

## การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน

สิริวัฒนา กังวาลเลิศ<sup>1</sup> และสุวิมล จำอินทร์<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

**บทนำ:** การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย ร้อยละ 54 เกิดจากกิจกรรมการจัดการน้ำเสีย ซึ่งหากมีการจัดการที่ดี โดยลดปริมาณน้ำเสียหรือใช้ประโยชน์จากก๊าซในกระบวนการ จะช่วยลดแทนการปลดปล่อยก๊าซในส่วนอื่นได้

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียในครัวเรือน โดยการใช้ถังดักไขมัน (แบบเปิด)

**วิธีการศึกษา :** ทบทวนและสำรวจข้อมูลพื้นฐานชุมชน ปริมาณน้ำใช้และการจัดการน้ำเสียระดับครัวเรือน เพื่อเป็นข้อมูล นำเข้าในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียก่อนและหลังติดตั้งถังดักไขมันในครัวเรือนนำร่อง ตามวิธีการคำนวณขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) เพื่อใช้เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง

**ผลการศึกษา :** จากการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียก่อนและหลังติดตั้ง ถังดักไขมันในครัวเรือน นำร่อง โดยอ้างอิงวิธีการคำนวณขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) พบว่า

1. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียในกรณีฐาน 168.63 TonCO<sub>2e</sub>/yr
2. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ 160.80 TonCO<sub>2e</sub>/yr
3. ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการจัดการน้ำเสีย โดยใช้ถังดักไขมันแบบเปิด 7.83 TonCO<sub>2e</sub>/yr

**วิจารณ์และสรุป :** การจัดการน้ำเสียชุมชนโดยใช้ถังดักไขมัน(แบบเปิด) ในครัวเรือนนำร่อง 20 หลัง สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ จำนวน 7.83 TonCO<sub>2e</sub>/yr ทั้งนี้ ถังดักไขมันที่ใช้ต้องมีสภาพเป็นระบบเปิดเพื่อป้องกันการเกิดก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

**คำสำคัญ :** การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก๊าซเรือนกระจกการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย

<sup>1</sup> นักวิชาการสิ่งแวดล้อม ชำนาญการ รักษาการผู้อำนวยการส่วนควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง

<sup>2</sup> เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง

## บทนำ

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความรุนแรงและส่งผลกระทบในวงกว้าง ทั้งต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นผลให้เกิดความตกลงระหว่างประเทศที่กำลังดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งได้กำหนดหลักการเบื้องต้นและเป้าหมายไว้เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ และให้มีการดำเนินงานในระยะเวลาที่เพียงพอต่อการปรับตัวของระบบนิเวศ ไม่คุกคามต่อการผลิตอาหารของมนุษย์และการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน โดยมีผลต่อประเทศไทยที่ได้ เข้าร่วมให้สัตยาบันและภาคีความตกลงปารีส ให้ดำเนินการตามเป้าหมาย ซึ่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีฐานะหน่วยประสานงานกลางกรอบอนุสัญญาว่าด้วยการจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ทำการกำหนดแนวทางการขับเคลื่อนเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งจัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๗ – ๒๕๙๓ ที่ประกอบด้วยผลักดันให้เกิดการจัดการในระดับจังหวัดและท้องถิ่น ตามเป้าหมาย ๑) การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) ๒) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ (Mitigation) และ ๓) การสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Capacity Building) ภายใต้กลยุทธ์ที่สอดคล้องกับความตกลงปารีส

สำหรับภาคการจัดการของเสียเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีส่วนปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปสู่ชั้นบรรยากาศ อันเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยองค์ประกอบหลักของก๊าซเรือนกระจกในภาคการจัดการของเสียประกอบด้วยก๊าซมีเทนที่เกิดจากการนำขยะไปฝังกลบและการบำบัดน้ำเสียและก๊าซไนตรัสออกไซด์ รวมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) จากการเผาขยะที่มีคาร์บอน ได้แก่ สารประกอบจากพลาสติก แต่อย่างไรก็ตามก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในภาคของเสีย อาจถือว่าได้ว่าเป็นจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งหมดจึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือทดแทนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้กับภาคส่วนอื่นๆโดยการลดการเกิดของเสียหรือการใช้ประโยชน์จากกระบวนการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น

