

T-VER-METH-TM-03

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ

สำหรับ

การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบราง

(Modal Shift in Passenger Transportation by Rail-based

Mass Rapid Transit)

(ฉบับที่ 02)

รายสาขา 07: Transportation

1. ชื่อระเบียบวิธีการ (Methodology)	การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบราง (Modal Shift in Passenger Transportation by Rail-based Mass Rapid Transit)
2. ประเภทโครงการ (Project Type)	การจัดการในภาคขนส่ง
3. รายสาขา (Sector scope)	07 - Transportation
4. ลักษณะโครงการ (Project Outline)	เป็นโครงการที่ส่งเสริมให้เกิดการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบราง
5. ลักษณะของกิจกรรม โครงการที่เข้าข่าย (Applicability)	1. เป็นโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลหรือในเขตจังหวัด 2. เทคโนโลยีของของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่เข้าข่าย ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> ● รถไฟฟ้ารางเบา (Light Rail Transit) ● รถไฟฟ้ารางเดี่ยว (Monorail) ● รถไฟฟ้ารางหนัก (Heavy Rail Transit)
6. เงื่อนไขของกิจกรรม โครงการ (Project Conditions)	ไม่เป็นโครงการปรับปรุงการเดินทางรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่มีอยู่เดิมเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การเปลี่ยนตู้รถไฟฟ้าใหม่
7. หมายเหตุ	-

รายละเอียดระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางโดยใช้รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบราง

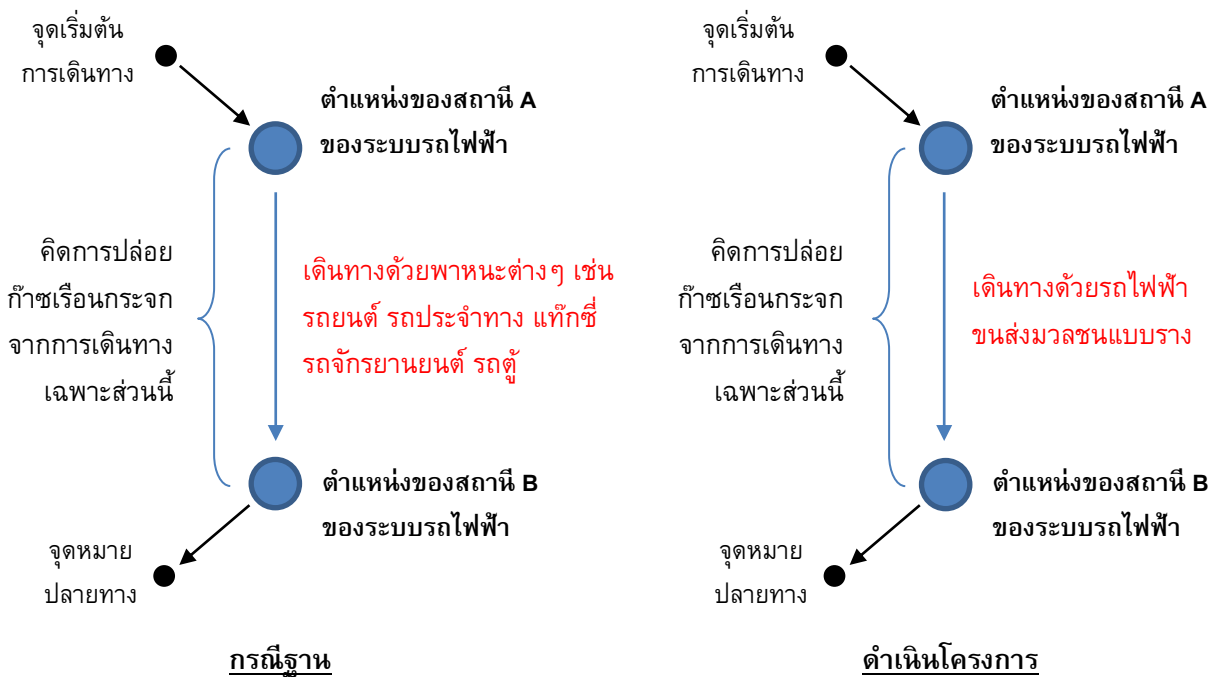
1. ลักษณะและขอบเขตโครงการ (Scope of Project)

