความเร่งไม่เกิน 1.1 m/s² หากขบวนรถไฟที่มีความเร็วสูงสุดตั้งแต่ 90 km/h
 - 5.4.3.2 เริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งความเร็วถึง 30 km/h โดยมีความเร่งไม่เกิน 1.1 m/s² หากขบวนรถไฟที่มีความเร็วสูงสุดต่ำกว่า 90 km/h
 - 5.4.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยขณะหยุดนิ่งอย่างน้อย 10 dB
 - 5.4.5 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายหลังการวัดระดับเสียง
- 5.5 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ขณะลดความเร็วหยุดนิ่ง
 - 5.5.1 ถ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสภาวะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
 - 5.5.2 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมก่อนทำการวัดระดับเสียง

- 5.5.3 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยขณะลดความเร็ว ใช้เวลานับจากขบวนรถไฟเริ่มเบรก (โหมดเบรกปกติ) จากความเร็วคงที่ 30 km/h จนกระทั่งหยุดนิ่ง
- 5.5.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยขณะหยุดนิ่งอย่างน้อย 10 dB
- 5.5.5 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมภายหลังการวัดระดับเสียง
- 5.6 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB หากเกินต้องทำการวัดใหม่

6. บันทึกผลการทดสอบ

- 6.1 ตัวอย่างตารางแสดงการบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบที่เกี่ยวข้องในแต่ละกรณีทดสอบ โดยอาจปรับเปลี่ยนตามรูปแบบรายงานของหน่วยงานทดสอบ

ตารางที่ ค.1 การบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบ

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
1	บันทึกรหัสของขบวนรถไฟ บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ	train ID: _____ temp: ____ [°C] humidity: ____ [%] pressure: ____ [kPa] wind speed: ____ [m/s]	-	
2	ตรวจสอบการจ่ายพลังงาน	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟต้องปราศจากการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
3	ปิดหน้าต่างและประตู	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
4	ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	-	

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
5	วัดและบันทึกระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
6	ตรวจสอบการจ่ายพลังงานแก่ขบวนรถไฟ อุปกรณ์ทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟมีการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
7	เร่งความเร็วขบวนรถไฟจากจุดหยุดนิ่งจนกระทั่งความเร็วคงที่สูงสุดในการให้บริการเดินรถ	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
8	วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
9	เร่งความเร็วขบวนรถไฟจากจุดหยุดนิ่งจนกระทั่ง 30 หรือ 40 km/h	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
10	วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยขณะเร่งจากจุดหยุดนิ่งทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบอย่างน้อยจำนวน 3 ครั้ง	ครั้งที่ 1 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
			ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA		

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
			...		
			ครั้งที่ 3 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...		
11	ลดความเร็วโดยเริ่มเบรกจากความเร็วคงที่ 30 km/h จนกระทั่งหยุดนิ่ง	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
12	วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยขณะลดความเร็วจนหยุดนิ่งทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบอย่างน้อยจำนวน 3 ครั้ง	ครั้งที่ 1 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ... ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ... ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
13	ทำการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	หากเกินต้องทำการวัดใหม่

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
14	คำนวณและสรุป ระดับเสียงเฉลี่ยทุก ตำแหน่งวัด	กรณีความเร็วคงที่ $L_{Aeq} \leq 76$ dBA	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	ค่า เป้าหมาย ให้ยึดตามที่ โครงการ กำหนดเป็น หลัก
		กรณีเร่งความเร็ว $L_{Aeq} \leq 76$ dBA	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	
		กรณีลดความเร็ว $L_{Aeq} \leq 76$ dBA	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	

ภาคผนวก ง การทดสอบสำหรับระดับเสียงขณะขบวนรถไฟเคลื่อนที่ (dynamic noise)

หัวข้อ การทดสอบสำหรับระดับเสียงนอกขบวนรถไฟ (exterior noise)

1. วัตถุประสงค์การทดสอบ

- 1.1 เพื่อวัดระดับมลพิษทางเสียงภายนอกขบวนรถไฟที่เกิดจากจากระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ขณะเร่งจากหยุดนิ่ง และขณะลดความเร็วจนหยุดนิ่งตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 3095

