



กรมการขนส่งทางราง  
Department of Rail Transport

มขร. – R – 004 -2566

มาตรฐานระบบปรับอากาศรถขนส่งทางราง  
ในเมืองและชานเมือง - การกำหนดปัจจัยความสบาย  
Air conditioning for urban and suburban  
rolling stock - Comfort parameters



กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง





## รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานการขนส่งทางราง

### คณะกรรมการ

1. นายพิเชฐ คุณาธรรมรักษ์  
กรรมการขนส่งทางราง  
ประธานกรรมการ
2. นายอธิภู จิตรานุกเคราะห์  
กรรมการขนส่งทางราง  
รองประธานกรรมการ
3. นางสาวสลักษณ์ พิสุทธิพิทยา  
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
กรรมการ
4. นายสุชีพพัฒน์ เทียมปฐม  
สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร  
กรรมการ
5. นายอภิชาติ พันธุ์สุโต  
การรถไฟแห่งประเทศไทย  
กรรมการ
6. นายสุพัต พิพัฒน์กุล  
การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย  
กรรมการ
7. นายเจษฎา อุบโยคิน  
บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด  
กรรมการ
8. นายภณสินธุ์ ไพทีกุล  
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
กรรมการ
9. นายอนุสรณ์ ทนหมั่นไว  
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ  
กรรมการ
10. นายสรารุท กาญจนพิมาย  
สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์  
กรรมการ
11. นายปิยชัย ชูเอม  
บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)  
กรรมการ
12. นายหลักฐาน ทองนพคุณ  
บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)  
กรรมการ
13. นายวรนิติ ช่อวิเชียร  
สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาแห่งประเทศไทย  
กรรมการ
14. นายทยากร จันทรางศุ  
กรรมการขนส่งทางราง  
กรรมการ  
และเลขานุการ
15. นายยรรยงค์ ยิ้มแย้ม  
กรรมการขนส่งทางราง  
กรรมการ  
และผู้ช่วยเลขานุการ



- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 16. นางสาวโสภิตา อำนวยศิลป์<br>กรรมการขนส่งทางราง | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |
| 17. นายพลากร กลัดเจริญ<br>กรรมการขนส่งทางราง      | กรรมการ<br>และผู้ช่วยเลขานุการ |

\*\*\*\*\*

### รายนามคณะกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเครื่องกลและตัวรถขนส่งทางราง

#### คณะอนุกรรมการ

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. นายพิเชฐ คุณาธรรมรักษ์<br>กรรมการขนส่งทางราง                                 | ประธานอนุกรรมการ |
| 2. นายวิฑูรย์ บุญเฟื่องฟู<br>การรถไฟแห่งประเทศไทย                               | อนุกรรมการ       |
| 3. นายสุพัต พิพัฒนกุล<br>การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย                      | อนุกรรมการ       |
| 4. นายธนา ภูเฝ้ากรัตน์<br>บริษัท ทำอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)                    | อนุกรรมการ       |
| 5. นางสาวพัชริญา เพชรผ่อง<br>สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบราง (องค์การมหาชน) | อนุกรรมการ       |
| 6. นายเจษฎา อุบโยคิน<br>บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด                             | อนุกรรมการ       |
| 7. นายพรศักดิ์ ครุฑกุล<br>บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)         | อนุกรรมการ       |
| 8. นายวรเมธ อ้วนชะเล<br>บริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)              | อนุกรรมการ       |
| 9. นายพนัญฐ์ ตีระพงศ์ไพบูลย์<br>บริษัท เอเชีย เอรา วัน จำกัด                    | อนุกรรมการ       |
| 10. นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย<br>วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์      | อนุกรรมการ       |
| 11. นายภณสินธุ์ ไพทีกุล<br>สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย      | อนุกรรมการ       |
| 12. นายเอกรัตน์ ไวยนิตย์<br>สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ        | อนุกรรมการ       |



- |                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| 13. นายจักรกฤษณ์ คล้ายปีกชี | อนุกรรมการ          |
| กรรมการขนส่งทางราง          | และเลขานุการ        |
| 14. นายบรรยงค์ ยิ้มแย้ม     | อนุกรรมการ          |
| กรรมการขนส่งทางราง          | และผู้ช่วยเลขานุการ |

\*\*\*\*\*



## มขร. - R - 004 - 2566

# มาตรฐานระบบปรับอากาศรถขนส่งทางราง ในเมืองและชานเมือง - การกำหนดปัจจัยความสบาย

## 1. ทัวไป

### 1.1 ขอบเขต

มาตรฐานฉบับนี้ใช้กับรถขนส่งทางรางในเมือง (urban) และชานเมือง (suburban) รวมทั้งรถราง (tram) ที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ ไม่รวมรถขนส่งทางรางสายหลักและห้องขับ ซึ่งจะถูกพิจารณาแยกออกเป็น EN 13129-1 และ EN 14813-1

โดยระบุถึงการกำหนดปัจจัยความสบาย (comfort parameters) ในห้องผู้โดยสารปกติและห้องผู้โดยสารที่สามารถรับประทานอาหารได้ (saloon) ทั้งแบบ single level และ double-decker และพื้นที่เฉพาะสำหรับพนักงาน ยกเว้นพื้นที่บริการจัดเลี้ยง

### 1.2 วัตถุประสงค์

มาตรฐานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดปัจจัย (parameters) ของระบบปรับอากาศรถขนส่งทางรางในเมืองและชานเมือง รวมทั้งรถราง (tram) ที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ เพื่อใช้ในการอ้างอิงและนำไปใช้ประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