ลักษณะโครงการต้องเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบรางเพื่อลดสัดส่วนการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคล และลดความคับคั่งของการจราจร ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับการเดินทางภายในเมือง

ขอบเขตโครงการพิจารณาครอบคลุมระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเฉพาะในส่วนของการเดินทางและสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งมีกิจกรรมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงการเดินทางของผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

2. ข้อมูลกรณีฐาน (Baseline Scenario)

กรณีฐานของโครงการ คือการเดินทางของผู้โดยสารแต่ละคนจากตำแหน่งของสถานีเริ่มต้นไปยังตำแหน่งของสถานีปลายทางโดยใช้ยานพาหนะรูปแบบเดิมที่ไม่ใช่รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแบบราง เช่น รถยนต์ รถประจำทาง แท็กซี่ รถจักรยานยนต์ รถตู้ ฯลฯ และไม่คิดการเดินทางจากจุดเริ่มต้นการเดินทางของผู้โดยสารมายังตำแหน่งของสถานีเริ่มต้นและการเดินทางจากตำแหน่งของสถานีปลายทางไปยังจุดหมายปลายทางของผู้โดยสาร



แผนภาพแสดงแนวคิดการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3. กิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่นำมาใช้ในการคำนวณ

การปล่อย ก๊าซเรือนกระจก	แหล่งกำเนิด ก๊าซเรือนกระจก	ชนิดของ ก๊าซเรือนกระจก	รายละเอียดของกิจกรรม ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
กรณีฐาน	การใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิล	CO ₂	การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากยานพาหนะใน แต่ละประเภท
การดำเนินโครงการ	การใช้พลังงานไฟฟ้า	CO ₂	การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบรถไฟฟ้า ขนส่งมวลชน
นอกขอบเขตโครงการ	ไม่เกี่ยวข้อง	-	-

4. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับการเดินทางจากตำแหน่งของสถานีเริ่มต้นไปยังตำแหน่งของสถานีปลายทางด้วยยานพาหนะในรูปแบบเดิมเมื่อที่ไม่มีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยเทียบกับปริมาณการเดินทางของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนซึ่งคำนวณจากจำนวนผู้โดยสารและระยะทางที่ใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจากการดำเนินโครงการ

$$BE_y = CT_{BL,y} \times PKM_{PJ,y} \times 10^{-6}$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน ในปี y (tCO₂eq/year)

CT_{BL,y} = อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อคน-กิโลเมตร ในกรณีฐาน ในปี y (gCO₂/passenger-km)

$$CT_{BL,y} = \frac{\sum_i (BSP_{i,y} \times EF_{PKM,i})}{\sum_i BSP_{i,y}}$$

BSP_{i,y} = สัดส่วนการเดินทางในรูปแบบเดิมประเภท i ของผู้โดยสารที่เลือกใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในปี y (%)

EF_{PKM,i} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปริมาณการเดินทางสำหรับการเดินทางประเภท i (gCO₂/passenger-km)

PKM_{PJ,y} = ปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในปี y (passenger-km/year)

i = ประเภทการเดินทางของผู้โดยสาร

หมายเหตุ $\sum BSP_{i,y} = 100\%$

5. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งสำหรับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (ในส่วนของรถและสถานีรถไฟฟ้า) ซึ่งคำนวณจากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ

$$PE_y = EC_{P,y} \times EF_{EC,y} \times 10^{-3}$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

EC_{P,y} = ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งสำหรับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในส่วนของรถและสถานีรถไฟฟ้า ในปี y (kWh/year)

EF_{EC,y} = ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้อิเล็กทริก ในปี y (tCO₂/MWh)

6. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission)

- ไม่มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง

7. การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากโครงการ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

โดยที่

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี y (tCO₂eq/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂eq/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ ในปี y (tCO₂eq/year)

LE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการในปี y (tCO₂eq/year)

8. การติดตามผลการดำเนินโครงการ (Monitoring Plan)

ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่ต้องมีการติดตามผล รวมถึงวิธีการตรวจวัด และการประเมินตามข้อกำหนดของ อบก.