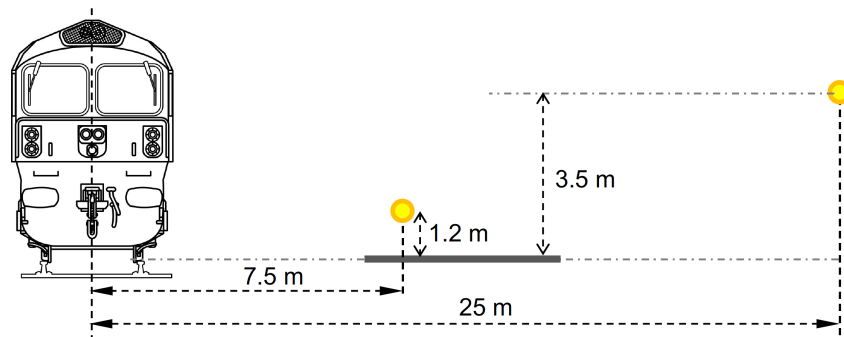
2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 2.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)
- 2.2 ตัวเทียบเสียงมาตรฐาน (sound calibrator)
- 2.3 ขาตั้งเครื่องวัดเสียง
- 2.4 แหล่งจ่ายพลังงานเครื่องวัดระดับเสียงและอุปกรณ์ประกอบ
- 2.5 อุปกรณ์วัดความเร็วรถไฟ (speed meter)
- 2.6 อุปกรณ์วัดความเร็วลม (anemometer)
- 2.7 อุปกรณ์เสริม