### 1.3 มาตรฐานที่อ้างอิง

1.3.1 EN 14750-1 Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock – Part 1 : Comfort parameters

1.3.2 EN 14750-2 Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock - Part 2: Type tests

1.3.3 มขร. - R - 002 - 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง Recommended general standard for rolling stock

### 1.4 นิยาม

1.4.1 ความสบาย (comfort) คือ ความรู้สึกสบายในสภาพแวดล้อมบริเวณนั้น

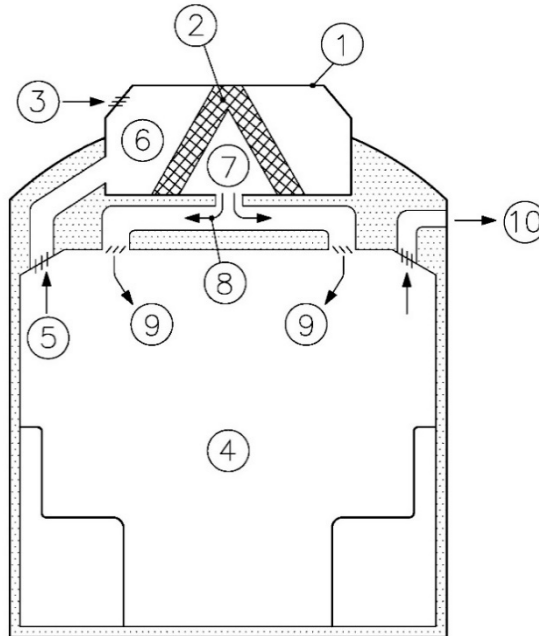
1.4.2 การระบายอากาศแบบบังคับ (forced air ventilation) คือ การไหลเวียนของอากาศที่เกิดจากแรงกระทำเชิงกล

1.4.3 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (natural ventilation) คือ การไหลเวียนของอากาศที่ปราศจากแรงกระทำเชิงกล

1.4.4 การลดอุณหภูมิเบื้องต้น (precooling) คือ กระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิภายในห้องต่ำลงโดยปราศจากผู้โดยสาร

1.4.5 การลดความชื้น (dehumidification) คือ กระบวนการลดปริมาณน้ำในอากาศ

1.4.6 ระบบปรับอากาศ (air conditioning) คือ ระบบที่รวมไปด้วยการทำความเย็น การทำความร้อน การระบายความร้อนและการลดความชื้น



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของการระบายอากาศภายในรถไฟ

(หมายเหตุ รูปข้างต้นเป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ไม่ได้กำหนดไว้สำหรับการออกแบบและการติดตั้ง)

1.4.7 เครื่องส่งลม (Air Handling Unit : AHU) คือ เครื่องหรือกลไกที่ประกอบด้วยตัวถัง พัดลม มอเตอร์ ชุดขับ จะมีหรือไม่มีชุดทำความเย็นและท่อน้ำทิ้งก็ได้ ทั้งนี้ชิ้นส่วนทั้งหมดจะรวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน เพื่อทำหน้าที่ส่งลม (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 1)

1.4.8 ระบบทำความเย็น (cooling unit) คือ ระบบทำความเย็นที่มีรูปแบบการทำงานทั้งแบบรวมศูนย์ และแบบแยกส่วน (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 2)

1.4.9 อากาศภายนอกหรืออากาศใหม่ (outside air or fresh air) คือ อากาศที่มาจากภายนอก (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 3)

1.4.10 อากาศภายในห้อง (room air) คือ อากาศที่มีอยู่ในพื้นที่ที่กำหนด (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 4)

1.4.11 อากาศหมุนเวียน (re-circulated air) คือ อากาศที่อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดโดยถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 5)

1.4.12 ลมผสม (mixed air) คือ อากาศที่ผสมระหว่างอากาศใหม่และอากาศหมุนเวียน (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 6)

1.4.13 คุณภาพอากาศ (treated air) คือ อากาศที่ผ่านตัวกรองหรือผ่านการแลกเปลี่ยนพลังงาน เมื่อผ่านเครื่องส่งลม (AHU) (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 7)

1.4.14 ลมปฐมภูมิ (primary air) คือ ปริมาณคุณภาพอากาศที่เข้าสู่ห้อง (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 8)



1.4.15 ลมจ่าย (supply air) คือ คุณภาพอากาศที่อาจผ่านการเหนี่ยวนำแล้ว ถูกส่งมาพื้นที่ที่กำหนด (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 9)

1.4.16 การถ่ายเทอากาศ (transfer air) คือ อากาศที่ออกจากพื้นที่ที่กำหนด (เช่น อากาศที่ออกจากห้องโดยสารไปยังทางที่เชื่อมระหว่างตู้โดยสาร ไม่ได้แสดงในรูปที่ 1)

1.4.17 ลมถ่ายออก (exhaust air) คือ อากาศที่ถูกให้ออกจากตัวรถ (ดังแสดงในรูปที่ 1 เลข 10)

1.4.18 การตั้งค่าอุณหภูมิภายใน (interior temperature setting : Tic) คือ อุณหภูมิที่ทำให้อากาศภายในจะทำได้

1.4.19 อุณหภูมิภายในเฉลี่ย (mean interior temperature : Tim) คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายในห้อง โดยวิธีการวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน EN 14750-2

1.4.20 อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (mean exterior temperature : Tem) คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอก โดยวิธีการวัดอ้างอิงตามมาตรฐาน EN 14750-2

1.4.21 พื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope) คือ พื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ในการโดยสาร โดยจะไม่รวมพื้นที่ที่ผู้โดยสารอาศัยอยู่ชั่วคราว (local annexes)