ทั้งนี้ แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในภาคของเสีย ได้แก่ การบำบัดน้ำเสีย การฝังกลบขยะมูลฝอยและการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผา ซึ่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามกิจกรรมในสัดส่วน 54 : 45 : 1 ตามลำดับ<sup>3</sup> กอปรกับความสำคัญของภาคของเสียในฐานะศักยภาพการทดแทนที่สามารถช่วยประหยัดก๊าซเรือนกระจกให้กับภาคการผลิตอื่น ดังนั้นประเด็นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรทำการศึกษาและทดลองหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำที่เอื้อต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป

<sup>3</sup> องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)

## วิธีดำเนินการ

1. จัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งในระดับมหภาคและจุลภาค ตลอดจนความเชื่อมโยงต่อวิถีการดำเนินชีวิตของชุมชนในระดับท้องถิ่น
2. รับสมัครชุมชนเพื่อร่วมดำเนินการโดยความสมัครใจ และประสานชุมชนเพื่อเตรียมความพร้อมและชักชวนความเข้าใจในวัตถุประสงค์การดำเนินงาน
3. คัดเลือกครัวเรือนที่หลากหลายอาชีพ จำนวน 20 ครัวเรือนนำร่องติดตั้งถังดักไขมัน(แบบเปิด)
4. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชนก่อนและหลังติดตั้งถังดักไขมันในครัวเรือนนำร่อง โดยอ้างอิงวิธีการคำนวณขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) เพื่อใช้เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง
5. สรุปปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินมาตรการจัดการน้ำเสียชุมชน พร้อมถอดบทเรียนการดำเนินงาน ตลอดจนสร้างวิธีการขยายผล

## ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการจัดการน้ำเสียในชุมชนภาคองต้าเหนือและภาคองต้าใต้ จำนวน 405 ครัวเรือน โดยติดตั้งถังดักไขมัน (แบบเปิด) ในครัวเรือนนำร่อง จำนวน ๒๐ ครัวเรือน ที่ประกอบอาชีพร้านอาหาร บ้านพักอาศัย สถานบริการที่พัก โรงเรียน กวดวิชา และร้านค้า สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 7.83 TonCo<sub>2e</sub> โดยอ้างอิงวิธีการคำนวณขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) ซึ่งมีรายละเอียดอธิบายได้ดังนี้

1. รายละเอียดการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)

### 1.1 การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสีย

$$\text{GHG (TonCH}_4\text{)} = (\text{TOW (KgBOD)} \times \text{EF}) / 1000$$

$$\text{GHG (TonCo}_2\text{e)} = (\text{TOW (KgBOD)} \times \text{EF}) \times 25 \text{ เท่าของ CH}_4^4$$

$$\text{เมื่อ TOW}^5 \text{ (KgBOD)} = ((\text{ปริมาณน้ำทิ้งต่อปี(ลิตร)} \times \text{BOD}) \times 0.001) \times 0.001$$

### 1.2 ค่าเฉลี่ย BOD ในน้ำทิ้ง<sup>6</sup>

$$\text{BOD น้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัด} = 1800 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

$$\text{BOD น้ำทิ้งที่ผ่านถังดักไขมันก่อนระบายสู่สาธารณะ} = 540 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

### 1.3 ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor)<sup>7</sup>

$$\text{EF น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่สาธารณะโดยไม่ผ่านการบำบัด} = 0.06 \text{ Kg CH}_4\text{/Kg BOD}$$

$$\text{EF น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่สาธารณะโดยผ่านระบบบำบัดแบบดินไม่เติมอากาศ} = 0.3\text{Kg CH}_4\text{/Kg BOD}$$

$$\text{EF น้ำทิ้งที่ปล่อยสู่สาธารณะโดยผ่านระบบบำบัดแบบดินเติมอากาศ} = 0.0 \text{ Kg CH}_4\text{/Kg BOD}$$