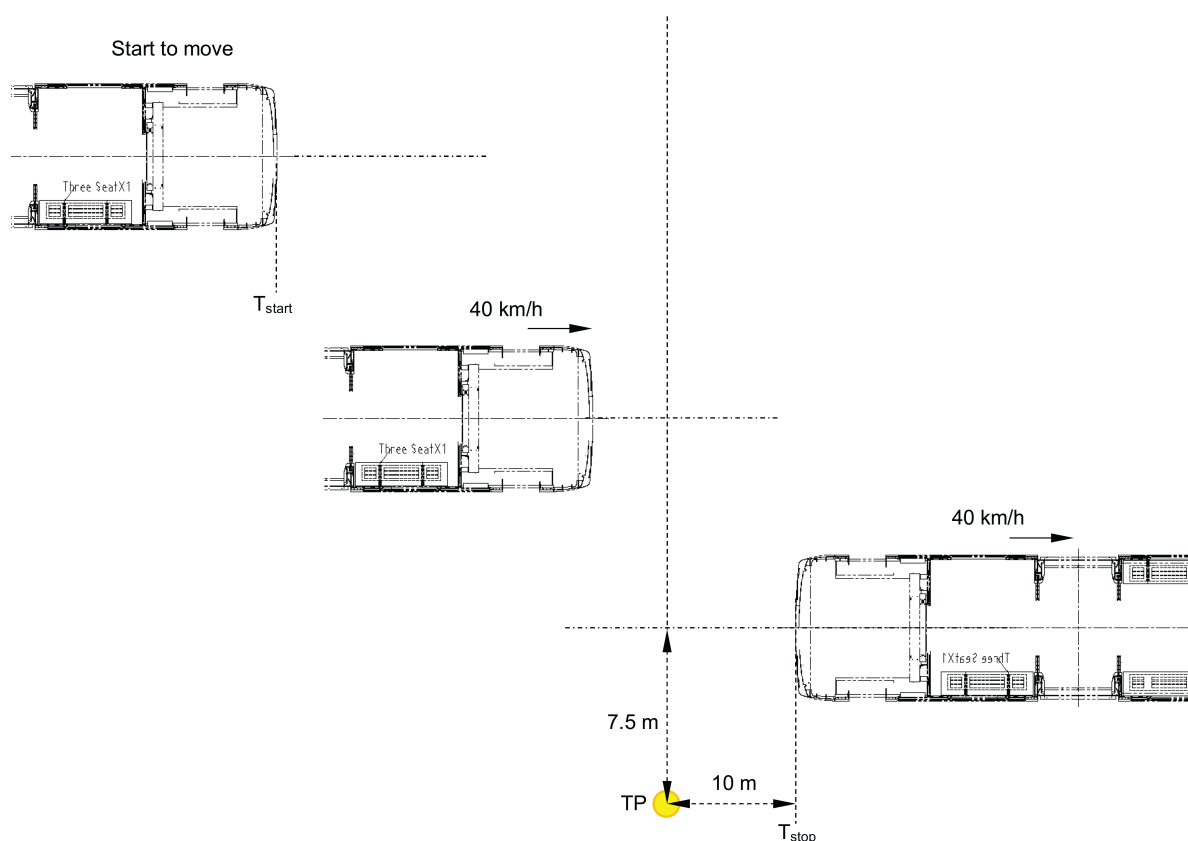
3. การติดตั้ง

- 3.1 สถานที่ทดสอบเป็นพื้นที่ทางสายประธาน (main line) กลางแจ้งที่ใช้ในการเดินรถ
- 3.2 การตั้งค่าการทดสอบ
 - 3.2.1 เลือกพารามิเตอร์เสียงเป็นระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) และระดับเสียงสูงสุด (L_{Amax})
 - 3.2.2 อาจบันทึกค่าระดับเสียงตามแถบความถี่ระดับ 3 (1/3 octave band) จาก 25 เฮิรตซ์ ถึง 10 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มเติม
- 3.3 การติดตั้งและตำแหน่งเครื่องวัดระดับเสียงให้เป็นไปตามรูป โดยมีระยะคลาดเคลื่อนได้ที่ ± 0.2 m ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น โดยให้พิจารณา ดังนี้
 - 3.3.1 กรณีความเร็วไม่เกิน 200 km/h ตำแหน่งภายนอกขบวนรถไฟวัดจากกึ่งกลางรางเป็นระยะ 7.5 m มีความสูงจากระดับสันรางเท่ากับ 1.2 m และติดตั้งบริเวณหน้าขบวนรถไฟเป็นระยะทาง 10 m
 - 3.3.2 กรณีความเร็วมากกว่า 200 km/h ตำแหน่งภายนอกขบวนรถไฟวัดจากกึ่งกลางรางเป็นระยะ 25 m มีความสูงจากระดับสันรางเท่ากับ 3.5 m และติดตั้งบริเวณหน้าขบวนรถไฟเป็นระยะทาง 10 m
 - 3.3.3 สามารถทดสอบเพียงฝั่งเดียวหากสองด้านมีการกระจายตัวของเสียงอย่างสมมาตร

