แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้าน

การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

Supported by:

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action

IKI International Climate Initiative

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

กรมควบคุมมลพิษ Pollution Control Department

on the basis of a decision by the German Bundestag

ร่วมกับ

อบก. TGO

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้าน

การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

หนังสือฉบับนี้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการการจัดการของเสียแบบผสมผสานเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก (TGCP-Waste) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานความร่วมมือไทย-เยอรมันด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยร่วมดำเนินงานระหว่างกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทส.) และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในหนังสือฉบับนี้ มาจากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของประเทศไทยและต่างประเทศระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2564

คพ. GIZ และหน่วยงานบริหารโครงการ (Project Management Unit: PMU) ขอแนะนำให้ท่านปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะและน้ำเสียอย่างใกล้ชิดก่อนนำข้อมูลไปปรับใช้ในบริบทของท่าน เนื่องจากความแตกต่างและข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่ อาทิ สภาพภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรต่างๆ เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ผลลัพธ์ของการดำเนินงานอาจมีความแตกต่างไปจากสิ่งที่นำเสนอในหนังสือฉบับนี้

คำนำ

ประเทศไทยได้ลงนามในความตกลงปารีส (Paris Agreement) ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) เมื่อปี พ.ศ. 2559 ซึ่งภายใต้ความตกลงปารีสนี้ ประเทศที่เป็นภาคีจะต้องมีการดำเนินงานในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อาทิ การลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มความสามารถในการฟื้นตัวจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยประเทศที่เป็นภาคีจะต้องมีข้อเสนอเป้าหมายการดำเนินงานด้านการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution (NDC)) ของประเทศทุกๆ 5 ปี จากการประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 26 (COP 26) ปี พ.ศ. 2564 ณ เมืองกลาสโกว์ สหราชอาณาจักร ประเทศไทยได้ประกาศเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกที่ร้อยละ 20 ถึง 25 ภายในปี พ.ศ. 2573 หรือร้อยละ 40 หากได้รับการสนับสนุนจากต่างประเทศ และประเทศไทยจะมุ่งสู่การเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี พ.ศ. 2593 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Greenhouse Gas Emission) ภายในปี พ.ศ. 2608

กรมควบคุมมลพิษ (คพ.) เป็นผู้รับผิดชอบหลักของสาขาของเสียในการพัฒนามาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก การสนับสนุนทางวิชาการแก่หน่วยงานที่ดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งสนับสนุนกระบวนการการตรวจวัดรายงาน และการทวนสอบ (Measurement Reporting and Verification: MRV) ในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และการจัดการน้ำเสียชุมชนของประเทศไทย ดังนั้น กรมควบคุมมลพิษ ด้วยความร่วมมือกับองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) ภายใต้โครงการการจัดการของเสียแบบผสมผสานเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก (TGCP-Waste) ได้มอบหมายให้คณะที่ปรึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มก.) ศึกษาและรวบรวมแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และน้ำเสียชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เพื่อเป็นตัวอย่างที่ดีในการเผยแพร่การดำเนินงานการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสียชุมชนของประเทศไทย

นอกจากการรวบรวมข้อมูลแล้ว ยังมีกลไกการดำเนินงานของคณะทำงานที่ได้รับเกียรติจากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้แทนจากหน่วยงานต่างๆ เข้าร่วมเป็นคณะบริหารงานโครงการ (Project Management Unit: PMU) ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (สส.) กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น (สถ.) องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) องค์การจัดการน้ำเสีย (อจน.) และกรุงเทพมหานคร (กทม.) ผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานดังกล่าวได้ให้การสนับสนุนทางวิชาการโดยการให้ข้อเสนอแนะต่อระเบียบวิธีการคำนวณก๊าซเรือนกระจก เสนอแนะและคัดเลือกแหล่งศึกษาอ้างอิง และให้ข้อเสนอแนะต่อผลการศึกษาเพื่อปรับปรุงข้อมูลให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการและการปฏิบัติงานจริงผ่านการประชุมผู้ทรงคุณวุฒิประจำเดือนอีกด้วย

กรมควบคุมมลพิษ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือฉบับนี้ จะสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาแนวทาง การลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และน้ำเสียชุมชน โดยสามารถศึกษาจากแนวทางการปฏิบัติและเทคโนโลยีการจัดการที่เป็นตัวอย่างที่ดี เพื่อเป็นแนวทางแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่างๆ ในการพิจารณาการจัดการของเสียที่เป็นมิตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ต่อไป

กรมควบคุมมลพิษ

สารบัญ

คำนำ 6

คำจำกัดความและคุณลักษณะของแนวทางการปฏิบัติที่ดี และเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 11

การคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยี แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 15

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 21

- การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง 22
  WASTE SORTING AND MATERIAL RECOVERY AT SOURCE
- การบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพ โดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ 38
  MECHANICAL-BIOLOGICAL TREATMENT WITH BIODRYING AND RDF PRODUCTION
- เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตไฟฟ้า 48
  WASTE-TO-ENERGY INCINERATION
- การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ 60
  SEMI-AEROBIC LANDFILL
- กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ 72
  LANDFILL GAS TO ENERGY (LFGTE)
- การหมักปุ๋ย 84
  COMPOSTING

ภาคผนวก 98

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
เป็นการดำเนินการหรือกิจกรรมด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน ลดการทำลายสภาพภูมิอากาศ รวมถึงไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม จากมลพิษต่างๆ โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่ลดลง เมื่อเทียบกับกรณีฐาน

1

คำจำกัดความและคุณลักษณะของแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.1 คำจำกัดความ

คำจำกัดความของแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า Climate-friendly Practices and Technology แต่เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและใช้ได้กว้างขวางมากขึ้นจึงใช้คำว่าคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวทางการปฏิบัติที่ดีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

หมายถึงการดำเนินการหรือกิจกรรมด้านการจัดการขยะมูลฝอยที่จุดกำเนิดต้นทาง (Upstream) กลางทาง (Midstream) และปลายทาง (Downstream) ลดการทำลายสภาพภูมิอากาศด้วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงหรือลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมจากมลพิษต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการ และกิจกรรมนั้นๆ

ส่วนใหญ่แนวทางการปฏิบัติที่ดีฯเป็นการดำเนินการที่จุดกำเนิดต้นทาง (Upstream) ตัวอย่างเช่น การลดปริมาณขยะ การคัดแยกขยะ และการกลับคืนวัสดุ เป็นต้น

เทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

หมายถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยทั้งต้นทาง กลางทางและปลายทาง ที่ลดการทำลายสภาพภูมิอากาศด้วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงหรือลดลง เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมจากมลพิษต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการในกิจกรรมนั้นๆ

เทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัด และกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนทั้งที่กลางทาง และปลายทาง ตัวอย่างเช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ บำบัดขยะด้วยความร้อน การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ เป็นต้น

1.2 แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยควรเป็นอย่างไร

การนำแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยในประเทศไทย นอกเหนือจากความสอดคล้องกับคำจำกัดความแล้ว ยังต้องคำนึงถึงบริบทของประเทศในด้านต่างๆ ด้วย

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยควรเป็นไปตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.2.1 สอดคล้องกับคำจำกัดความ ตามหัวข้อ 1.1

ลดการทำลายสภาพภูมิอากาศ

- ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงทั้งในและนอกภาคของเสีย โดย ลดการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์
- ลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมทั้งในและนอกภาคของเสีย เช่น ช่วยประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง ได้ผลผลิตที่สามารถทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล
- ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ได้รับการกำจัดมีค่าต่ำ

ลดการทำลายสภาพแวดล้อม

- ลดการเกิดมลพิษอื่นที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อม เช่น ฝุ่นละออง กลิ่นไม่พึงประสงค์
- ลดการเกิดมลพิษในบรรยากาศและในระบบนิเวศ

1.2.2 สนับสนุนเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ และนโยบายการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

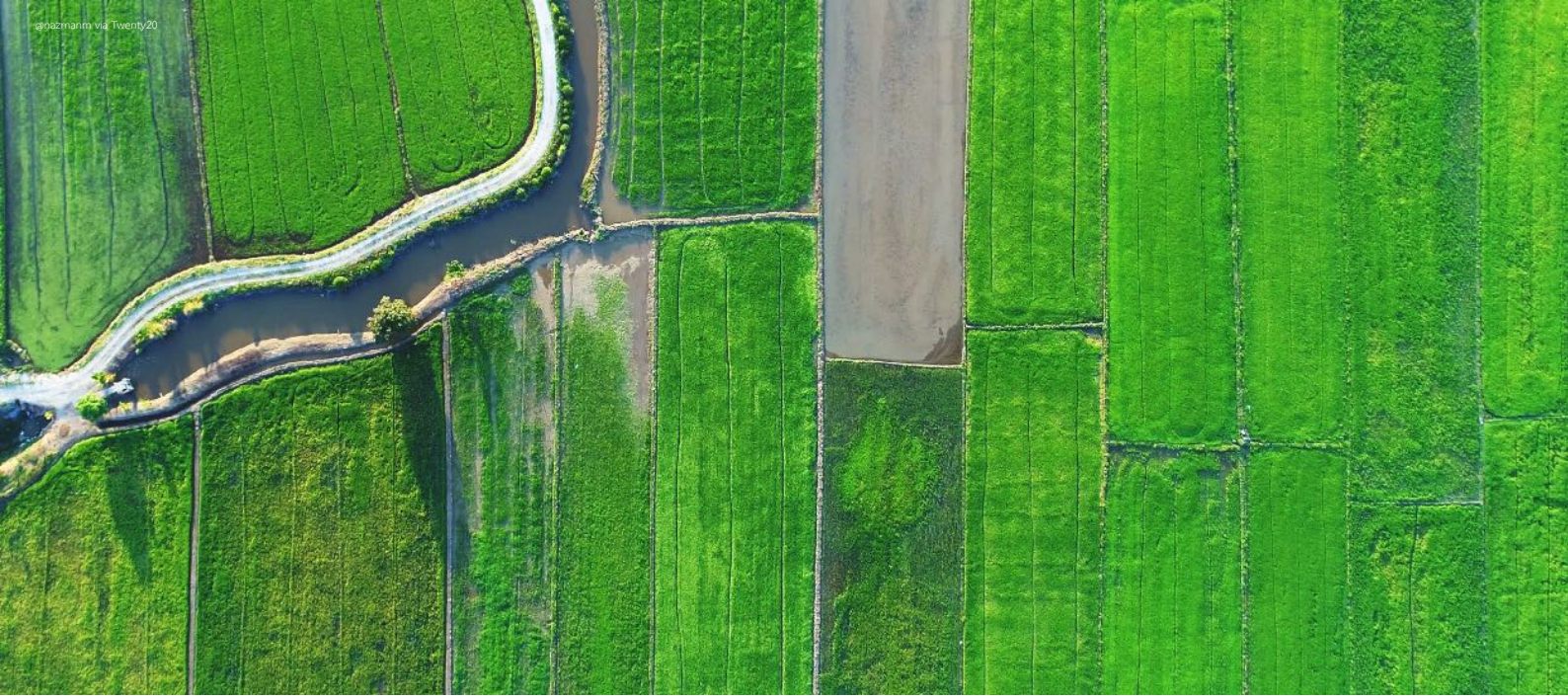
เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก

ควรสนับสนุนเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2573 (Nationally Determined Contribution) การมุ่งสู่เป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน ภายในปี พ.ศ. 2593 และการบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ได้ในปี พ.ศ. 2608

นโยบายของประเทศ

ควรสนับสนุนนโยบายการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศ ทั้งต้นทาง กลางทางและปลายทาง รวมทั้งสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย ปี พ.ศ. 2564 - 2573 ได้แก่

- ลดการเกิดขยะ ณ จุดกำเนิด
- ส่งเสริมการนำขยะมาใช้ประโยชน์
- ใช้เทคโนโลยีในการกำจัดขยะที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก



1.2.3 เหมาะสมและมีความเป็นไปได้เชิงเทคนิคที่ดีในการดำเนินการในประเทศไทย

- มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการ บำบัด และกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน ในการลดการปล่อยสารมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม
- มีพื้นที่ที่ต้องการในการติดตั้งเทคโนโลยีบำบัดหรือกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน
- มีความต้องการหรือความยุ่งยากในการเดินระบบหรือบำรุงรักษาระบบให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุปกรณ์หรือระบบควบคุมที่มีลักษณะเฉพาะต้องการบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะไม่มากนัก
- มีความต้องการหรือความยุ่งยากในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นระหว่างการบำบัดหรือกำจัดน้อย
- มีช่วงอายุการใช้งานระบบที่สามารถใช้งานในการบำบัดหรือกำจัดอย่างต่อเนื่อง รวมถึงความยืดหยุ่นและสามารถปรับให้สอดคล้องกับปริมาณและสมบัติของขยะที่เปลี่ยนแปลงได้

1.2.4 การสนับสนุนการพัฒนาด้านสังคมเพื่อเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

ควรต้องมีการพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ความเข้าใจและการยอมรับและรับรู้ของสังคม
- การมีกระบวนการการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินการ หรือกระบวนการในการบำบัด หรือกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน
- มีความเหมาะสมในการลงทุน และก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อประชาชน ชุมชน และสังคม
- สนับสนุนการจ้างงานการใช้ประโยชน์พื้นที่หรือผลพลอยได้จากการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนในท้องถิ่น

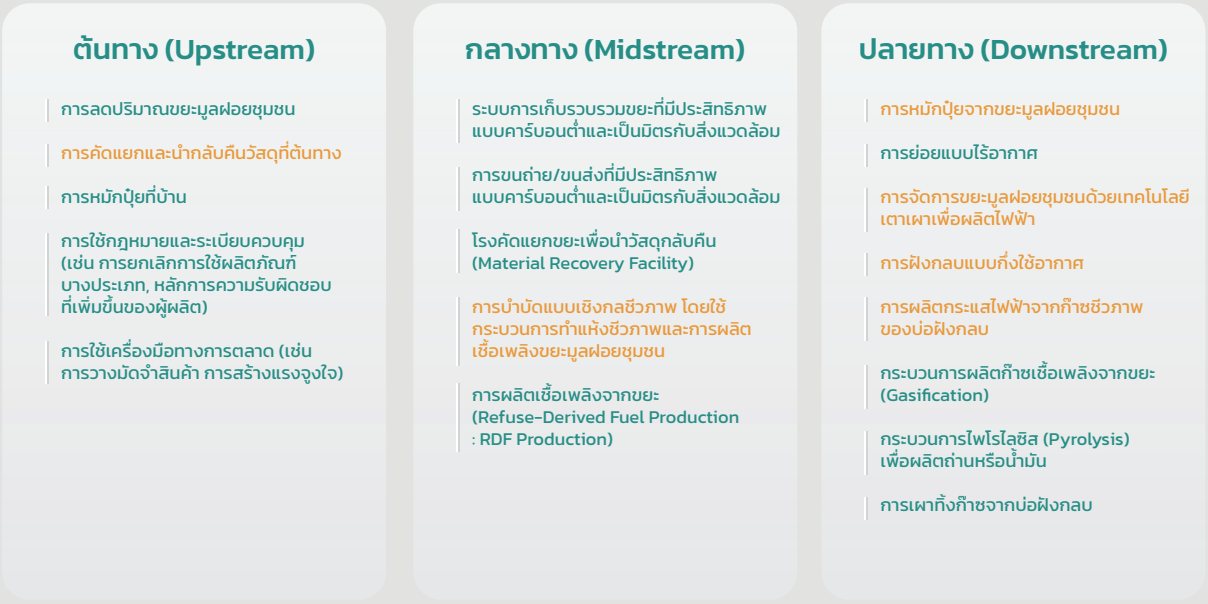
ขยะทั่วไป
ขยะอินทรีย์
ขยะรีไซเคิล
ขยะอันตราย

2

การคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.1 การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทย

การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทย สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับด้วยกันได้แก่ การจัดการในระดับต้นทาง หมายถึง การจัดการที่ต้นทางจากแหล่งกำเนิด เช่น จากครัวเรือน ร้านค้า สถานที่ราชการ หรือห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ก่อนได้รับการขนถ่ายสู่การบำบัดต่อไป การจัดการในระดับกลางทางเป็นการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการขนถ่ายขยะมูลฝอยชุมชน จากต้นทางไปสถานีขนถ่าย โรงคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำวัสดุกลับคืน (Material Recovery Facility) และการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในระบบบำบัดขยะแบบเชิงกลชีวภาพ (Mechanical-Biological Treatment) ส่วนการจัดการขยะในระดับปลายทางเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีในการบำบัดและกำจัดขยะเป็นส่วนใหญ่ รูปที่ 2.1 แสดงการจัดการขยะในระดับต้นทาง กลางทาง และปลายทาง โดยแนวทางการปฏิบัติและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงและเข้าเกณฑ์ตามเงื่อนไขของการเป็นมิตรต่อการสภาพภูมิอากาศแสดงโดยใช้ตัวอักษรสีส้ม



รูปที่ 2.1 การจัดการขยะในระดับต้นทาง กลางทางและปลายทาง

2.2 การคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.2.1 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EMISSION REDUCTION)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน เป็นประเด็นที่สำคัญในการคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ดังนั้นการคำนวณการปล่อยและการลดก๊าซเรือนกระจกต้องแม่นยำและชัดเจน วิธีการที่ใช้ในการคำนวณจึงต้องมีการอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น วิธีการคำนวณของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกในเวทีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือวิธีการจากโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) ซึ่งได้รับการรับรองจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการคำนวณอื่นๆ ที่ได้รับการยอมรับ เช่น จาก Greenhouse Gas Protocal (WRI) เป็นต้น ทั้งนี้แต่ละวิธีการมีวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานและสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณที่แตกต่างกัน จึงต้องทำความเข้าใจกับเงื่อนไขการใช้งานของแต่วิธีการก่อนนำข้อมูลไปใช้งานด้วย

ขยะมูลฝอยชุมชนมาจากการเปรียบเทียบผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก 2 กรณี คือ

1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีที่ไม่มีกิจกรรมแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น ในส่วนของการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนหมายถึงกรณีที่ขยะมูลฝอยชุมชนถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีพื้นฐานของประเทศคือการฝังกลบ (Landfill) การคำนวณการปล่อยจากกรณีฐานได้จากการใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ของขยะ

มูลฝอยชุมชน(เช่นปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชน) ที่กำจัดโดยวิธีฝังกลบ โดยนำมาคำนวณร่วมกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) ของการกำจัดแบบฝังกลบ และใช้ค่าแนะนำจาก IPCC ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้จากกรณีฐานนี้ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นหลัก และคำนวณเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับกรณีมีแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นการคำนวณปริมาณการปล่อยจากข้อมูลกิจกรรมของขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีที่เข้าสู่การจัดการ การบำบัดหรือการกำจัดตามแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีนั้นๆ นำมาคำนวณร่วมกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละเทคโนโลยีที่ดำเนินการ ซึ่งอาจเป็นค่าแนะนำจาก IPCC หรือค่าจากการตรวจวัดจริงที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศ (Country specific value) ของเทคโนโลยีนั้นๆ โดยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีนี้อาจประกอบด้วยก๊าซมีเทน ไนตรัสออกไซด์หรือคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วแต่กรณี และคำนวณรวมเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับกรณีฐาน

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เท่ากับปริมาณการปล่อยจากกรณีฐานหักลบกับการปล่อยจากกิจกรรมแนวทางปฏิบัติทีดีและเทคโนโลยีนั้นๆ

2.2.2 ปริมาณการปล่อยในภาคของเสีย นอกภาคของเสีย และการหลีกเลี่ยงการปล่อย (AVOIDED EMISSION)

การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยโดยตรงจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีนั้นๆ เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยจากกรณีฐาน เช่น ปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดได้จากการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศเทียบกับปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากกรณีฐานจากการฝังกลบ เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกภาคของเสีย หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีนั้นๆ มีส่วนทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณหรือช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคอื่นๆ ที่ไม่ใช้ภาคของเสีย เช่น ภาคพลังงานเป็นต้น ตัวอย่างเช่น การคัดแยกและนำกลับพลาสติกมาใช้ใหม่ ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตพลาสติกจากภาคพลังงานและอุตสาหกรรม เป็นต้น การเพิ่มหรือลดการปล่อยกรณีนี้ถือเป็นการปล่อยทางอ้อมและใช้ระบบการประเมินวัฏจักรคาร์บอนมาช่วยในการคำนวณ

การหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Avoided Emission) หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เมื่อใช้ผลิตผลจากการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน เพื่อไปชดเชยการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตพลังงาน โดยเฉพาะการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบ หรือจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่งส่วนกลาง ยกตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนที่ได้จากกระบวนการฝังกลบ สามารถนำไปทดแทนถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ดังนั้นการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงคำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในปริมาณที่ต้องใช้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ถูกทดแทนด้วยการใช้ก๊าซมีเทนจากการฝังกลบ

2.2.3 การคัดเลือกทางด้านเทคนิคและสังคม

ปัจจัยทางด้านเทคนิคและสังคมเป็นองค์ประกอบที่ช่วยตัดสินใจการคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติที่ดีหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมตามประเด็นที่พิจารณาในแต่ละด้าน โดยใช้วิธีการประเมินให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน และเปรียบเทียบเป็นระดับคะแนน 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลางและสูง

2.3 ผลการคัดเลือกแนวทางการปฏิบัติและเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.3.1 แนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากผลการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแนวทางการปฏิบัติที่ดีในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบกับการปล่อยในกรณีฐาน สามารถสรุปร้อยละของการลดก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณและการจัดลำดับแนวทางการปฏิบัติที่ดีที่มีศักยภาพสูงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในแต่ละรูปแบบได้ดังแสดงในตาราง