8.1 พารามิเตอร์ที่ไม่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	EF _{PKM,i}	
หน่วย	gCO ₂ /passenger-km	
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปริมาณการเดินทางสำหรับการเดินทางประเภท i	
แหล่งข้อมูล	คำนวณโดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจาก	
	<ul style="list-style-type: none"> กรมทางหลวง, 2551 สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2563 กรมการขนส่งทางบก, 2564 	
	ประเภทยานพาหนะ	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย: gCO ₂ /passenger-km)
	รถจักรยานยนต์	43.06
	รถยนต์นั่งส่วนบุคคล	127.10
	รถแท็กซี่	155.94
	รถสามล้อเครื่อง	105.53
	รถสองแถว	22.55
	รถตู้	41.11
รถโดยสารประจำทาง (รถเมล์)	11.20	
หมายเหตุ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับยานพาหนะในแต่ละประเภทพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของชนิดเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการใช้ในยานพาหนะและถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนการใช้ยานพาหนะ		

8.2 พารามิเตอร์ที่ต้องติดตามผล

พารามิเตอร์	BSP _{i,y}
หน่วย	เปอร์เซ็นต์
ความหมาย	สัดส่วนการเดินทางประเภท i ของผู้โดยสารที่เลือกใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในปี y
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้
	<ul style="list-style-type: none"> ผลการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในละแวกหรือในบริเวณรัศมี 200 เมตรจากสถานีของระบบรถไฟฟ้า (อ้างอิงจากแบบก่อสร้าง) สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ ผลการสำรวจข้อมูลผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนสำหรับการจัดทำรายงานการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
การสำรวจกลุ่มตัวอย่างนี้มีวัตถุประสงค์ คือเพื่อต้องทราบข้อมูลรูปแบบการเดินทางเดิมของผู้โดยสารแต่ละคนเมื่อไม่มีระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนให้บริการในเส้นทางที่เริ่มต้นจากสถานีขาเข้าถึงสถานีขาออก	

วิธีการติดตามผล
แนวทางการสุ่มตัวอย่างสำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ

- 1) ผู้พัฒนาโครงการจะต้องนำผลการสุ่มตัวอย่างไปใช้การจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการฉบับแรกที่ส่งให้ผู้ประเมินภายนอกสำหรับการตรวจสอบความใช้ได้ภายใน 2 ปี
- 2) กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นบุคคลที่อยู่ในละแวกหรือรัศมี 200 เมตรจากสถานีของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน (อ้างอิงข้อมูลสถานีจากการออกแบบ) ในทุกๆ สถานีด้วยจำนวนตัวอย่างที่ใกล้เคียงกัน
- 3) จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำในแต่ละสถานี (อ้างอิงจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการจากการออกแบบ) คำนวณโดยใช้กฎอย่างง่าย (Rule of thumb) ดังนี้
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 100 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 1,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 15
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 1,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 10,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 10
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 10,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 100,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 5
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 100,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 1,000,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 1

แนวทางการสุ่มตัวอย่างสำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- 1) ผู้พัฒนาโครงการต้องทำการสุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 ครั้งในรอบ 12 เดือน
- 2) กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้โดยสารที่ใช้บริการในทุกๆ สถานีในระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยจำนวนตัวอย่างในแต่ละสถานีให้พิจารณาจากจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการ
- 3) การสุ่มตัวอย่างผู้โดยสารในแต่ละสถานีต้องครอบคลุมผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการระบบรถไฟฟ้าและผู้โดยสารที่ออกจากระบบรถไฟฟ้าสำหรับการเดินรถขาขึ้นและขาล่องในจำนวนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
- 4) จำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำคำนวณโดยใช้กฎอย่างง่าย (Rule of thumb) ดังนี้
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 100 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 1,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 15
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 1,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 10,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 10
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 10,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 100,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 5
 - จำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยที่ใช้บริการเท่ากับ 100,000 คนต่อวัน แต่ไม่เกิน 1,000,000 คนต่อวัน ใช้อัตราการสุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำร้อยละ 1
- 5) การสุ่มตัวอย่างในแต่ละสถานีกำหนดให้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) คือต้องเป็นตัวอย่างที่แยกตามช่วงเวลาและจำนวนตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลาให้พิจารณาจากจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