1.4.22 พื้นที่ที่ผู้โดยสารอาศัยอยู่ชั่วคราว (local annexes) พื้นที่ที่ผู้โดยสารใช้สำหรับผ่านเท่านั้น เช่น ทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสาร สุขา

1.4.23 โมดูล (module) คือ การแบ่งส่วนตามยาวของรถไฟระหว่างผนังห้องโดยสาร ฉากกั้น หรือข้อต่อต่าง ๆ

1.4.24 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (heat transfer coefficient, k) คือ อัตราส่วนระหว่างการถ่ายเทความร้อนต่อพื้นที่ผิวและผลต่างระหว่างอุณหภูมิ Tim กับ Tem ที่เกิดขึ้นตลอดผนังของรถขนส่งทางราง  
หมายเหตุ 1 ประสิทธิภาพของฉนวนผนังภายนอกและการซึมผ่านของอากาศของรถที่กำลังเคลื่อนที่ (ประตู หน้าต่าง ช่องเปิดต่าง ๆ) และส่วนอื่น ๆ ของรถขนส่งทางราง มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k

หมายเหตุ 2 หน่วยของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) คือ  $W/m^2K$

1.4.25 สัดส่วนการส่งผ่านแสงทั้งหมดของหน้าต่าง (overall transmission factor of the windows) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าความร้อนที่ไหลผ่านหน้าต่างโดยรวมแสงอาทิตย์ต่อพลังงานทั้งหมด

1.4.26 ภาระแสงอาทิตย์สมมูล (equivalent solar load) คือ พลังงานความร้อนทั้งหมดที่พื้นที่ผิว 1 ตารางเมตร ตั้งฉากกับรังสีที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง (แสงอาทิตย์สมมูล) และเมื่อเอียงมุม  $30^\circ$  กับแนวนอน

1.4.27 การรักษาเสถียรภาพ (stabilised operation) คือ การดำเนินการที่ Tim ยังคงอยู่ในพิสัยความเผื่อที่กำหนดไว้ใน 7.1.1

1.4.28 โหมดเตรียมความพร้อมการทำงาน (stand by operation) คือ โหมดที่กำหนดอุณหภูมิภายในไว้ล่วงหน้า ต่างจากอุณหภูมิภายในที่ตั้งค่าไว้ (Tic) และจะถูกคงไว้ในช่วงที่ไม่ได้ใช้งาน



## 2. ประเภทของรถขนส่งทางราง

การจัดประเภทรถขนส่งทางราง โดยใช้จำนวนผู้โดยสารที่นั่งและยืนในสถานการณืปกติหรือในสถานการณือื่น ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณภาระของระบบปรับอากาศ ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดจำนวนผู้โดยสารในสถานการณืปกติ ให้พิจารณาจำนวนที่นั่งทั้งหมดและจำนวนผู้โดยสารสำหรับยืน 2 คนต่อตารางเมตร โดยมาตรฐานฉบับนี้ได้มีการจัดประเภทรถขนส่งทางรางดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดประเภทของรถขนส่งทางราง

	ประเภท A	ประเภท B
จำนวนผู้โดยสารสำหรับยืน	< 4 คนต่อตารางเมตร	≥ 4 คนต่อตารางเมตร
ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทาง	> 20 นาที	≤ 20 นาที
ระยะเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างสถานี	> 3 นาที	≤ 3 นาที

โดยรถขนส่งทางรางประเภทชานเมือง คือ ประเภท A และรถขนส่งทางรางประเภทในเมือง คือ ประเภท B ในกรณีที่รถขนส่งทางรางประเภท A มีระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางมากกว่า 1 ชั่วโมง อาจจะต้องใช้มาตรฐาน EN 13129-1

## 3. การกำหนดปัจจัยความสบาย

- ปัจจัยความสบายโดยทั่วไปของระบบปรับอากาศ ประกอบไปด้วย
  - อุณหภูมิ
  - ความเร็วลม ตามภาคผนวก ข
  - ความชื้นสัมพัทธ์ ตามภาคผนวก ค
  - อุณหภูมิพื้นผิวภายใน
- การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสิ่งแวดล้อมกับผู้โดยสาร ตามภาคผนวก ง สามารถใช้ได้ทั้งผู้โดยสารแบบนั่งและยืน
- สภาพอากาศภายนอกจะมีผลกระทบต่อทางอ้อม

## 4. สภาวะแวดล้อมภายนอก

4.1 สภาวะแวดล้อมภายนอกภายใต้สถานการณืปกติ ที่ 35°C ให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด

4.2 สภาวะแวดล้อมภายนอกภายใต้สถานการณืรุนแรง (extreme exterior operating conditions)

ระบบปรับอากาศจะต้องสามารถทำงานภายใต้สถานการณืที่รุนแรงได้

- ที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าสภาวะแวดล้อมภายนอกภายใต้สถานการณืปกติ 5 เคลวิน
- ในกรณีติดตั้งระบบปรับอากาศไว้บริเวณด้านใต้ตัวรถ ระบบปรับอากาศจะต้องทำงานที่อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าสภาวะแวดล้อมภายนอกภายใต้สถานการณืปกติ 10 เคลวิน





## 5. ประสิทธิภาพของการทำความเย็น

5.1 การทำความเย็น (cooling) ในการทำความเย็นจะต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมภายนอกที่กำหนดในข้อ 4.1 และปริมาณของอากาศใหม่ตามภาคผนวก จ โดยอุณหภูมิภายในเฉลี่ยจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในตารางที่ 2 ตารางที่ 2 อุณหภูมิภายในเฉลี่ยสูงสุดสำหรับการออกแบบ