แนวทางปฏิบัติที่ดีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของขยะมูลฝอยชุมชน	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกจากกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)			ร้อยละการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินโครงการ	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	พัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ
	ในภาคของเสีย	นอกภาคของเสีย	รวม			ระดับ	ระดับ
การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง	19.71	38.87	58.58	0.32	58.90	สูง	ปานกลาง
การหมักปุ๋ยที่บ้าน (อัตราการมีส่วนร่วม ร้อยละ 80)	21.29	-	21.29	0.28	21.57	สูง	ปานกลาง
การลดปริมาณขยะ	5.00	-	5.00	0.07	5.07	สูง	ปานกลาง
การหมักปุ๋ยที่บ้าน (อัตราการมีส่วนร่วม ร้อยละ 10)	2.66	-	2.66	0.04	2.70	สูง	ปานกลาง

สมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณเบื้องต้น มีดังนี้

- การลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน: ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องส่งกำจัดโดยการฝังกลบลดลงร้อยละ 5 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น
- การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง: การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทางช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัดโดยการฝังกลบร้อยละ 25 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น
- การหมักปุ๋ยที่บ้าน (กรณีอัตราการมีส่วนร่วมร้อยละ 10): ขยะอินทรีย์ร้อยละ 50 ถูกคัดแยกไปทำปุ๋ยหมักที่บ้าน ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัดโดยการฝังกลบร้อยละ 3 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น
- การหมักปุ๋ยที่บ้าน (กรณีอัตราการมีส่วนร่วมร้อยละ 80): ขยะอินทรีย์ร้อยละ 50 ถูกคัดแยกไปทำปุ๋ยหมักที่บ้าน ซึ่งช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัดโดยการฝังกลบร้อยละ 22 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น

2.3.2 เทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากผลการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเปรียบเทียบกับการปล่อยในกรณีฐาน สามารถสรุปร้อยละของการลดก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณและการจัดลำดับเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในแต่ละรูปแบบได้ดังแสดงในตาราง

เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของขยะมูลฝอยชุมชน	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกจากกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)			ร้อยละการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินโครงการ	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	พัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ
	ในภาคของเสีย	นอกภาคของเสีย	รวม			ระดับ	ระดับ
การบำบัดแบบเชิงกลชีวภาพ โดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ รวมการขนส่งถ่านหิน	93.1	35.4	128.5	-	128.5	ปานกลาง	ปานกลาง
การบำบัดแบบเชิงกลชีวภาพ โดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ ไม่รวมการขนส่งถ่านหิน	93.1	(2.0)	91.1	-	91.1	ปานกลาง	ปานกลาง
เตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตไฟฟ้า	53.9	(2.5)	51.5	12.2	63.7	ปานกลาง	ปานกลาง
การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน	24.4	2.6	30.1	2.6	32.7	ปานกลาง	ปานกลาง
การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ	50.0	-	50.0	-	50.0	สูง	สูง
การหมักปุ๋ยจากขยะมูลฝอยชุมชน	23.6	(3.3)	20.3	-	20.3	ปานกลาง	ปานกลาง

หมายเหตุ ตัวเลขในเครื่องหมายวงเล็บแสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกภาคของเสีย

ขยะมูลฝอยชุมชน

3

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เมื่อนำไปปฏิบัติจริงในพื้นที่อาจมีความแตกต่างกัน เนื่องจากสภาพและสถานการณ์ของพื้นที่นั้นๆ การดำเนินการอาจมีข้อจำกัดต่างกันส่งผลให้การลดก๊าซเรือนกระจกมีศักยภาพต่างกันไปด้วย นอกจากนี้การประเมินก๊าซเรือนกระจกโดยวิธีการคำนวณอาจมีความแตกต่างจากการตรวจวัดจริงเนื่องจากสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจริงจากพื้นที่ บทนี้นำเสนอการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่มีการดำเนินการอยู่ในประเทศไทย โดยคัดเลือกจากแนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุมทั้งการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทาง กลางทางและปลายทาง

ทั้งนี้ตัวอย่างการดำเนินงานในพื้นที่จริงจะอยู่ที่ระบบปลายทางเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างการประเมินการดำเนินงานของ เทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

การดำเนินงานที่ระบบต้นทาง

การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง (Waste Separation and Material Recovery at Source)

การดำเนินงานที่ระบบกลางทาง

เทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพโดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Mechanical-Biological Treatment with Biodrying and RDF Production)

การดำเนินงานที่ระบบปลายทาง

- เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตไฟฟ้า (Waste-to-Energy Incineration: WtEI)
- เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน (Landfill Gas to Energy)
- เทคโนโลยีการหมักปุ๋ยจากขยะมูลฝอยชุมชน (Composting)
- เทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi - Aerobic Landfill)

แนวปฏิบัติที่ดี

1. การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง

(WASTE SORTING AND MATERIAL RECOVERY AT SOURCE)

QUICK INFO

เป็นแนวทางการปฏิบัติที่ดีเพื่อจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่แหล่งกำเนิด ตัวอย่างเช่น การคัดแยกขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายไปทำปุ๋ยหมัก (COMPOSTING) การคัดแยกขวดพลาสติกขวดแก้ว กระป๋องโลหะไปใช้ซ้ำหรือแปรรูป (REUSE, RECYCLE, UPCYCLE) และการคัดแยกเศษพลาสติกเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงขยะ (REFUSE DERIVED FUEL: RDF) เป็นต้น

ตัวอย่างการนำแนวทางการปฏิบัตินี้ ไปใช้อย่างเป็นรูปธรรมในประเทศไทย ได้แก่ เทศบาลตำบลอุโมงค์ จังหวัดลำพูน และเทศบาลตำบลเวียงเทิง จังหวัดเชียงราย ซึ่งสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 64 และ 113 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

GHG

ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่จำเป็นต้องถูกกำจัดในขั้นตอนต่อไปลดลง ซึ่งส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการรวบรวม ขนถ่าย และการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนลดลงด้วย นอกจากนี้ ยังช่วยหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นจากการผลิตวัสดุขึ้นมาใหม่อีกด้วย

ความรู้ ความเข้าใจ และความร่วมมือของภาคประชาชนเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญของแนวปฏิบัตินี้

แนวทางปฏิบัตินี้ สามารถทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้งบลงทุนหรือความเชี่ยวชาญ ส่งผลดีทางเศรษฐกิจต่อชุมชน และสนับสนุนระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน

รายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติที่ดี

การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง

กระบวนการหรือกิจกรรมที่จัดแบ่ง หรือคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนเป็นประเภทต่างๆ ตามองค์ประกอบ เช่น ขยะเศษอาหาร ขยะจากสวน เศษกระดาษ ขยะพลาสติก แก้วใช้แล้ว เศษโลหะและอะลูมิเนียม โดยใช้แรงงานคน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทุกคน ทุกวัย ที่บ้าน ที่โรงเรียน ที่ศูนย์กิจกรรมของชุมชน หรือเทศบาล เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อนำกลับคืนวัสดุที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) การแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (Recycle และ Upcycle) ตลอดจนการนำกลับไปใช้ประโยชน์แบบอื่นๆ (Utilization) เช่น การผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)

ประโยชน์โดยตรงของการคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทางมีหลายประการ เช่น

1. ช่วยให้ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่จำเป็นต้องถูกกำจัดในขั้นตอนต่อไปลดลง
2. ช่วยให้กระบวนการนำวัสดุที่คัดแยกแล้วกลับไปใช้ประโยชน์สามารถทำได้ง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพ ลดการปนเปื้อนที่จำเป็นต้องกำจัด (Reject)
3. ช่วยให้การออกแบบและเดินระบบของเทคโนโลยีที่ใช้จัดการขยะมูลฝอยชุมชนในขั้นตอนต่อไป (Downstream treatment) ทำได้สะดวก และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
4. ช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนของมลพิษในสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการรวบรวมขนถ่าย และการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนในขั้นตอนต่อไป นอกจากนี้ ยังช่วยหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นจากการผลิตวัสดุขึ้นมาใหม่อีกด้วย
5. เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และอนุรักษ์พลังงานอย่างยั่งยืน จากการหลีกเลี่ยงการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่
6. สร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือนและชุมชน (เช่น จากการขายขยะรีไซเคิล การขายผลิตภัณฑ์แปรรูป) สร้างงาน และสนับสนุนระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน

ตัวอย่างการคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุเพื่อใช้ประโยชน์ในระดับครัวเรือนและชุมชน ได้แก่

การคัดแยกขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย เช่น เศษอาหาร ขยะสวน เพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ

การทำภาชนะใหม่จากขยะบรรจุภัณฑ์

การรวบรวมเศษพลาสติกที่รีไซเคิลได้ยาก เพื่อส่งขายเป็นเชื้อเพลิงขยะ

แนวทางการปฏิบัตินี้ สอดคล้องและสนับสนุนหลักการ 3Rs ซึ่งเป็นหลักการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่สำคัญ และมีการปฏิบัติอย่างแพร่หลายทั้งโลก หลักการ 3Rs ถูกประกาศใช้เป็นครั้งแรกที่ประเทศญี่ปุ่น ในปี ค.ศ. 2005 (Ministry of the Environment, 2021) ประกอบด้วย

Reduce การใช้น้อย ใช้เท่าที่จำเป็น และคิดก่อนใช้

Reuse การใช้ซ้ำ การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

Recycle การแปรรูปใช้ใหม่ เช่น ในกลุ่มบรรจุภัณฑ์พลาสติก กระดาษ อะลูมิเนียมและแก้ว เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

วิธีดำเนินการ

การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง ที่มีประสิทธิภาพและทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรต้องมีการพิจารณาถึง

1. ความพร้อม ความรู้ ความเข้าใจ และความร่วมมือของชุมชนซึ่งเป็นแกนหลักที่จะผลักดันให้แนวทางการปฏิบัตินี้ ดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง
2. ความต้องการและลักษณะการใช้ประโยชน์วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ถูกคัดแยก/นำกลับคืน/แปรรูปได้ หมายรวมถึงปริมาณของผู้ใช้หรือตลาดที่พร้อมรองรับวัสดุฯ ศักยภาพและประสิทธิภาพของการรวบรวมและส่งต่อวัสดุฯ ความยั่งยืนของตลาดและกลไกที่เกี่ยวข้อง
3. ลักษณะของเทคโนโลยีที่ใช้จัดการขยะมูลฝอยชุมชนในขั้นตอนต่อไป (Downstream Treatment)
4. อื่นๆ เช่น งบประมาณ นโยบายของท้องถิ่นและประเทศ

การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางทำได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ สามารถทำได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องใช้งบลงทุน อย่างไรก็ตาม การเตรียมภาชนะจัดเก็บ (เช่น ถุง ถังขยะ) ที่มีสีแตกต่างกัน หรือติดเครื่องหมายสีต่างๆ ที่เข้าใจง่าย ช่วยให้การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนทำได้สะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยทั่วไปการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามสีของถังขยะ ดังนี้

1) ถังสีเขียว

สำหรับขยะอินทรีย์ (Organic Waste) ที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว เช่น เศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ใบไม้ เป็นต้น แต่ไม่รวมซากพืช ซากสัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

2) ถังสีเหลือง

สำหรับคัดแยกขยะรีไซเคิล (Recyclable Waste) ขยะมูลฝอยชุมชนในกลุ่มพลาสติก กระดาษ อะลูมิเนียม แก้ว เหล็ก กระป๋องเครื่องดื่ม และกล่องเครื่องดื่มแบบ UHT เป็นต้น