<sup>4</sup> ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ของก๊าซมีเทน

<sup>5</sup> ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทั้งหมดในน้ำเสีย (Total Organically Degradable Material in Wastewater)

<sup>6</sup> กรมควบคุมมลพิษ

<sup>7</sup> องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)

1.4 ก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน (กรณีฐาน) = ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ระบายน้ำที่สู่อุณหภูมิโดยไม่ผ่านการบำบัด + ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนดำเนินโครงการ

1.5 ก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน(หลัง) = ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ระบายน้ำที่สู่อุณหภูมิโดยไม่ผ่านการบำบัด + ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนดำเนินโครงการ + ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบเปิด) ตามโครงการ

1.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ = ก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน (กรณีฐาน) - ก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชน(หลัง)

## 2. ข้อมูลจากการสำรวจชุมชนกาดกองต้าใต้และกาดกองต้าเหนือ

2.1 จำนวนคร้วเรือน 403 หลังคาเรือน แบ่งเป็น คร้วเรือนที่ไม่มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติ 392 หลัง คร้วเรือนที่มีการติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนการดำเนินโครงการ 11 หลัง และคร้วเรือนนำร่องที่มีการติดตั้งถังดักไขมัน(แบบเปิด) หลักดำเนินโครงการ 20 หลัง

2.2 ปริมาณน้ำใช้และน้ำเสียจากข้อมูลการใช้การประปาส่วนภูมิภาค รวม 75,147 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นปริมาณน้ำเสียร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ เท่ากับ 60.1176 ล้านลิตรต่อปี แบ่งเป็นน้ำเสียจากคร้วเรือนที่ไม่ผ่านการบำบัด 52.5424 ล้านลิตรต่อปี น้ำเสียจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนดำเนินโครงการ 4.676 ล้านลิตรต่อปี และน้ำเสียจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบเปิด) ตามโครงการ 4.3544 ล้านลิตรต่อปี

## 3. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชนกรณีฐานก่อนการติดตั้งถังดักไขมัน(แบบเปิด)

3.1 ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ระบายน้ำที่สู่อุณหภูมิโดยไม่ผ่านการบำบัด (392 คร้วเรือน)

$$\text{TOW (KgBOD)} = 99,794.88 \text{ KgBOD}$$

$$\text{GHG} = 5.9877 \text{ TonCH}_4$$

$$= 149.69 \text{ TonCo}_2\text{e}$$

3.2 ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนระบายสู่อุณหภูมิ(11 คร้วเรือน)

$$\text{TOW (KgBOD)} = 2,525.04 \text{ KgBOD}$$

$$\text{GHG} = 0.7575 \text{ TonCH}_4/\text{yr}$$

$$= 18.94 \text{ TonCo}_2\text{e} / \text{yr}$$

3.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชนกรณีฐาน = 168.63 TonCo<sub>2e</sub> /yr

## 4. การคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียชุมชนหลังการใช้ถังดักไขมัน(แบบเปิด) ตามโครงการ

4.1 ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ระบายน้ำที่สู่อุณหภูมิโดยไม่ผ่านการบำบัด (372 คร้วเรือน)

$$\text{TOW (KgBOD)} = 94,576.32 \text{ KgBOD}$$

$$\text{GHG} = 5.6745 \text{ TonCH}_4/\text{yr}$$

$$= 141.86 \text{ TonCo}_2\text{e}/\text{yr}$$

4.2 ก๊าซเรือนกระจกจากคร้วเรือนที่ติดตั้งถังดักไขมัน(แบบปิด) ก่อนระบายสู่อุณหภูมิ(11 คร้วเรือน)

$$\text{TOW (KgBOD)} = 2,525.04 \text{ KgBOD}$$

$$\text{GHG} = 0.7575 \text{ TonCH}_4/\text{yr}$$

$$= 18.94 \text{ TonCo}_2\text{e}/\text{yr}$$

4.3 ก๊าซเรือนกระจกจากครัวเรือนที่ติดตั้งถังถังแก๊ส (แบบเปิด) ตามโครงการ (20 ครัวเรือน)