ประเภท A (°C)	ประเภท B (°C)
+ 30	+ 33

ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องโดยสารจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในภาคผนวก ค

## 5.2 การลดอุณหภูมิเบื้องต้น (precooling)

เงื่อนไขและประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิเบื้องต้น (precooling) จะขึ้นอยู่กับผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ อุณหภูมิภายในและเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ หากไม่ได้มีการกำหนดตามที่กล่าวข้างต้น ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิเบื้องต้นจะถูกกำหนดตามข้อ 5.1

## 6. การควบคุม

### 6.1 ทั่วไป

รถขนส่งทางรางจะต้องติดตั้งระบบควบคุม ที่สามารถควบคุมระบบปรับอากาศ ให้เป็นไปตามปัจจัยความสบายที่กำหนดในมาตรฐานฉบับนี้

### 6.2 การตั้งค่าอุณหภูมิภายใน Interior temperature setting (Tic)

Interior temperature setting (Tic) จะถูกกำหนดภายใต้พื้นที่ที่แสดงในภาคผนวก ก โดยจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 5 หรือในกรณีที่พิสูจน์ได้ว่าการตั้งค่าอุณหภูมิภายในตามภาคผนวก ก ไม่สามารถทำให้ผู้โดยสารได้รับความสบาย ให้สามารถกำหนดการตั้งค่าอุณหภูมิภายในเองได้ โดยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยความสบายและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบฉับพลัน

## 7. ข้อกำหนดความสบาย

### 7.1 อุณหภูมิพื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope)

7.1.1 ช่วงอุณหภูมิภายในเฉลี่ย (Tim) กับการตั้งค่าอุณหภูมิภายใน (Tic) ต้องไม่เกิน  $\pm 2$  เคลวิน และเป็นไปตามค่าที่กำหนดในข้อ 5

7.1.2 ช่วงอุณหภูมิภายใน ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.10 เมตร ช่วงของอุณหภูมิดังกล่าวจะต้องไม่เกิน 4 เคลวิน สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท A และ 8 เคลวิน สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท B

7.1.3 ช่วงอุณหภูมิภายใน ที่ตำแหน่งแนวตั้ง ช่วงอุณหภูมิดังกล่าวจะต้องไม่เกิน 4 เคลวิน สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท A และ 8 เคลวิน สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท B  
อุณหภูมิภายในจะต้องไม่ต่ำกว่า + 3 °C



## 7.2 อุณหภูมิพื้นที่ที่ผู้โดยสารอาศัยอยู่ชั่วคราว (local annexes)

### 7.2.1 อุณหภูมิบริเวณทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสาร

ในกรณีที่ทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสารถูกแยกจากพื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope) ด้วยประตูหรือบันได อุณหภูมิบริเวณดังกล่าวจะต้องต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (Tem) โดยวัดในตำแหน่งสูงจากพื้น 1.70 เมตร หากทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสารไม่ได้มีการแยกตามข้างต้นจะต้องถูกพิจารณาตามข้อ 7.1

### 7.2.2 อุณหภูมิในห้องน้ำ และอื่น ๆ

อุณหภูมิ ณ จุดกึ่งกลางของห้องและตำแหน่งสูงจากพื้น 1.10 เมตรต้องสูงไม่เกิน 6 เคลวินของอุณหภูมิภายในเฉลี่ย (Tim)

## 7.3 ความชื้นสัมพัทธ์ของระบบปรับอากาศขนส่งทางราง

ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะต้องอยู่ใต้พื้นที่แรเงาในรูปที่ ค.1 และรูปที่ ค.2

## 7.4 อุณหภูมิต่ำสุดบริเวณพื้นผิวภายในรถขนส่งทางราง

อุณหภูมิพื้นผิวของผนัง เพดานและพื้น ยกเว้นหน้าต่างและประตูจะต้องไม่ต่ำกว่า + 3 °C

## 7.5 อุณหภูมิที่ลมจ่ายออกมา

ในโหมดการปรับอากาศหรือการระบายอากาศ อุณหภูมิลมจ่าย (supply air) จะต้องไม่ต่ำกว่า +12 °C ยกเว้นช่วงการลดอุณหภูมิเบื้องต้น (precooling)

## 7.6 ความเร็วลม

ความเร็วลมในพื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope) จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าในเส้นโค้งของภาคผนวก ข โดยสามารถคลาดเคลื่อนได้  $\pm 20\%$  ของค่าเฉลี่ย

## 7.7 ปริมาณอากาศ

### 7.7.1 อากาศภายนอกหรืออากาศใหม่

ปริมาณอากาศใหม่ทั้งหมด ที่ใช้ระบบระบายอากาศแบบบังคับไปยังพื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope) จะต้องเป็นไปตามภาคผนวก จ

### 7.7.2 อากาศหมุนเวียน

การออกแบบระบบหมุนเวียนอากาศจะต้องสามารถปิดกั้นการไหลเข้าของอากาศใหม่ได้ชั่วคราว และระบบหมุนเวียนอากาศจะต้องสามารถป้องกันอากาศจากพื้นที่สุขุบนุหรือไปยังพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ได้

### 7.7.3 การระบายอากาศพื้นที่ที่ผู้โดยสารอาศัยอยู่ชั่วคราว (local annexes)

ระบบปรับอากาศในรถขนส่งทางรางจะต้องออกแบบให้สามารถป้องกันกลิ่นจากห้องน้ำและพื้นที่ที่ผู้โดยสารอาศัยอยู่ชั่วคราวอื่น ๆ เข้ามายังส่วนต่าง ๆ ได้