3) ถังสีส้ม ถังสีแดง หรือถังสีเทาฝาส้ม

สำหรับคัดแยกขยะอันตราย (Hazardous Waste) ขยะมูลฝอยชุมชนที่ปนเปื้อนหรือมีองค์ประกอบของวัตถุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

4) ถังสีน้ำเงิน

สำหรับคัดแยกขยะทั่วไป (General Waste) ที่นอกเหนือจากกลุ่มขยะข้างต้น ส่วนใหญ่เป็นขยะปนเปื้อน แยกประเภทลำบาก ย่อยสลายยาก และไม่คุ้มค่าสำหรับนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น วัสดุห่อหุ้มอาหาร เป็นต้น

สำหรับการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในต่างประเทศนั้น หลายประเทศมีลักษณะคล้ายคลึงกับประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่ประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการคัดแยกในระดับความละเอียดมากกว่าประเทศไทย ตัวอย่างเช่น

- การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า มีกฎระเบียบสำหรับการคัดแยกและบรรจุขยะมูลฝอยชุมชนที่แตกต่างกันไปตามเขตการปกครองย่อย โดยสามารถแบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ขยะเผาไหม้ได้ (Combustible Waste) ขยะเผาไหม้ไม่ได้ (Non-combustible waste) ขยะรีไซเคิล (Recyclable Waste) และขยะขนาดใหญ่ (Bulky Waste) เช่น เฟอร์นิเจอร์ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Tokyo Metropolitan Government, 2021)
- การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในเมืองฮัมบวร์ค (Hamburg) ประเทศเยอรมัน คัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในครัวเรือน โดยแบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่ ขยะอินทรีย์คัดแยกลงถังสีเขียว เศษกระดาษคัดแยกลงถังสีฟ้า ขยะบรรจุภัณฑ์หรือพลาสติกคัดแยกลงถังสีเหลือง และขยะประเภทอื่นๆ คัดแยกลงถังสีเทาหรือสีดำ (Siechau, 2018) ซึ่งสีของถังกับประเภทของขยะมูลฝอยชุมชนที่คัดแยกค่อนข้างคล้ายคลึงกับของประเทศไทย
- การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในเมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย คัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในครัวเรือน โดยแบ่งเป็น 6 ประเภทได้แก่ 1) กระดาษและบรรจุภัณฑ์กระดาษคัดแยกลงถังสีแดง 2) ขยะอินทรีย์คัดแยกลงถังสีน้ำตาล 3) แก้วใสคัดแยกลงถังสีขาว 4) แก้วสีคัดแยกลงถังสีเขียว 5) บรรจุภัณฑ์ในกลุ่มพลาสติก UHT และอะลูมิเนียมคัดแยกลงถังสีเหลือง และ 6) ขยะอันตรายและขยะอื่นๆ คัดแยกลงถังสีม่วง (Stadt Wien, 2021)

การส่งเสริมการคัดแยกขยะและนำกลับไปใช้ประโยชน์ที่ต้นทางในประเทศไทย

การดำเนินการด้านนโยบายของภาครัฐ เช่น โครงการประกวดชุมชนปลอดขยะ (Zero waste) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทางเลือกจากขยะมูลฝอยชุมชน เป็นหนึ่งในแรงขับเคลื่อนที่สำคัญ ที่ทำให้เกิดการคัดแยกและนำขยะมูลฝอยชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2563 มีการคัดแยกและนำขยะมูลฝอยชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ประมาณ 8.36 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 33 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) ซึ่งยังคงต่ำกว่าเป้าหมายของประเทศตามแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศอยู่ร้อยละ 7 ทั้งนี้ เป็นผลมาจากสถานการณ์การแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรน่า (Covid-19) ที่ทำให้นำขยะมูลฝอยชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การลดก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ การลดก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดหรือกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน เช่น การลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากบ่อฝังกลบ และการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์จากเตาเผา เป็นต้น ส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ได้แก่ การลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในการรวบรวมและขนส่ง รวมทั้งการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการให้ได้มาซึ่งทรัพยากรและการผลิตวัตถุดิบตั้งต้นในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ การประเมินศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกของแนวทางการปฏิบัตินี้ควรคำนึงถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตด้วย ซึ่งในที่นี้หมายถึง การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์วัสดุ เช่น การหมักปุ๋ยจากขยะอินทรีย์ซึ่งจะมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์สู่บรรยากาศ เป็นต้น

ตัวอย่างการใช้แนวทางการปฏิบัติที่ดีในประเทศไทย

เทศบาลตำบลอุโมงค์

อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

รายละเอียดโครงการ

ข้อมูลพื้นฐาน
พื้นที่: 20.09 ตร.กม.
จำนวนประชากร: 12,882 คน (พ.ศ. 2563)
จำนวนหมู่บ้าน: 11 หมู่บ้าน
สภาพเศรษฐกิจ: เกษตรกรรม (84%) รับจ้างทั่วไป (9%) ค้าขาย (2%) รับราชการ (1%) อื่น ๆ (4%)

ในอดีตเทศบาลตำบลอุโมงค์เคยประสบปัญหาจากการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ไม่ถูกต้องและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2544 ผู้นำชุมชนได้รณรงค์การคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชน โดยมีอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และชาวบ้านให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางต่อเนื่องเรื่อยมา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2555 ชุมชนบ้านป่าเส้า (ชุมชนขนาดใหญ่) ได้รับรางวัลชนะเลิศจากโครงการประกวดชุมชนปลอดขยะ (Zero Waste) กลายเป็นชุมชนต้นแบบและเกิดการขยายผลสู่ชุมชนรอบข้างต่อเนื่อง จนในปี พ.ศ 2563 ที่ชุมชนบ้านไร่ ชุมชนหนึ่งในเทศบาลตำบลอุโมงค์ก็ได้รับรางวัลชนะเลิศจากโครงการ Zero Waste เช่นเดียวกัน

รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงที่ตั้งเทศบาลตำบลอุโมงค์ อ.เมือง จ.ลำพูน

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2542 — เกิดวิกฤติน้ำเน่าเสีย ขยะล้นเมือง และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย

พ.ศ. 2544 — เริ่มมีการคัดแยกขยะ และทำปุ๋ยหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์

พ.ศ. 2551 — จัดตั้งกองทุนธนาคารออมทรัพย์ขยะรีไซเคิลในชุมชน

พ.ศ. 2555 — ชุมชนบ้านป่าเส้าเป็นชุมชนต้นแบบที่ชนะเลิศโครงการ Zero waste ระดับประเทศ

พ.ศ. 2562 — ชุมชนบ้านไร่ได้เข้าร่วมโครงการ Zero waste และได้รางวัลรองชนะเลิศ 1

พ.ศ. 2564 — เทศบาลได้ทำ MOU ร่วมกับภาคีเครือข่าย เรื่อง แผนปฏิบัติการลำพูนเมืองสะอาดสู่ความยั่งยืน (ภายใต้ยุทธศาสตร์การจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาล)

รูปที่ 3.2 การกำจัดขยะอินทรีย์โดยการใช้ถังย่อยสลายขยะอินทรีย์
(ที่มา: สมพร สุยะ งานประชาสัมพันธ์ เทศบาลตำบลอุโมงค์)

รูปที่ 3.3 ชาวบ้านนำขยะจากบ้านเข้าร่วมกิจกรรมกองทุนขยะรีไซเคิลของหมู่บ้าน (ที่มา: สมพร สุยะ งานประชาสัมพันธ์ เทศบาลตำบลอุโมงค์)

รูปที่ 3.4 กิจกรรมธนาคารขยะของโรงเรียน
(ที่มา: สมพร สุยะ งานประชาสัมพันธ์ เทศบาลตำบลอุโมงค์)

การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางในเทศบาลตำบลอุโมงค์ มุ่งเน้นการจัดการขยะอินทรีย์ หรือขยะเปียกที่บ้านโดยใช้เสวียน ถังย่อยสลายขยะอินทรีย์ การทำปุ๋ยและน้ำหมักชีวภาพ และการนำไปเป็นอาหารสัตว์ สำหรับสถานประกอบการ เช่น ตลาดที่มีปริมาณขยะอินทรีย์มากและไม่สามารถจัดการในพื้นที่ได้ เทศบาลจะรวบรวมแล้วนำไปจัดการในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง โดยนำขยะอินทรีย์ไปเลี้ยงไส้เดือนดิน ทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งปุ๋ยและน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ในการทำการเกษตรทั้งกับแปลงของชาวบ้านเอง และแปลงเกษตรสาธิตของศูนย์การเรียนรู้ฯ ในส่วนของการจัดการขยะรีไซเคิล ทุกหมู่บ้านในตำบลอุโมงค์มีการจัดตั้งกองทุนบุญและมีการจัดผ้าป่าจากขยะรีไซเคิล ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 5 แสนบาท โดยนำเงินที่ได้ไปทำบุญให้กับสมาชิกที่เสียชีวิต และเป็นสวัสดิการต่างๆ ให้กับสมาชิกในชุมชน ซึ่งขยะรีไซเคิลที่ชาวบ้านนำมาเข้ากองทุนบุญเป็นเพียงส่วนหนึ่ง ยังมีขยะรีไซเคิลอีกส่วนที่ชาวบ้านคัดแยกและนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่าโดยตรง

สำหรับการจัดการขยะอันตราย ทุกหมู่บ้านจะมีจุดเก็บรวบรวมเพื่อให้ชาวบ้านคัดแยกแล้วนำมาทิ้ง และสิ้นปีเทศบาลจะรวบรวมและนำส่งบริษัทเอกชนกำจัดให้ถูกหลักสุขาภิบาลต่อไป ส่วนขยะทั่วไปที่เกิดขึ้นในครัวเรือนจะถูกคัดแยกและบรรจุลงในถุงดำของเทศบาล โดยถูกเก็บขนตามวันและเวลาที่กำหนด โดยบริษัทเอกชน เพื่อนำไปกำจัดอย่างถูกหลักสุขาภิบาลต่อไป ซึ่งอัตราค่ากำจัดขยะขึ้นกับปริมาณขยะที่ชาวบ้านนำมาทิ้ง ตามหลักผู้ก่อกำเนิดมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle)