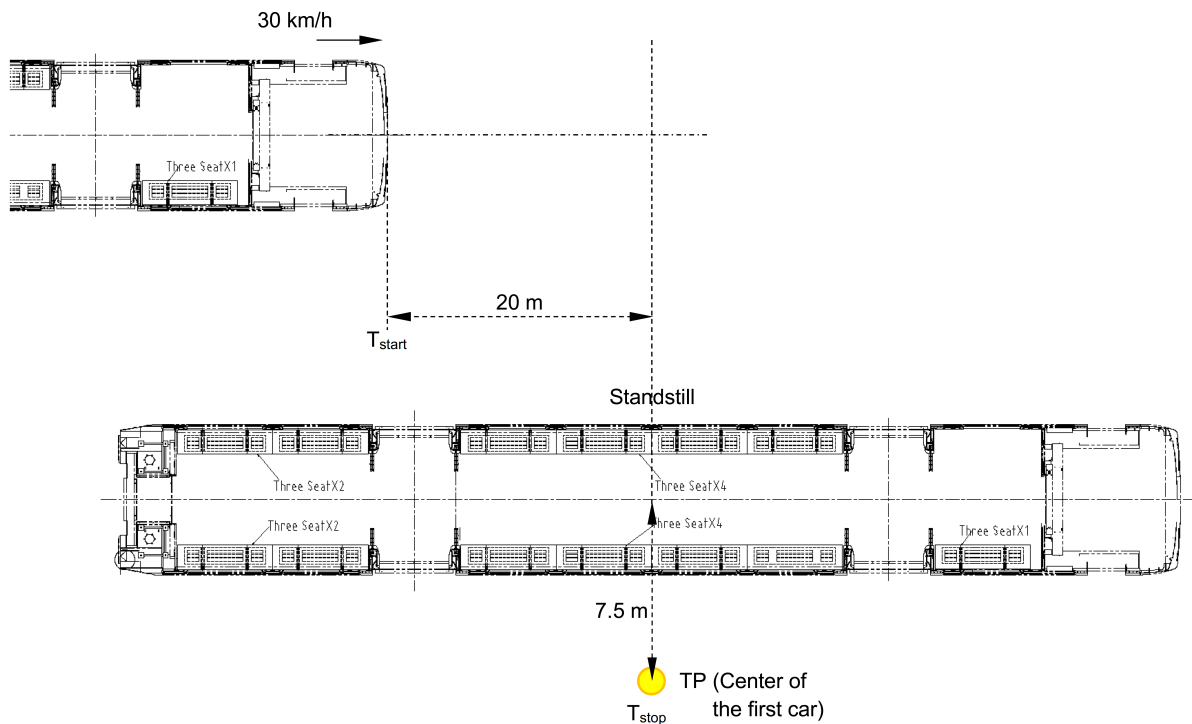
3.3.4 กรณีการทดสอบวัดระดับเสียงขณะเร่งความเร็วผ่านจุดวัดจากจุดหยุดนิ่ง จุดทดสอบ เพื่อติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงอยู่ที่ 10 m จากส่วนหน้าของขบวนรถไฟ



(ก) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงในแนวตั้ง



(ข) จุดทดสอบวัดระดับเสียงในแนวราบขณะเร่งความเร็วผ่านจุดวัดจากจุดหยุดนิ่ง T_{start} และ T_{stop} แสดงจุดที่เวลาเริ่มนับจนกระทั่งหยุด



(ค) จุดทดสอบวัดระดับเสียงในแนวราบขณะลดความเร็วผ่านจุดวัด T_{start} และ T_{stop} แสดงจุดที่เวลาเริ่มนับจนกระทั่งหยุด

รูปที่ ง.1 ตัวอย่างตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงและจุดทดสอบ (TP) ภายนอกขบวนรถไฟ
(ที่มา : ISO 3095)

4. ข้อกำหนดการทดสอบ

4.1 การทดสอบจะดำเนินการด้วยระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟ 1 ขบวน การทดสอบจะดำเนินการในสภาวะอยู่กับที่ตามที่กำหนดไว้ใน ISO 3095 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.1.1 รูปแบบของขบวนเป็นตามการเดินรถปกติ (normal operating condition) ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุภายในอย่างสมบูรณ์ หน้าต่างและประตูอยู่ในตำแหน่งที่ปิด
- 4.1.2 กรณีรถขนส่งทางรางที่ใช้พลังงานขับเคลื่อนจากแบตเตอรี่ ระดับพลังงานของแบตเตอรี่ไม่ต่ำกว่า 80% ของระดับสูงสุดโดยอุปกรณ์ของระบบรับพลังงานจากชุดแบตเตอรี่ตลอดเวลา
- 4.1.3 ระบบไฟฟ้าเสริมและอุปกรณ์บนรถไฟทั้งหมดจะต้องสามารถทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติอย่างต่อเนื่อง