## 8. ข้อกำหนดเพิ่มเติม

### 8.1 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k)

#### 8.1.1 ทั่วไป

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) จะต้องตรวจวัดขณะรถขนส่งทางรางอยู่กับที่

#### 8.1.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) ของรถขนส่งทางราง

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) ของรถขนส่งทางรางจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) รถขนส่งทางรางขณะหยุดนิ่ง

ประเภท A	ประเภท B
W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K
2.2	3.0

#### 8.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) สำหรับทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสาร

ในกรณีทางเชื่อมระหว่างตู้โดยสารถูกแยกออกจากพื้นที่ที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope) โดยประตู กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (k) ควรมีค่าไม่เกิน 1 W/m<sup>2</sup>K จากค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3

### 8.2 รอบการเปิด/ปิดประตู

ในระหว่างรอบการทำงาน 10 รอบของการเปิด/ปิดประตูด้านหนึ่งของรถขนส่งทางราง ระบบปรับอากาศจะต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเฉลี่ยให้เป็นไปตามข้อ 5 โดยก่อนการเริ่มขึ้นของรอบการทำงานถัดไป ระบบปรับอากาศต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเฉลี่ยให้ได้ตามข้อ 6 และข้อกำหนด 7.1.1 หากไม่ได้มีการกำหนดรอบการทำงานของการเปิด/ปิดประตู ให้ใช้รอบการเปิด/ปิดประตูตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รอบการเปิด/ปิดประตู

	ประเภท A	ประเภท B
ระยะเวลาที่ปิดประตู	5 นาที	2 นาที
ระยะเวลาที่เปิดประตู	30 วินาที	20 วินาที

### 8.3 สัดส่วนการส่งผ่านแสงทั้งหมดของหน้าต่าง (overall transmission factor of the windows)

กระจกหน้าต่างของรถขนส่งทางรางจะต้องยอมให้แสงผ่านได้ไม่มากกว่าร้อยละ 70 และสำหรับรถไฟที่วิ่งใต้ดินเป็นส่วนใหญ่จะต้องยอมให้แสงผ่านได้อย่างเหมาะสม เพื่อลดภาระในการระบายความร้อน และมีความสะดวกสบายต่อผู้โดยสาร



## 8.4 กรองอากาศ

ตัวกรองสำหรับระบบปรับอากาศในรถขนส่งทางรางที่มีประสิทธิภาพจะต้องผ่านมาตรฐาน EN ISO 16890 - 1 Air filters for general ventilation - Part 1 หากไม่มีการกำหนดให้เป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าว แนะนำให้ใช้ตัวกรองเกรด G3 ตามมาตรฐาน EN 779 - Particulate air filters for general ventilation

## 8.5 เสียงรบกวน (noise)

สำหรับรถขนส่งทางรางจะต้องมีระดับเสียงของระบบปรับอากาศไม่เกินกว่าที่กำหนดในตารางที่ 5 ตารางที่ 5 ระดับเสียงโดยรวม (เฉพาะห้องโดยสารที่ปรับอากาศเท่านั้น)

ประเภท A	ประเภท B
63 dB(A)	66 dB(A)

## 8.6 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

### 8.6.1 การทำความเย็น

อุปกรณ์ทำความเย็นต้องถูกติดตั้งอุปกรณ์นิรภัย เพื่อป้องกันความดันของสารทำความเย็นสูงผิดปกติ

### 8.6.2 การระบายอากาศในกรณีฉุกเฉิน

ในกรณีที่อากาศใหม่ (fresh air) ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ จะต้องมีการระบายอากาศด้วยวิธีอื่น และในกรณีที่ระบบจ่ายพลังงานหลักเกิดการขัดข้อง ให้เป็นไปตาม มขร. - R - 002 - 2564 มาตรฐานแนะนำคุณลักษณะรถขนส่งทางราง

## 8.7 ความน่าเชื่อถือและการซ่อมบำรุง

### 8.7.1 ความน่าเชื่อถือ

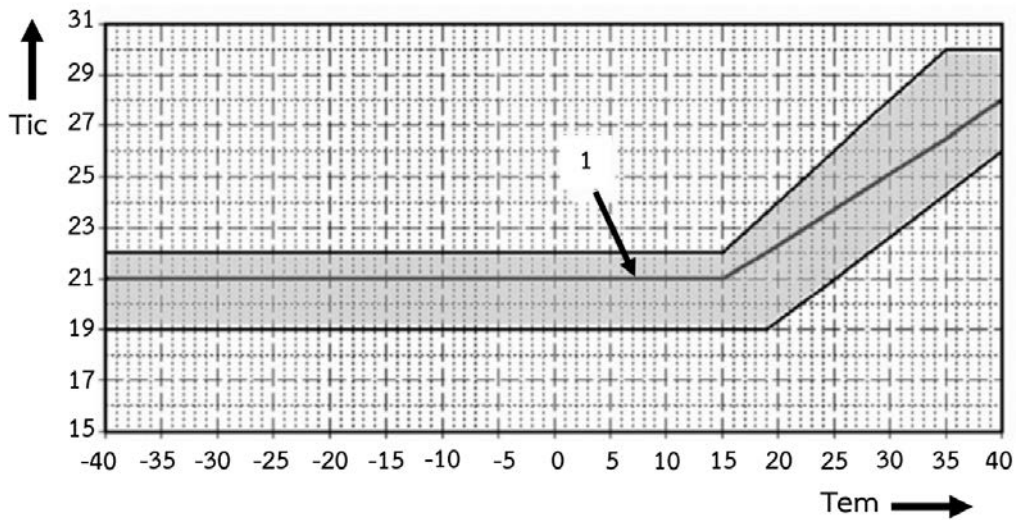
การคำนวณของ MTBF (Mean Time Between Failures : ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง) จะต้องดำเนินการตามมาตรฐาน EN 50126