รูปที่ 3.5 การใช้เสวียนเพื่อทำปุ๋ยหมักจากขยะเศษใบไม้กิ่งไม้

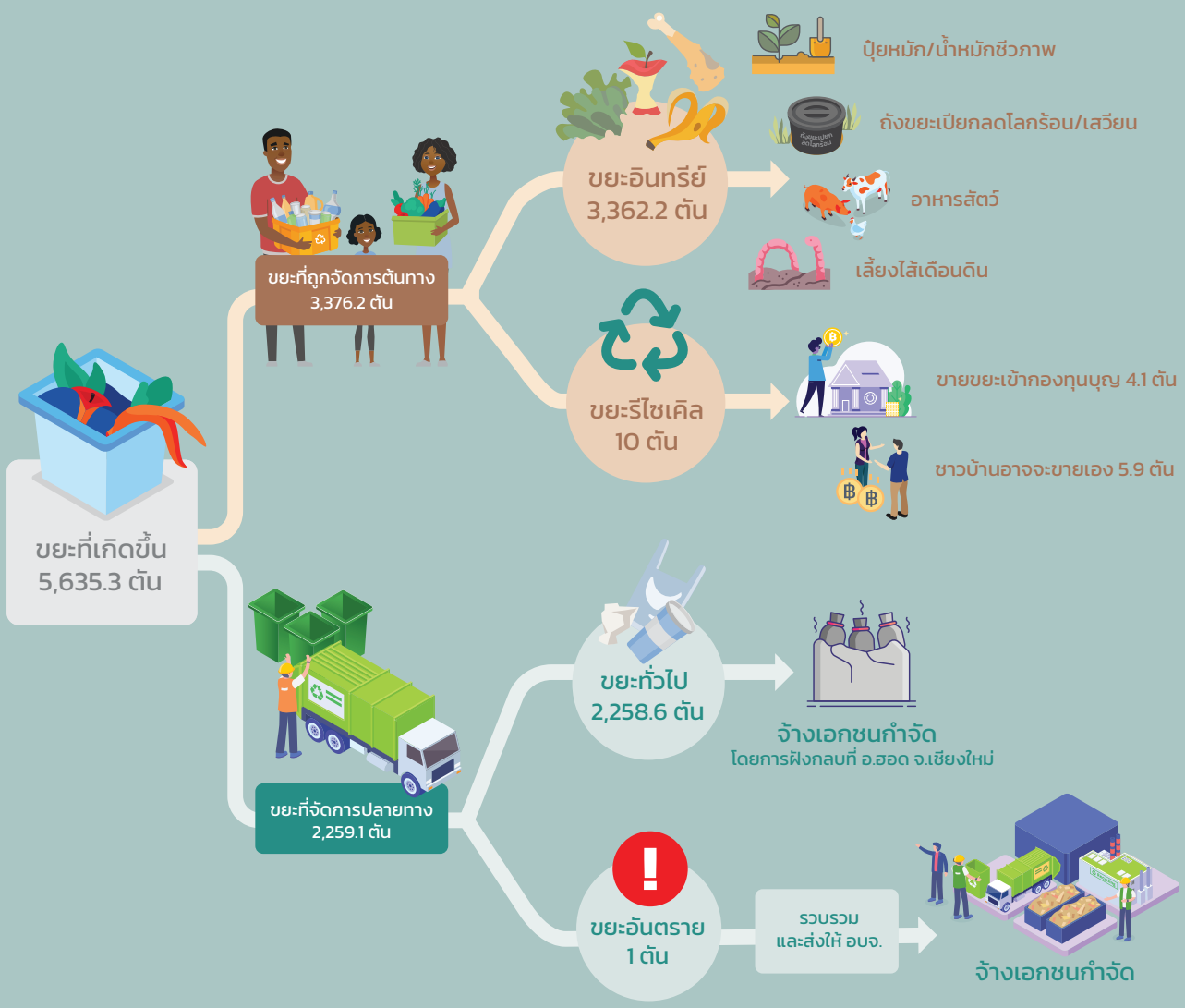
รูปที่ 3.6 การคัดแยกขยะรีไซเคิลและขยะทั่วไป (ถุงดำ) ที่บ้าน

รูปที่ 3.7 การนำเศษไม้เหลือทิ้งมาทำ “โก๋นผึ้งลดโลกร้อน” (ที่เลี้ยงผึ้งโพรง) ชุมชนบ้านไร่ เทศบาลตำบลอุโมงค์

รูปที่ 3.8 การนำเศษผักไปเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

รูปที่ 3.9 กิจกรรมธนาคารขยะ บ้านป่าเส้า เทศบาลตำบลอุโมงค์

เส้นทางการไหลและแนวทางปฏิบัติในการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลอุโมงค์ในปี พ.ศ. 2563



รูปที่ 3.10 เส้นทางการไหลและรูปแบบการจัดการขยะ
(ที่มา: เทศบาลตำบลอุโมงค์และการคำนวณของคณะวิจัย)

เทศบาลตำบลเวียงเทิง
อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย

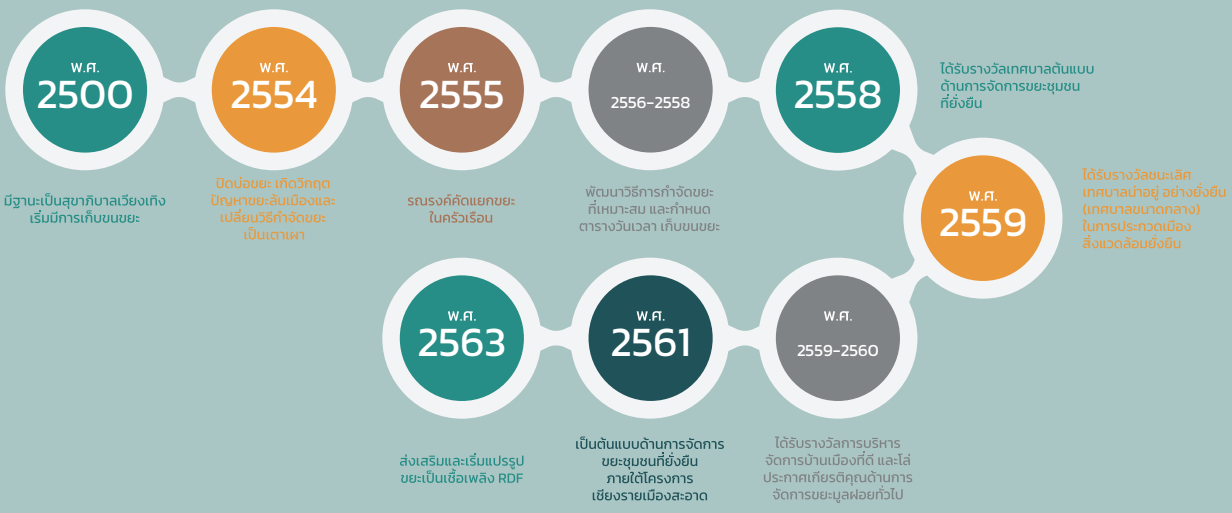
รายละเอียดโครงการ

ข้อมูลพื้นฐาน
พื้นที่: 12 ตร.กม.
จำนวนประชากร: 5,045 คน (พ.ศ. 2563)
จำนวนหมู่บ้าน: 5 หมู่บ้าน
สภาพเศรษฐกิจ: ค้าขาย เกษตรกรรม รับราชการ รับจ้างทั่วไป

ในปี พ.ศ. 2554 เทศบาลตำบลเวียงเทิงได้ยกฐานะเป็นเทศบาล มีการขยายเมือง ประชากรมากขึ้น ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเพิ่มมากขึ้น แต่บ่อขยะถูกสั่งปิด เนื่องจากปัญหากลิ่นรบกวน ทำให้เทศบาลไม่มีพื้นที่รองรับขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้น กลายเป็นปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนล้นเมือง เทศบาลจึงเปลี่ยนระบบกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนเป็นเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดเล็ก แต่เทศบาลยังคงมีปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนตกค้าง เนื่องจากขยะมูลฝอยชุมชนมีความชื้นสูงและเผาไม่ไหม้ จึงเริ่มรณรงค์ให้ชุมชนคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนในครัวเรือน ตั้งแต่ปี พ.ศ 2555 เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัด และพัฒนารูปแบบการจัดการขยะต้นทางต่อเนื่อง จนได้รับรางวัลด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนและการจัดการสิ่งแวดล้อม และเป็นแบบอย่างให้กับพื้นที่อื่นๆ จนถึงปัจจุบัน

รูปที่ 3.11 แผนที่แสดงที่ตั้งเทศบาลตำบลเวียงเทิง

ความเป็นมาของโครงการ



การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางในเทศบาลตำบลเวียงเทิง เทศบาลได้ระบุในเทศบัญญัติให้ชุมชนคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนตั้งแต่ต้นทาง ซึ่งปัจจุบันคัดแยกออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ ขยะอินทรีย์ ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย ขยะติดเชื้อ เศษแก้วหรือกระจก และเศษไม้หรือขยะอื่นๆ หากชุมชนไม่คัดแยกขยะมูลฝอยชุมชน เทศบาลจะไม่เก็บขนขยะมูลฝอยชุมชนไปกำจัด (การกำหนดเงื่อนไขการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในเทศบัญญัติเป็นไปตาม พรบ.รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง, ฉบับที่ 2 พ.ศ.2560) ซึ่งชุมชนในเขตเทศบาลให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ระบบธงสัญลักษณ์ถูกนำมาใช้ในการคัดแยกและจัดการขยะ โดยแบ่งเป็นธงเขียว ธงแดง และธงน้ำเงิน

ธงเขียว

ชาวบ้านที่เข้าร่วมโครงการธงเขียว จะมีการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนเป็น 7 ประเภทดังที่กล่าวไปข้างต้น แล้วชาวบ้านจะดำเนินการจัดการขยะอินทรีย์ที่บ้านเองทั้งหมด โดยใช้เสวียน ถังย่อยสลายขยะอินทรีย์ (ถังหมักลดโลกร้อน หรือถังกรีนโคน) และการทำปุ๋ยหมัก เป็นต้น ส่วนขยะรีไซเคิล ชาวบ้านจะนำไปขายหรือนำไปบริจาคเข้ากองทุนขยะสร้างสุขในหมู่บ้านและชาวบ้านบางส่วนก็นำขยะรีไซเคิลมาทำสิ่งประดิษฐ์ สำหรับขยะมูลฝอยชุมชนประเภทอื่นๆ โดยเฉพาะขยะทั่วไป ชาวบ้านจะนำมาทิ้งตามวันเวลาเพื่อให้เทศบาลกำจัดโดยเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนต่อไป

รูปที่ 3.12 ครัวเรือนที่เข้าร่วมโครงการธงสัญลักษณ์ของเทศบาล (ที่มา: พัทธยาพร อุ่นโรจน์ (พ.ศ. 2564)