	<ul style="list-style-type: none"> • วันทำงาน-เวลาเร่งด่วน (6.30 – 9.30 น. และ 16.30 – 20.00 น.) • วันทำงาน-นอกเวลาเร่งด่วน • วันหยุดเสาร์-อาทิตย์หรือวันหยุดนักขัตฤกษ์
--	--

พารามิเตอร์	$PKM_{PJ,y}$
หน่วย	passenger-km/year
ความหมาย	ปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารที่ใช้บริการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ในปี y
แหล่งข้อมูล	รายงานปริมาณการเดินทางของผู้โดยสารที่ใช้บริการ
วิธีการติดตามผล	<p><u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u></p> <p>ใช้ค่าจากการออกแบบ</p> <p><u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u></p> <p>บันทึกค่าจากหลักฐานแสดงจำนวนผู้โดยสารและระยะทางการวิ่งของรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน</p>

พารามิเตอร์	$EC_{PJ,y}$
หน่วย	kWh/year
ความหมาย	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่งสำหรับระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในส่วนของการเดินทางและสถานีรถไฟฟ้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	ข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าของระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน
วิธีการติดตามผล	บันทึกค่าจากหลักฐานแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากส่วนต่างๆ โดยรายงานข้อมูลที่มีความละเอียดเป็นรายเดือน

พารามิเตอร์	$EF_{EC,y}$
หน่วย	tCO ₂ /MWh
ความหมาย	ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้า ในปี y
แหล่งข้อมูล	<p><u>กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง</u> ใช้ข้อมูลจากรายงานค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) จากระบบสายส่งและจากการผลิตความร้อนสำหรับโครงการและกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกที่ประกาศโดย อบก.</p> <p><u>กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ</u> ใช้การคำนวณตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด</p>
วิธีการติดตามผล	<p><u>สำหรับการจัดทำเอกสารข้อเสนอโครงการ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ล่าสุดที่ อบก. ประกาศ - กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ให้คำนวณค่า $EF_{EC,y}$ ตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด <p><u>สำหรับการติดตามผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบสายส่ง ให้ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ที่ อบก. ประกาศตามปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้กรณีที่ปี พ.ศ. ของช่วงระยะเวลาที่ขอรับรองคาร์บอนเครดิตนั้นยังไม่มีค่า $EF_{EC,y}$ ที่ อบก. ประกาศ ให้ใช้ค่า $EF_{EC,y}$ ล่าสุดที่ อบก.

	<p>ประกาศแทนในปีนั้น</p> <ul style="list-style-type: none">- กรณีที่ใช้ไฟฟ้าจากผู้ผลิตอื่นๆ ให้คำนวณค่า $EF_{EC,y}$ ตาม T-VER-TOOL-ENERGY-01 ฉบับล่าสุด
--	--

เอกสารอ้างอิง

- ACM0016 Large-scale Consolidated Methodology: Mass rapid transit projects Version 04.0

Sector scope (s): 07

บันทึก T-VER-METH-TM-03

ฉบับที่	แก้ไขครั้งที่	วันที่บังคับใช้	รายการแก้ไข
02	1	4 ธันวาคม 2564	ระบุสาขาและขอบข่ายการตรวจสอบความใช้ได้ และทวนสอบก๊าซเรือนกระจกระดับโครงการของระเบียบวิธีการ
01	-	19 สิงหาคม 2564	