- 4.1.4 ในบริเวณที่ทำการทดสอบต้องปราศจากอาคารหรือผนังสูงที่สามารถสะท้อนเสียงหรือวัสดุที่ดูดซับเสียง บริเวณโดยรอบเครื่องวัดระดับเสียงต้องไม่มีวัตถุที่สามารถสะท้อนเสียงได้ในระยะทางสามเท่าเทียบกับระยะจากขบวนรถไฟ
- 4.1.5 ความสูงจากระดับพื้นถึงสันรางต้องไม่เกิน 2 m
- 4.1.6 ไม่สามารถทำการทดสอบได้ในสภาพอากาศฝนตกหนักหรือขณะความเร็วลมที่เกิน 5 m/s
- 4.1.7 ขณะทำการทดสอบต้องไม่มีบุคคลในพื้นที่บริเวณที่ทำการทดสอบ ตำแหน่งของเจ้าหน้าที่ต้องไม่มีผลกระทบต่อการทดสอบ
- 4.1.8 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทั้งหมดต้องได้รับการสอบเทียบ
- 4.1.9 ผลกระทบจากรางเนื่องจากปัจจัยคุณลักษณะด้านเสียงของราง (acoustic track characteristics) เช่น acoustic rail roughness และ track decay rates ไม่อยู่ในขอบเขตของการทดสอบ
- 4.1.10 การเลือกช่วงทางโค้งในการทดสอบให้ใช้การพิจารณาดังนี้
 - 4.1.10.1 กรณีความเร็วไม่เกิน 70 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 1000 m
 - 4.1.10.2 กรณีความเร็วในช่วง 70 - 120 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 3000 m
 - 4.1.10.3 กรณีความเร็วมากกว่า 120 km/h ช่วงทางโค้งต้องมีรัศมีมากกว่า 5000 m
- 4.2 ข้อมูลต่อไปนี้จะถูกบันทึกที่กระหว่างการทดสอบ
 - 4.2.1 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) พื้นฐานภายในขบวนรถไฟ
 - 4.2.2 ระดับเสียงเฉลี่ย (L_{Aeq}) ที่กำเนิดจากขบวนรถไฟ
 - 4.2.3 ระดับเสียงสูงสุด (L_{Amax}) ที่กำเนิดจากขบวนรถไฟ
 - 4.2.4 ความเร็วของขบวนรถไฟ
 - 4.2.5 สภาพแวดล้อม ประกอบด้วย สถานที่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน และความเร็วลม
- 4.3 ซีดจำกัดระดับเสียง
 - 4.3.1 ซีดจำกัดระดับเสียงสำหรับการทดสอบแบบเคลื่อนที่ให้ยึดตามตามที่ระบุในหัวข้อ 9.3

5. ขั้นตอนการทดสอบ

- 5.1 ทำการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
- 5.2 การวัดระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ย – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงแบบเคลื่อนที่ผ่านจุดวัดด้วยความเร็วคงที่
 - 5.2.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
 - 5.2.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด

- 5.2.3 ทำการปรับเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน
- 5.2.4 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ย ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
- 5.2.5 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
- 5.3 การวัดระดับเสียงเฉลี่ย ขณะเคลื่อนที่ผ่านจุดวัดด้วยความเร็วคงที่
 - 5.3.1 จ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสถานะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
 - 5.3.2 เร่งความเร็วขบวนรถไฟจากจุดหยุดนิ่งจนมีความเร็วคงที่ดังนี้
 - 5.3.2.1 กรณีขบวนรถไฟมีความเร็วสูงสุดเกิน 80 km/h ให้ทดสอบที่ความเร็วขณะผ่านจุดวัดที่ 80 km/h ($\pm 5\%$) และที่ความเร็วสูงสุด ($\pm 5\%$)
 - 5.3.2.2 กรณีขบวนรถไฟมีความเร็วสูงสุดไม่เกิน 80 km/h ให้ทดสอบที่ความเร็วสูงสุด ($\pm 5\%$)
 - 5.3.3 วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ย ใช้เวลานับจากขบวนรถไฟผ่านจุดวัดทั้งขบวน
 - 5.3.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยอย่างน้อย 10 dB
 - 5.3.5 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะทำการวัดระดับเสียง
- 5.4 การวัดระดับเสียงพื้นฐานสูงสุด – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงขณะเร่งความเร็วผ่านจุดวัดจากจุดหยุดนิ่ง
 - 5.4.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
 - 5.4.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด
 - 5.4.3 วัดและบันทึกระดับเสียงสูงสุด ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
 - 5.4.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
- 5.5 การวัดระดับเสียงสูงสุด ขณะเร่งความเร็วผ่านจุดวัดจากจุดหยุดนิ่ง
 - 5.5.1 จ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสถานะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
 - 5.5.2 เร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่งจนกระทั่งความเร็วถึง 40 km/h จากนั้นรักษาความเร็วคงที่ เวลานั้นจากเริ่มขบวนรถไฟเริ่มเคลื่อนตัวจนกระทั่งส่วนหลังของขบวนรถไฟเคลื่อนที่ผ่านจุดวัดเป็นระยะทาง 10 m
 - 5.5.3 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานสูงสุดอย่างน้อย 10 dB
 - 5.5.4 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะทำการวัดระดับเสียง

- 5.6 การวัดระดับเสียงพื้นฐานสูงสุด – ดำเนินการก่อนการทดสอบวัดระดับเสียงขณะลดความเร็วผ่านจุดวัด
- 5.6.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟปราศจากการรับพลังงาน
- 5.6.2 เปิดสวิตช์เครื่องมือวัด ตั้งค่าการตรวจวัดของเครื่องมือวัด
- 5.6.3 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงสูงสุด ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s
- 5.6.4 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยไม่จำเป็นต้องมีการทำซ้ำ
- 5.7 การวัดระดับเสียงสูงสุด ขณะลดความเร็วผ่านจุดวัดจนหยุดนิ่ง
- 5.7.1 จ่ายพลังงานอุปกรณ์บนขบวนรถไฟทั้งหมดและทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ เช่น ระบบทั้งหมดเปิดใช้งานอยู่ในสภาวะเสถียร ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างทั้งหมดทำงานปกติ
- 5.7.2 วัดและบันทึกที่ระดับเสียงสูงสุดขณะลดความเร็ว ใช้เวลานับจากขบวนรถไฟเริ่มเบรก (โหมดเบรกปกติ) จากความเร็วคงที่ 30 km/h จนกระทั่งหยุดนิ่งโดยตำแหน่งของกึ่งกลางรถคันแรกจะตรงกับตำแหน่งของจุดวัด (± 10 m) เวลานั้นนับจากเริ่มจากขบวนรถไฟเคลื่อนที่ผ่านระยะ 20 m ก่อนจุดวัดจนกระทั่งหยุดนิ่ง
- 5.7.3 ทำการวัดทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงโดยต้องมีการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่ได้จะต้องมีค่าสูงกว่าค่าระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยขณะหยุดนิ่งอย่างน้อย 10 dB
- 5.7.4 วัดและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะทำการวัดระดับเสียง
- 5.8 ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB หากเกินต้องทำการวัดใหม่
6. บันทึกผลการทดสอบ
- 6.1 ตัวอย่างตารางแสดงการบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบที่เกี่ยวข้องในแต่ละกรณีทดสอบ โดยอาจปรับเปลี่ยนตามรูปแบบรายงานของหน่วยงานทดสอบ

ตารางที่ ง.1 การบันทึกผลการทดสอบทั้งหมดและข้อมูลการทดสอบ

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
1	บันทึกรหัสของ ขบวนรถไฟ บันทึก ข้อมูล สภาพแวดล้อม	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบ	train ID: _____ temp: ____ [°C] humidity: ____ [%] pressure: ____ [kPa] wind speed: ____ [m/s]	-	