### 8.7.2 การบำรุงรักษา

การออกแบบรถขนส่งทางรางและการติดตั้งระบบปรับอากาศต้องคำนึงถึงแผนการบำรุงรักษา รวมไปถึงงานบำรุงรักษาตามวาระ ซึ่งจะต้องเข้าถึงได้ง่ายหรือสามารถถอดชิ้นส่วนของที่เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวก รวดเร็ว

## ภาคผนวก ก

## การตั้งค่าอุณหภูมิภายใน (interior temperature setting)

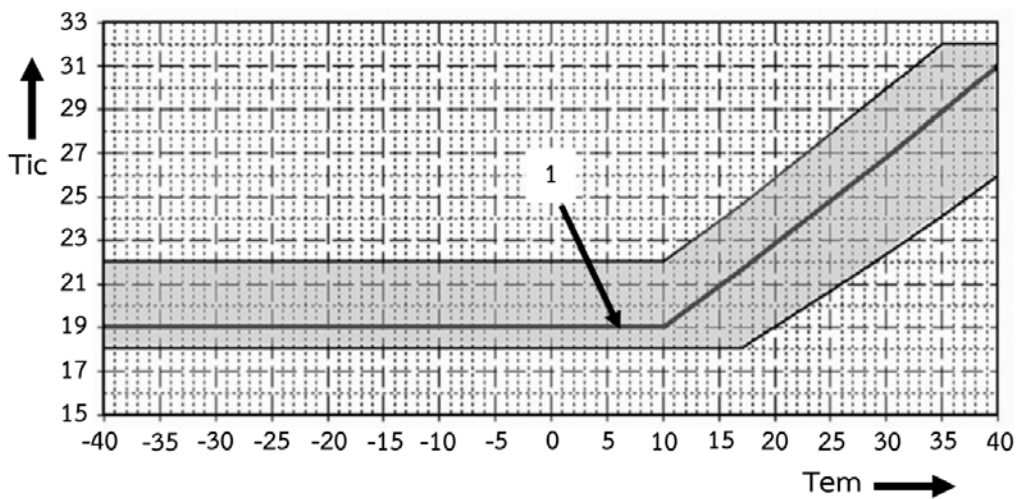


Tem : mean exterior temperature, in °C

Tic : interior temperature setting, in °C

1 : recommended curve for category A vehicles

รูปที่ ก.1 แสดงพื้นที่ที่อนุญาตของเส้นโค้งควบคุมสำหรับรถขนส่งทางรางประเภท A



Tem : mean exterior temperature, in °C

Tic : interior temperature setting, in °C

1 : recommended curve for category B vehicles

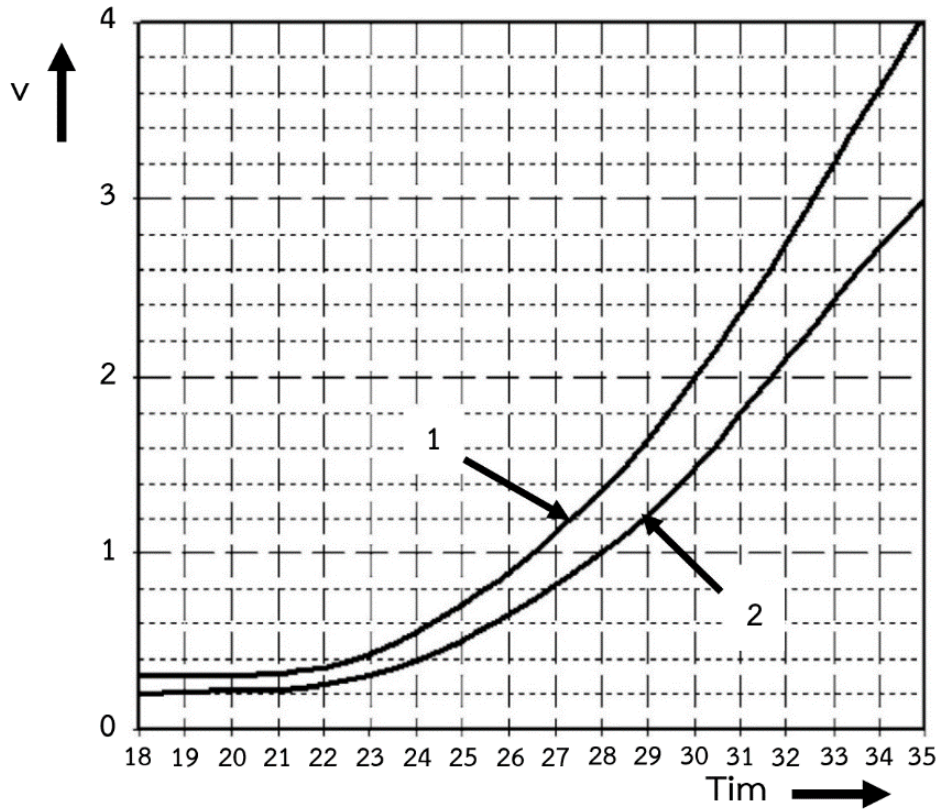
รูปที่ ก.2 แสดงพื้นที่ที่อนุญาตได้ของเส้นโค้งควบคุมสำหรับรถขนส่งทางรางประเภท B

หมายเหตุ : ในกรณีที่พิสูจน์ได้ว่าการตั้งค่าอุณหภูมิภายในตามภาคผนวก ก ไม่สามารถทำให้ผู้โดยสารได้รับความสบาย ให้สามารถกำหนดการตั้งค่าอุณหภูมิภายในเองได้ โดยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยความสบายและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบฉับพลัน

## ภาคผนวก ข

## ความเร็วลมที่ยอมรับได้

อุณหภูมิที่ระบุตามแนวนอน สัมพันธ์กับจุดวัดความเร็วซึ่งต้องเป็นไปตาม EN 14750-2



Tim : mean interior temperature, in °C

v : air speed, in m/s

1 : maximum air speed for heating ventilation and category B vehicles

2 : maximum air speed for category A vehicles

รูปที่ ข.1 ความเร็วลมที่ยอมรับได้

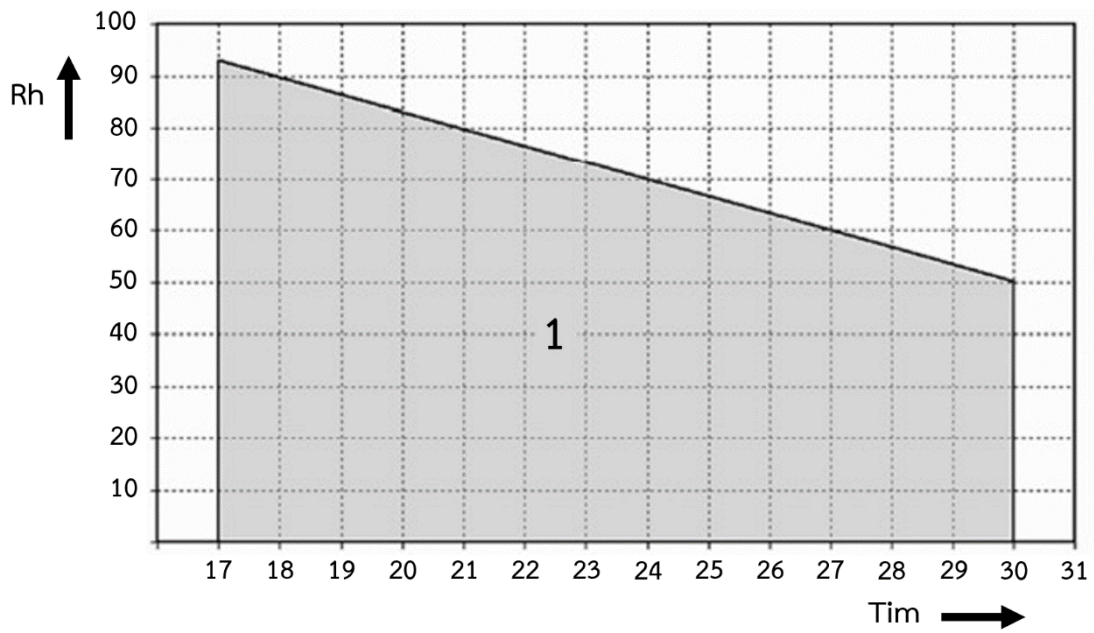
ตาราง ข.1 - ความเร็วลมที่ยอมรับได้

Tim °C	ประเภท A m/s	ประเภท B m/s
+ 18	0.2	0.3
+ 22	0.25	0.35
+ 25	0.5	0.7
+ 28	1.0	1.4
+ 30	1.5	2.0
≥+ 35	3.0	4.0



ภาคผนวก ค

ความชื้นสัมพัทธ์พื้นที่ทั่วไปที่ผู้โดยสารใช้ (comfort envelope)

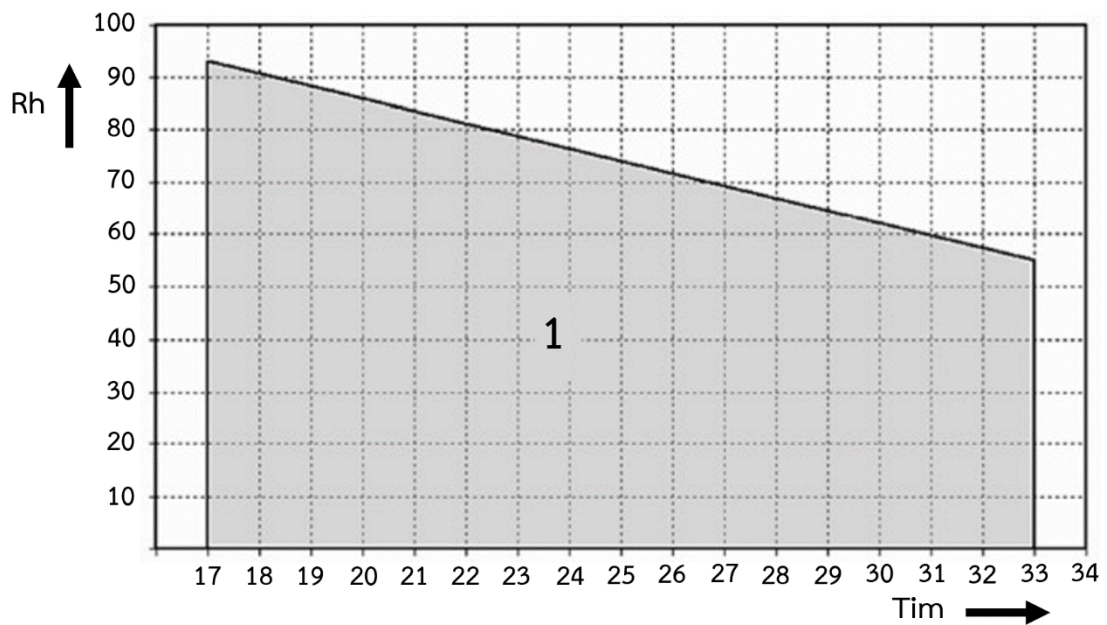


Tim : mean interior temperature, in °C

Rh : relative humidity, in %

1 : acceptable relative humidity

รูปที่ ค.1 - แสดงความชื้นสัมพัทธ์ที่ยอมรับได้สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท A