TOW (KgBOD)	=	2,351.38 KgBOD
GHG	=	0.0 TonCH <sub>4</sub> /yr
	=	0.0 TonCO <sub>2e</sub> /yr

4.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ = 160.80 TonCO<sub>2e</sub>

5. ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการจัดการน้ำเสียชุมชนโดยการใช้ถังถังแก๊สแบบเปิดก่อนระบายสู่สาธารณะ

$$\begin{aligned} &= 168.63 - 160.80 \text{ TonCO}_{2e}/\text{yr} \\ &= 7.83 \text{ TonCO}_{2e}/\text{yr} \end{aligned}$$

### สรุปผลการวิจัย

การจัดการน้ำเสีย ณ แหล่งกำเนิด ในชุมชนกาดกองต้าเหนือและชุมชนกาดกองต้าใต้ โดยการประยุกต์ใช้ถังถังแก๊สที่มีลักษณะเป็นระบบเปิดมีการระบายอากาศได้ ที่สามารถควบคุมการเกิดก๊าซมีเทนจากการหมักแบบไร้อากาศ ซึ่งเป็นก๊าซที่มีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สูงถึง 25 เท่า ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้น เป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

### กิตติกรรมประกาศ

เอกสารฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ “สร้างน้ำใส ลดน้ำเสีย ด้วยพลังชุมชนสู่สังคมคาร์บอนต่ำ” ซึ่งดำเนินการภายใต้โครงการศึกษาแนวทางการยกระดับการเสริมสร้างศักยภาพการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในบริบทความตกลงปารีส ในปีงบประมาณ 2561 ทั้งนี้ การดำเนินโครงการจะไม่สามารถบรรลุผลสำเร็จหากไม่ได้รับการสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง รวมทั้งชุมชนกาดกองต้าใต้และกาดกองต้าเหนือ เทศบาลนครลำปาง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการเป็นอย่างดี ตลอดจนทั้งการประสานงานภาคีอำเภอเมืองลำปางที่ได้อำนวยความสะดวกข้อมูลน้ำประปา และเจ้าหน้าที่องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) ที่ให้คำชี้แนะและองค์ความรู้ในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ถังถังแก๊ส ดังนั้น จึงขอแสดงความขอบคุณและหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาบนความร่วมมือครั้งนี้ จะเป็นแนวทางประกอบการแก้ไขปัญหาวิกฤตแม่น้ำวังให้แก่หน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ได้ต่อไป

นางสิริวัฒนา กังวาลเลิศ

## เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ.คุณภาพน้ำและการจัดการ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/water\\_wt.html#s7](http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html#s7)
- ปวีณา พาณิชยพิเชฐ. การลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย. สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผลองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (ออนไลน์). สืบค้นจาก :  
[http://conference.tgo.or.th/download/tgo\\_or\\_th/Article/2017/Waste\\_GHGs.pdf](http://conference.tgo.or.th/download/tgo_or_th/Article/2017/Waste_GHGs.pdf) (23 มิถุนายน 2561).
- วิลาสินี อยู่ชัชวาล.(2561). *เอกสารการอบรม เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก*. ใน โครงการสร้างน้ำใส ลดน้ำเสียด้วยพลังชุมชนสู่สังคมคาร์บอนต่ำ.สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง  
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- สำนักวิเคราะห์และติดตามประเมินผล องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2561). คู่มือ การคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก สำหรับโครงการภาคพลังงานและของเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2561.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2558). คู่มือ การจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง. พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2558. ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2558). แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร. พิมพ์ครั้งที่ 5 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3, ตุลาคม 2559). บริษัทพีทู ดีไซน์ แอนด์ พริ้นท์ จำกัด.