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
2	ตรวจสอบการจ่ายพลังงาน	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟต้องปราศจากการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
3	ปิดหน้าต่างและประตู	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
4	ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงด้วยตัวเทียบเสียงมาตรฐาน	การเปรียบเทียบเครื่องวัดระดับเสียงทั้งก่อนและหลังการทดสอบต้องไม่ต่างกันเกินกว่า 0.5 dB	_____ dBA	-	
5	วัดและบันทึกระดับเสียงพื้นฐานเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบ ใช้เวลาอย่างน้อย 20 s	TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
6	ตรวจสอบการจ่ายพลังงานแก่ขบวนรถไฟ อุปกรณ์ทำงานภายใต้สภาวะการทำงานปกติ	ระบบขับเคลื่อนตัวรถไฟมีการรับพลังงาน	☐ ยืนยัน	-	
7	เร่งความเร็วขบวนรถไฟจากจุดหยุดนิ่งจนกระทั่งความเร็วคงที่สูงสุดในการให้บริการเดินรถ	สอดคล้องขั้นตอนการทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
8	วัดและบันทึกระดับเสียงเฉลี่ยทุกตำแหน่ง L_{Aeq}	เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทดสอบเวลานับจากขบวนรถไฟ	ครั้งที่ 1 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
		ผ่านจุดวัดทั้งขบวน ทดสอบอย่างน้อย จำนวน 3 ครั้ง	ครั้งที่ 2 TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ... ครั้งที่ 3 TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ...		
9	วัดและบันทึกระดับ เสียงพื้นฐานสูงสุด ทุกตำแหน่ง L_{Amax}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบ ใช้เวลา อย่างน้อย 20 s	TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ...		
10	เร่งความเร็วขบวน รถไฟจากจุดหยุด นิ่งจนกระทั่ง 40 km/h	สอดคล้องขั้นตอน การทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
11	วัดและบันทึกระดับ เสียงสูงสุดขณะเร่ง จากจุดหยุดนิ่งทุก ตำแหน่ง L_{Amax}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบเวลานับ จากเริ่มจาก เคลื่อนที่จนกระทั่ง ผ่านจุดวัดเป็น ระยะทาง 10 m ทดสอบอย่างน้อย จำนวน 3 ครั้ง	ครั้งที่ 1 TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ... ครั้งที่ 2 TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ... ครั้งที่ 3 TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ...	-	
12	วัดและบันทึกระดับ เสียงพื้นฐานสูงสุด ทุกตำแหน่ง L_{Amax}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ	TP-1: ____ dBA TP-2: ____ dBA ...		

ขั้นตอน	รายละเอียด	เป้าหมาย	ผลการวัด	pass/fail	หมายเหตุ
		ทดสอบ ใช้เวลา อย่างน้อย 20 s			
13	ลดความเร็วโดยเริ่ม เบรกจากความเร็ว คงที่ 30 km/h จนกระทั่งหยุดนิ่ง	สอดคล้องขั้นตอน การทดสอบ	☐ ยืนยัน	-	
14	วัดและบันทึกระดับ เสียงสูงสุดขณะลด ความเร็วจนหยุดนิ่ง ทุกตำแหน่ง L_{Amax}	เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบการ ทดสอบเวลานับ จากเริ่มจากขบวน รถไฟเคลื่อนที่ผ่าน ระยะ 20 m ก่อน จุดวัดจนกระทั่ง หยุดนิ่งตรงกับ กึ่งกลางรถคันแรก อย่างน้อยจำนวน 3 ครั้ง	ครั้งที่ 1 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...	-	
			ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...		
			ครั้งที่ 2 TP-1: _____ dBA TP-2: _____ dBA ...		
15	ทำการปรับเทียบ เครื่องวัดระดับ เสียงด้วยตัวเทียบ เสียงมาตรฐาน	การปรับเทียบ เครื่องวัดระดับ เสียงทั้งก่อนและ หลังการทดสอบ ต้องไม่ต่างกันเกิน กว่า 0.5 dB	_____ dBA	☐ pass ☐ fail	หากเกิน ต้องทำการ วัดใหม่
16	คำนวณและสรุป ระดับเสียงทุก ตำแหน่งวัด	กรณีความเร็วคงที่ $L_{Aeq} \leq 76$ dBA กรณีเร่งความเร็ว $L_{Amax} \leq 80$ dBA กรณีลดความเร็ว $L_{Amax} \leq 80$ dBA	_____ dBA _____ dBA _____ dBA	☐ pass ☐ fail ☐ pass ☐ fail ☐ pass ☐ fail	ค่า เป้าหมาย ให้ยึดตามที่ โครงการ กำหนดเป็น หลัก