Tim : mean interior temperature, in °C

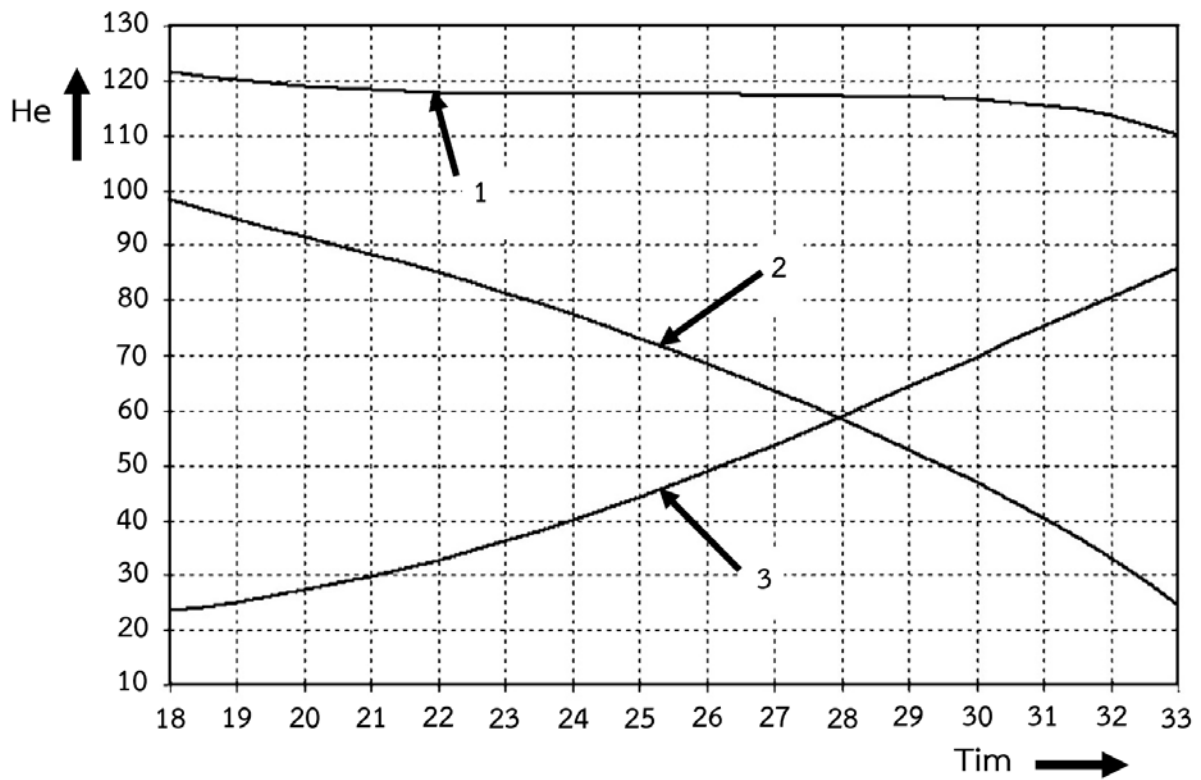
Rh : relative humidity, in %

1 : acceptable relative humidity

รูปที่ ค.2 - แสดงความชื้นสัมพัทธ์ที่ยอมรับได้สำหรับรถขนส่งทางรางประเภท B

## ภาคผนวก ง

## ความร้อนจากผู้โดยสาร



$T_{im}$  : mean interior temperature, in  $^{\circ}C$

$He$  : heat emission, in  $W$

1 : total heat

2 : sensible heat

3 : latent heat

รูปที่ ง.1 - ความร้อนจากผู้โดยสาร





## ภาคผนวก จ

### อัตราการไหลของอากาศใหม่

#### จ.1 ทั่วไป

การไหลของอากาศที่ระบุในภาคผนวกนี้ให้พิจารณาตามจำนวนผู้โดยสารที่กำหนดไว้ในข้อ 2

#### จ.2 ระบบปรับอากาศในรถขนส่งทางราง

##### จ.2.1 รถขนส่งทางรางประเภท A

โดยปกติอัตราการไหลของอากาศใหม่ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 15 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อผู้โดยสาร อย่างไรก็ตามอัตราการไหลของอากาศใหม่สามารถลดลงได้ต่ำสุด 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อผู้โดยสาร เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5 อัตราการไหลของอากาศใหม่สามารถเพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปกติ โดยความเร็วลมจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในภาคผนวก ข

##### จ.2.2 รถขนส่งทางรางประเภท B

โดยปกติอัตราการไหลของอากาศใหม่ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อผู้โดยสาร อย่างไรก็ตามอัตราการไหลของอากาศใหม่สามารถลดลงได้ต่ำสุด 8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อผู้โดยสาร เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5 อัตราการไหลของอากาศใหม่สามารถเพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปกติ โดยความเร็วลมจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในภาคผนวก ข

#### จ.3 การระบายอากาศในรถขนส่งทางรางที่ไม่มีระบบปรับอากาศ

โดยปกติอัตราการไหลของอากาศใหม่จะเหมือนกับรถขนส่งทางรางที่มีระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ตามหากอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (Tem) มากกว่า 20 °C และอุณหภูมิภายในเฉลี่ย (Tim) มากกว่า 24 °C อัตราการไหลของอากาศใหม่ต้องไม่น้อยกว่า 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อผู้โดยสาร