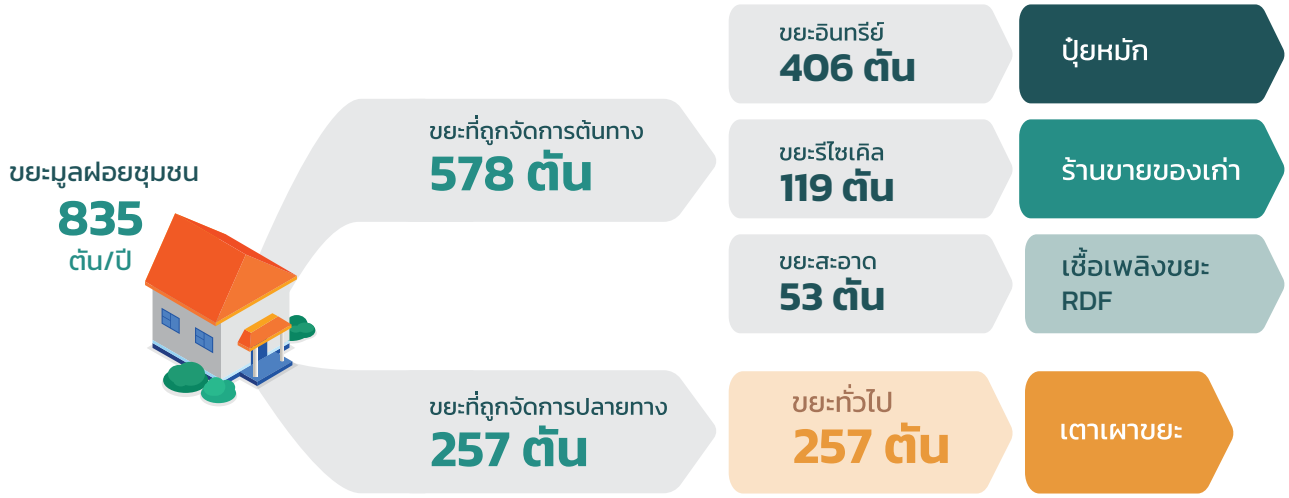
ธงแดง

ชาวบ้านและชุมชนที่เข้าร่วมโครงการธงแดง จะมีการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนเป็น 7 ประเภทเช่นเดียวกันกับธงเขียว แต่มีความแตกต่างตรงที่ผู้ที่เข้าร่วมโครงการธงแดงจะไม่สามารถกำจัดขยะอินทรีย์เอง เนื่องจากมีปริมาณขยะอินทรีย์มากและข้อมีจำกัดทางด้านพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นร้านค้า ร้านอาหาร โรงเรียน หน่วยงานราชการและเอกชน เทศบาลจึงดำเนินการจัดการขยะอินทรีย์โดยการนำไปทำปุ๋ยหมัก

ธงน้ำเงิน

ชาวบ้านที่เข้าร่วมธงน้ำเงิน หมายความว่าครัวเรือนหรือชุมชนนั้นๆ ไม่มีการทิ้งขยะมูลฝอยชุมชนให้เทศบาลกำจัด จึงไม่มีการเก็บค่าบริการใดๆ ทั้งสิ้น ชาวบ้านสามารถคัดแยกและจัดการขยะมูลฝอยชุมชนต้นทางได้ทั้งหมด สำหรับขยะทั่วไปจะถูกนำมาล้างจนกลายเป็นขยะสะอาดที่สามารถเก็บได้นานและไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน โดยองค์ประกอบของขยะทั่วไปส่วนใหญ่สามารถนำไปแปรรูปเป็น RDF ได้ อาทิเช่น ถุงพลาสติกต่างๆ เสื้อผ้าเก่า รองเท้าเก่า ของเล่นพลาสติก และกล่องนม เป็นต้น ซึ่งเทศบาลจะมีการจัดเก็บขยะสะอาดนี้ทุกวันพฤหัสบดี เพื่อนำไปแปรรูปเป็น RDF แล้วนำไปจำหน่ายให้กับโรงปูนในจังหวัดลำปางต่อไป

รูปที่ 3.13 การจัดการขยะอินทรีย์ของเทศบาลตำบลเวียงเหิง
(ที่มา: เทศบาลตำบลเวียงเหิง)



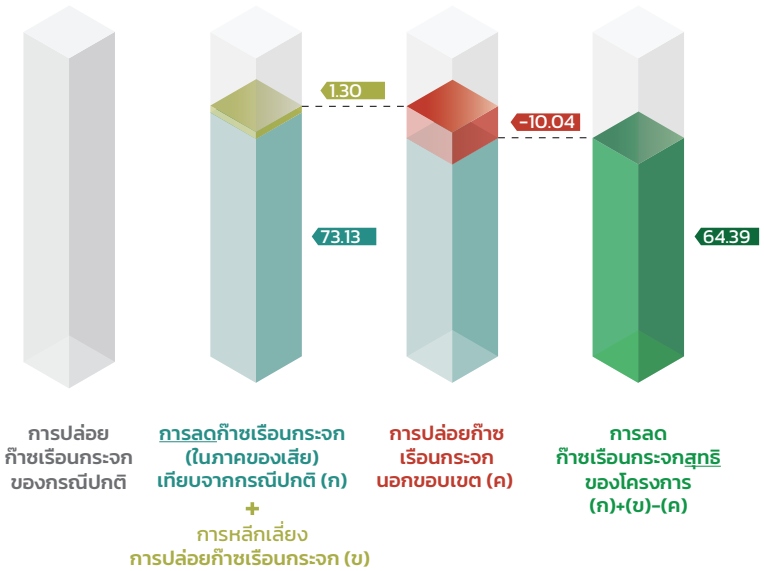
รูปที่ 3.14 เส้นทางการไหลและรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลตำบลเวียงเหิง (ใช้ประเมิน GHG)

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

ทางโครงการวิจัยประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลตำบลอุโมงค์โดยเทียบระหว่างกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) คือ ขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมดส่งไปกำจัดที่บ่อฝังกลบ กับกรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการที่มีการคัดแยกและจัดการขยะตามเส้นทางการไหลของขยะมูลฝอยชุมชนดังรูปที่ 3.10 (ยกเว้นขยะอันตราย) โดยการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียอ้างอิงระเบียบวิธีจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 3 Solid Waste Disposal ขณะที่นอกภาคของเสียไม่เกิดก๊าซเรือนกระจกสำหรับการคำนวณการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประยุกต์ระเบียบวิธีจาก T-VER-METH-WM-09 และการคำนวณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตที่เกิดจากการหมักทำปุ๋ย อ้างอิงระเบียบวิธีจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 4 Biological Treatment of Solid Waste ดังแสดงในภาคผนวก ทางโครงการวิจัยฯ ตั้งสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการขยะอินทรีย์ต้นทางทั้งหมดจากการทำปุ๋ยหมัก (Compost) เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับคำนวณก๊าซเรือนกระจกในแต่ละกิจกรรม และทางโครงการวิจัยเลือกใช้ค่าองค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลเมืองลำพูน (กรมควบคุมมลพิษ, พ.ศ. 2547) แทนการใช้ค่าเฉลี่ยของประเทศ เนื่องจากบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันและเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเช่นเดียวกัน

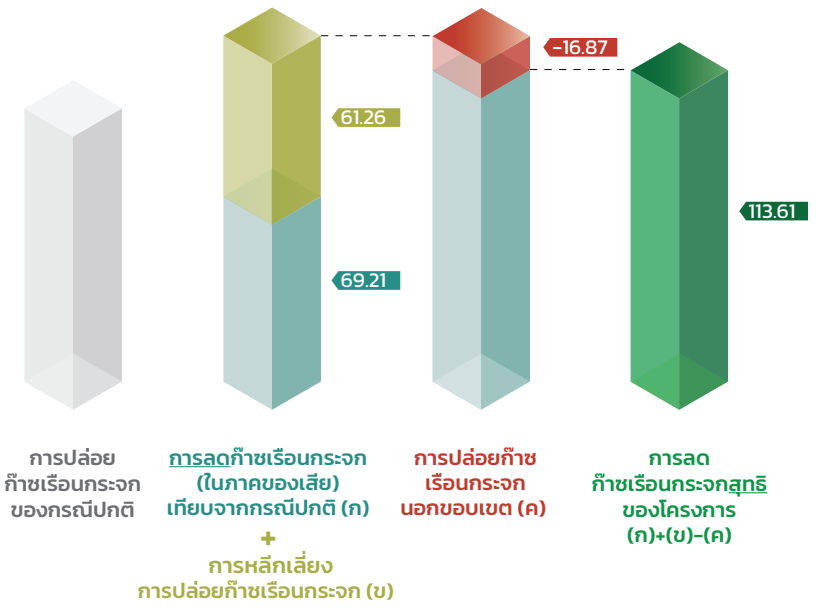
สำหรับการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลตำบลเวียงเทิง ประกอบด้วยการเปรียบเทียบการดำเนินโครงการที่มีการคัดแยกและจัดการขยะมูลฝอยชุมชนตามเส้นทางการไหลของขยะมูลฝอยชุมชนดังรูปที่ 3.14 กับการดำเนินงานตามปกติ (BAU) 2 กรณี ได้แก่ 1) ขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมดส่งไปเตาเผา (BAU Incin) เนื่องจากเทศบาลตำบลเวียงเทิงกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน โดยการคำนวณอ้างอิงระเบียบวิธีจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 5 Incineration and open burning of waste และ 2) ขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมดส่งไปกำจัดโดยการฝังกลบ (BAULF) เพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ตัวอย่าง ของแนวทางปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีอื่นๆ ที่มีการฝังกลบ เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ซึ่งการคำนวณใช้ระเบียบวิธีเดียวกันกับเทศบาลตำบลอุโมงค์

ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลตำบลอุโมงค์

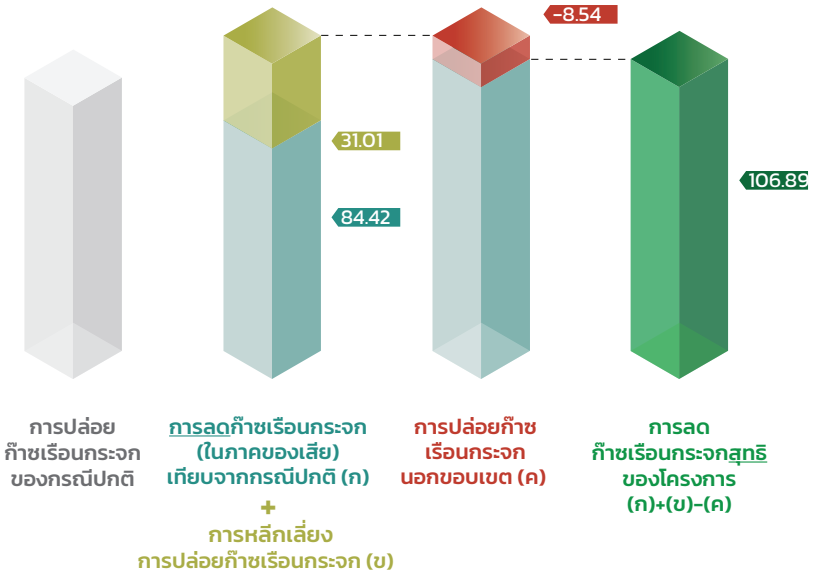


หน่วยวัด : ร้อยละ

ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของเทศบาลตำบลเวียงเทิง



เทศบาลตำบลเวียงเทิง กรณีปกติกำจัดโดยเตาเผา (BAU Incin)



เทศบาลตำบลเวียงเทิง กรณีปกติกำจัดโดยการฝังกลบ (BAU LF)

หน่วยวัด : ร้อยละ

บทเรียนเพื่อการขยายผลแนวทางการปฏิบัติที่ดี

ชุมชนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี คัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนเป็นประจำ
และมีแนวโน้มการขยายการคัดแยกและจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางได้สูง ทั้งในและนอกพื้นที่

การทำข้อตกลงระหว่างเทศบาลกับชุมชนในลักษณะธรรมนูญพลเมือง
และพัฒนาเป็นเทศบัญญัติ เป็นกลไกหนึ่งที่ทำให้ชุมชนปฏิบัติตาม

ชุมชนมีรายได้จากกิจกรรมคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทาง

การพัฒนาต่อยอดการจัดทำฐานข้อมูล สร้างโอกาสในการขายคาร์บอนเครดิต

ปุ๋ย น้ำหมักชีวภาพ จากขยะอินทรีย์ ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ขยะสะอาดเอาไปทำ RDF ช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัดด้วยเตาเผา
และเพิ่มรายได้ให้กับเทศบาล

เทศบาลมีนโยบายและแผนการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ชัดเจน

ผู้นำชุมชน อสม. ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่เทศบาล ปฏิบัติงานร่วมกันและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

เทศบาลได้รับการสนับสนุนงบประมาณและองค์ความรู้จากหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน

การสร้างชุมชนต้นแบบ สร้างแรงจูงใจให้ชุมชนอื่นทำตาม

บทสรุป

การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง เป็นแนวทางการปฏิบัติที่ดีเพื่อจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่แหล่งกำเนิด ที่ปฏิบัติได้ง่าย ทำได้ทันทีในแต่ละครัวเรือน โรงเรียน หน่วยงาน และชุมชน ไม่จำเป็นต้องมีการลงทุนเครื่องจักร แต่ส่งผลให้ขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้องกำจัดในขั้นตอนต่อไปมีปริมาณลดลงทันที และจากการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า แนวทางการปฏิบัติที่ดีนี้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 64–113 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

นอกจากจะช่วยลดปัญหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม แนวทางการปฏิบัติที่ดีนี้ยังช่วยลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนและเทศบาลมีรายได้จากการขายขยะรีไซเคิลและการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงขยะ สภาพแวดล้อมในชุมชนสะอาดปลอดภัย อนุรักษ์ทรัพยากร ส่งเสริมระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน และช่วยให้การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในขั้นต่อไปดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามแนวทางการปฏิบัติที่ดีนี้ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือของภาคประชาชน ซึ่งการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายชุมชน การมีแผนการและนโยบายที่จริงจังและชัดเจนของผู้นำและเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ ควบคู่กับการสนับสนุนด้านต่างๆ จากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากในการผลักดันแนวทางการปฏิบัติที่ดีนี้ประสบผลสำเร็จและมีการดำเนินการอย่างยั่งยืน

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

เทศบาลตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
สำนักงานเทศบาลตำบลอุโมงค์
234 หมู่ 5 ตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51150
โทรศัพท์ : 0-5398-3234
Email : Umongcity@hotmail.com
www.umongcity.go.th

เทศบาลตำบลเวียงเทิง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
สำนักงานเทศบาลตำบลเวียงเทิง
3 หมู่ 15 พิศาล ตำบลเวียง อำเภอเทิง เชียงราย 57160
โทรศัพท์ : 0-5379-5321, 0-5366-9194
Email : Wiangthoengcr@gmail.com
www.wiangthoeng.go.th

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). **โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ.**

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). **คู่มือประชาชนการคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า.**

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). **ข้อมูลสถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศ.** *Retrieved from https://thaimsw.pcd.go.th/report1.php?year=2563*

พัทธยาพร อุ่นโรจน์. (2564). **แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของเทศบาลตำบลเวียงเทิง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย - พลิกวิกฤต เป็นโอกาส.** *วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 25 (ฉบับที่ 1).*

Ministry of the Environment (2021). **The 3R Initiative.** *Retrieved from https://www.env.go.jp/recycle/3r/en/outline.html*

Siechau, R. (Producer). (2018, 22 October 2021). **Waste management Germany - Hamburg.** *Retrieved from http://protegeer.gov.br/images/documents/215/IFAT-HAMBURG_02-2018.pdf*

Stadt Wien. (2021). **Waste collection centres in Vienna.** *Retrieved 11 November 2021 from https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/service/publikationen/pdf/flugblatt-getrennte-sammlung-en.pdf.*

Tokyo Metropolitan Government (2021). **Waste Management in Tokyo I.** *Retrieved from https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/waste/index.files/waste_management.pdf*

เทคโนโลยี

2. การบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพโดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ

(MECHANICAL-BIOLOGICAL TREATMENT WITH BIODRYING AND RDF PRODUCTION)

QUICK INFO

เทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพเป็นกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยการผลิตเป็นเชื้อเพลิงขยะ(RDF) และสารปรับปรุงคุณภาพดิน

GHG

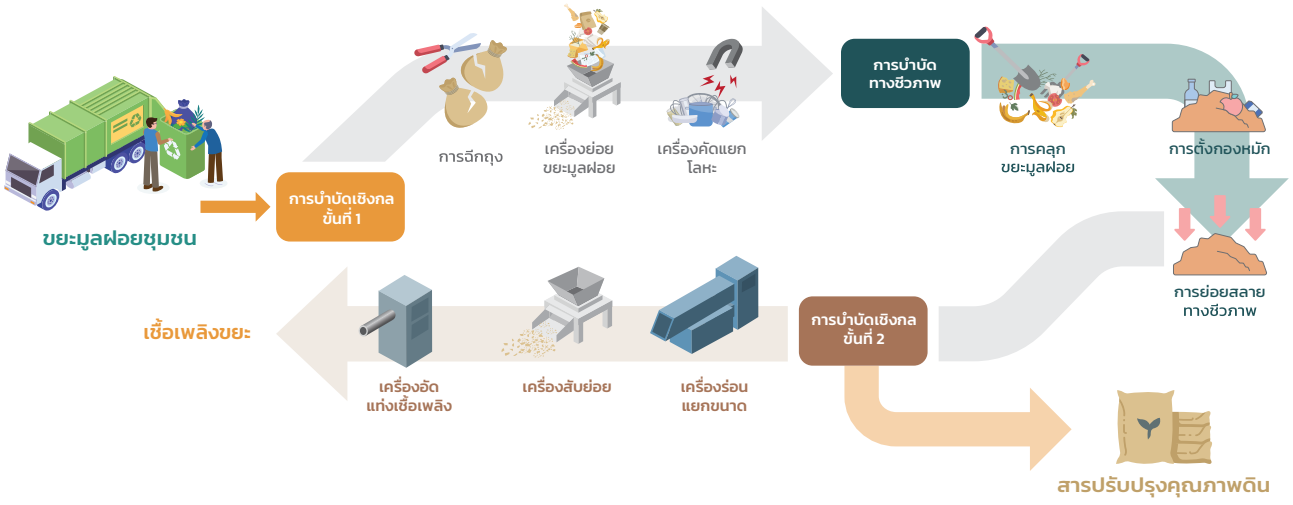
กิจกรรมนี้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ เนื่องจากลดการฝังกลบขยะอินทรีย์ทำให้ก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในบ่อฝังกลบลดลง การใช้สารปรับปรุงคุณภาพดินที่ได้ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี และเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ที่ได้นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผา หรือโรงไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ตัวอย่างที่ดีในประเทศ ได้แก่ โครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 66.93 และ ร้อยละ 45.63 เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ในกรณีรวมการขนส่งถ่านหิน และไม่รวมการขนส่งถ่านหิน ตามลำดับ

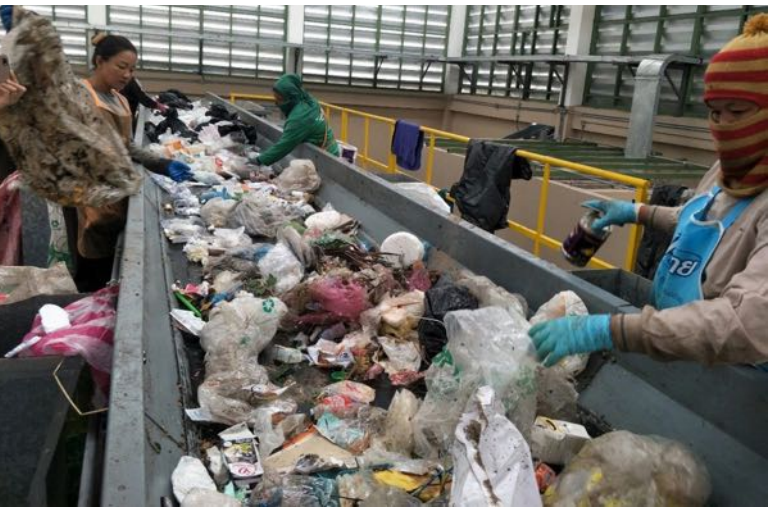
เทคโนโลยีสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้ และเป็นเทคโนโลยีไม่ซับซ้อนมาก

รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

การบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพ หรือ Mechanical-Biological Treatment (MBT) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับเสถียรภาพของขยะมูลฝอยชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบไปด้วยกระบวนการบำบัดเชิงกลซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้น คือการบำบัดเชิงกลขั้นที่ 1 (Mechanical Pre-Treatment) จะเป็นการเตรียมขยะมูลฝอยชุมชน โดยการคัดแยกขยะมูลฝอยชุมชนที่สามารถรีไซเคิลได้และขยะมูลฝอยชุมชนที่เป็นโลหะออก และย่อยขยะมูลฝอยชุมชนให้มีขนาดเล็กลง จนขยะมูลฝอยชุมชนที่ผสมคลุกเคล้าเข้ากัน ถูกส่งไปบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ หรือเรียกว่า กระบวนการทำแห้งชีวภาพ (Biodrying) โดยการเทไว้เป็นกองๆ และมีระบบการเติมอากาศ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนการย่อยสลายขยะมูลฝอยอินทรีย์ โดยอากาศและน้ำจะทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยชุมชน โดยขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านกระบวนการทางชีวภาพแล้วจะแห้ง สามารถนำมาบำบัดเชิงกลขั้นที่ 2 (Mechanical Separation) โดยการนำเอาขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านการหมักแล้วมาร่อนเพื่อแยกเอาขยะมูลฝอยชุมชนขนาดใหญ่ที่เผาไหม้ได้ออกไปใช้งานในรูปของเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ที่มีค่าความร้อนสูง โดยอาจมีการนำเชื้อเพลิงขยะที่ได้ไปใช้ในรูปของการผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน โดยอาจจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในสถานที่ผลิตเชื้อเพลิงขยะเอง หรือขนส่งไปใช้ในที่อื่นได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เผาร่วมกับถ่านหิน (Co-Firing) เพื่อลดปริมาณการใช้ถ่านหินในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ เป็นต้น ส่วนขยะมูลฝอยอินทรีย์บางส่วนที่ถูกย่อยสลายจากกระบวนการหมัก ถูกนำไปใช้งานในรูปของสารปรับปรุงคุณภาพดินต่อไป (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2559)



รูปที่ 3.15 หลักการทำงานของการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพ Mechanical-Biological Treatment (MBT)
(ที่มา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, เอส ซี ไอ อีโค่ เซอร์วิสเซส จำกัด)



การขยายผลโครงการไปยังพื้นที่อื่นของระบบ MBT

เทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้ในระดับปานกลาง โดยในกรณีที่ RDF ถูกส่งไปใช้ประโยชน์เชิงพลังงานในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ หรือโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะระยะทางจากโรงงาน MBT ถึงอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ หรือโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะไม่ควรเกิน 400 กิโลเมตร

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนประเภทการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (RDF) โดยการคัดแยก/ระบบบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพ (MBT) มีจำนวนทั้งสิ้น 18 แห่ง ซึ่งแบ่งเป็นของภาครัฐ 14 แห่ง และของภาคเอกชน 4 แห่ง โดยตัวอย่างที่นำมาแสดงจะเป็นการใช้เทคโนโลยีนี้ในส่วนภาครัฐ นั่นคือ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด (กรมควบคุมมลพิษ, พ.ศ. 2563)

กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

เทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพโดยใช้กระบวนการทำแห้งชีวภาพและการผลิตเชื้อเพลิงขยะ (Mechanical-Biological Treatment with Biodrying and RDF Production) ช่วยลดการฝังกลบขยะอินทรีย์และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในบ่อฝังกลบได้ พลาสติกที่ได้หลังสิ้นสุดกระบวนการจะได้เป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ หรือในโรงไฟฟ้า RDF ถึงแม้ว่ามีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตด้วย แต่ก็ยังสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีในประเทศไทย

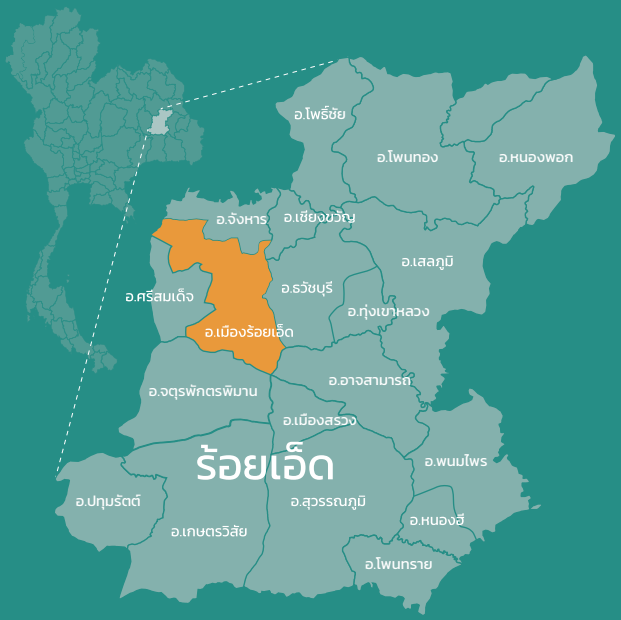
โครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด

รายละเอียดโครงการ

ข้อมูลพื้นฐาน
พื้นที่: 11.63 ตร.กม.
จำนวนประชากร: 36,225 คน (พ.ศ. 2562)
จำนวนชุมชน: 20 ชุมชน

เนื่องด้วยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้รับรางวัลสิ่งแวดล้อมอาเซียนด้านพื้นที่สีเขียวและการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในปี พ.ศ. 2557 จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ซึ่งขณะนั้นเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบเทกอง เนื่องจากเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีข้อกำจัดด้านพื้นที่ ส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนตกค้างประมาณ 200,000 ตัน ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ทาง สผ. ได้เล็งเห็นความสามารถของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนในข้อกำจัดของพื้นที่ได้ จึงช่วยผลักดันและสนับสนุน



รูปที่ 3.16 แผนที่แสดงที่ตั้งเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

ความเป็นมาของโครงการ

งบประมาณในการก่อสร้างโครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเริ่มดำเนินการในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งขยะมูลฝอยชุมชนที่เข้าโครงการจะรับมาจากภายในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด และจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่อยู่ในกลุ่ม Cluster เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ซึ่งมีทั้งหมด 9 อปท. รวมเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ทั้งนี้ระบบสามารถรองรับขยะมูลฝอยชุมชนได้ 100 ตัน/วัน และเดินระบบ 365 วัน/ปี รูปภาพที่ตั้งและพื้นที่โครงการแสดงในรูปที่ 3.17-3.18

รูปที่ 3.17 ที่ตั้งโครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด (ที่มา: เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)

รูปที่ 3.18 พื้นที่โครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด (ที่มา: เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด)

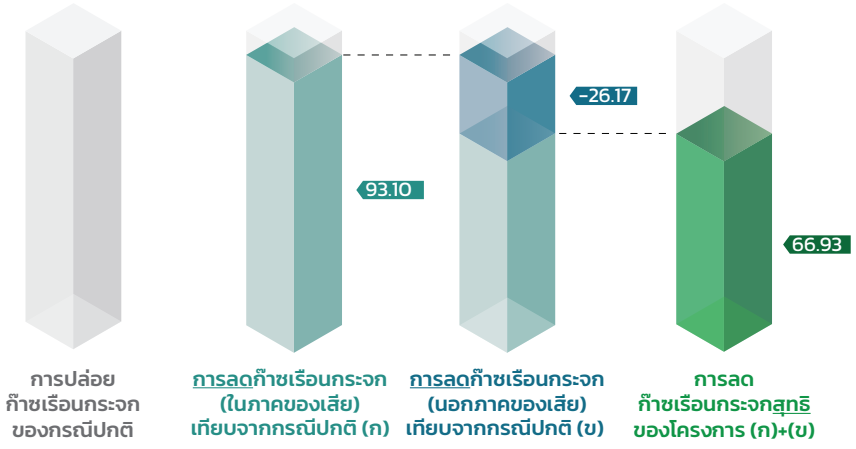
ขอบเขตการดำเนินโครงการ

ในปัจจุบัน เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้ดำเนินการตัดระบบร่อนออก และจำหน่ายเชื้อเพลิงขยะเฉพาะในส่วนที่หมักให้แห้งและสับเป็นชิ้นขนาดเล็กเท่านั้น เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการของตลาด ซึ่งข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เข้าระบบจริงในปี พ.ศ. 2564 เฉลี่ยอยู่ที่ 93 ตัน/วัน โดยขอบเขตการดำเนินโครงการแสดงในรูปที่ 3.19

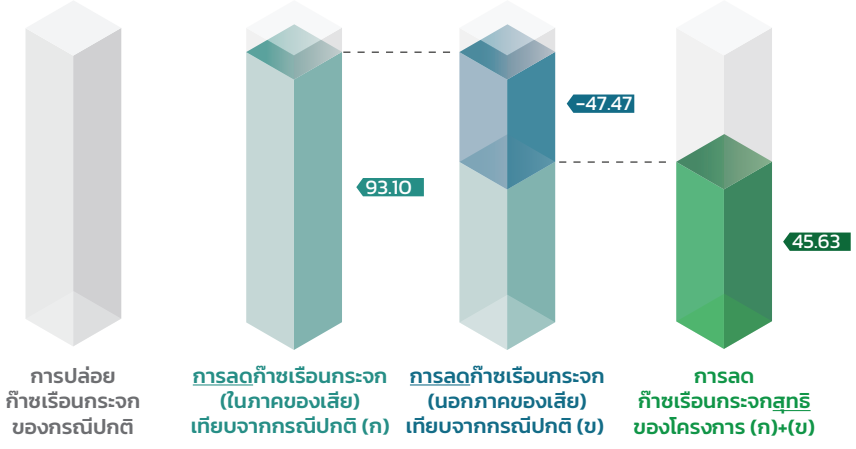
รูปที่ 3.19 ขอบเขตการดำเนินโครงการ (ที่มา: เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด และการคำนวณของคณะวิจัย)

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

ทางโครงการวิจัยประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง โดยเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) คือ ขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมดส่งไปกำจัดที่บ่อฝังกลบ ในการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกแบ่งเป็นการคำนวณในภาคของเสีย และนอกภาคของเสีย ซึ่งคำนวณใน 2 กรณี คือรวมการขนส่งถ่านหิน และไม่รวมการขนส่งถ่านหิน สำหรับวิธีการคำนวณที่ใช้ทั้งหมดอ้างอิงระเบียบวิธีจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 3 Solid waste disposal ดังแสดงในภาคผนวก ทั้งนี้ไม่มีก๊าซเรือนกระจกจากการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการ ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสียได้มาก แต่เมื่อพิจารณานอกภาคของเสียพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้น (ดังจะเห็นได้จากเครื่องหมายลบที่แสดงในภาพ) แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิพบว่าเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 66.93 เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ในกรณีรวมการขนส่งถ่านหิน และร้อยละ 45.63 เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ในกรณีไม่รวมการขนส่งถ่านหิน ดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



MBT ร้อยเอ็ด (รวมการขนส่งถ่านหิน)



MBT ร้อยเอ็ด (ไม่รวมการขนส่งถ่านหิน)

หน่วยวัด : ร้อยละ

บทเรียนเพื่อการขยายผลแนวทางการปฏิบัติที่ดี

เทคโนโลยีสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้และนำไปขยายผลได้ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ขนาดเล็กและขนาดกลางได้

เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนมาก จึงมีโอกาสในการพัฒนาให้เทคโนโลยีมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และพัฒนาคุณภาพของ RDF ที่ผลิตได้ในระยะเวลาสั้น

ควรพิจารณาใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพจากผู้ผลิตที่มีประสบการณ์และน่าเชื่อถือ โดยส่วนใหญ่ยังคงต้องใช้เครื่องจักรที่ผลิตมาจากยุโรป ซึ่งราคาอาจใกล้เคียงหรือสูงกว่าเครื่องจักรที่ผลิตในประเทศไม่มากนัก

การศึกษาเรียนรู้ความผิดพลาดในระบบ MBT จากพื้นที่อื่นมาก่อน เป็นส่วนช่วยให้สามารถใช้งานระบบ MBT ได้จริงในพื้นที่

การประยุกต์ และดัดแปลงระบบ MBT เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการของตลาด เป็นส่วนช่วยให้การดำเนินระบบเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

บทสรุป

เทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยชุมชนแบบเชิงกลชีวภาพเป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับเสถียรภาพของขยะมูลฝอยชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 66.93 และร้อยละ 45.63 เมื่อเทียบกับกรณีการฝังกลบที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ในกรณีรวมการขนส่งถ่านหิน และไม่รวมการขนส่งถ่านหิน ตามลำดับ

เทคโนโลยีสามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้ และนำไปขยายผลได้ในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ขนาดเล็กและขนาดกลางได้ ทั้งนี้เทคโนโลยีนี้มีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง แต่การดำเนินงานไม่มีความซับซ้อนมากนัก ทำให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีนี้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และพัฒนาคุณภาพ RDF ที่ผลิตได้ในระยะเวลาสั้น และเป็นไปตามความต้องการของตลาดแหล่งรับซื้อ

อย่างไรก็ตามในกรณีที่ RDF ถูกส่งไปใช้ประโยชน์เชิงพลังงานในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ หรือโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ ระยะทางจากโรงงาน MBT ถึงอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ หรือโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะไม่ควรเกิน 400 กิโลเมตร เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการขนส่งและลดปัญหาการขาดตลาดแหล่งรับซื้อ

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
เลขที่ 258 ถ.เทวาภิบาล ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด 45000
โทรศัพท์: 043-511222
เว็บไซต์: https://roietmunicipal.go.th/roiet
อีเมล์: muni101@roietmunicipal.go.th

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). **รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี 2563.** *Retrieved from https://www.pcd.go.th/publication/14745/*

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2559). **คู่มือองค์ความรู้ : การเพิ่มศักยภาพการจัดการขยะในพื้นที่เกาะท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน.** *Retrieved from http://www.thai-explore.net/file_upload/submitter/file_doc/f29ac64ea5ccd2e315 cbd587f930c4df.pdf*

เอส ซี ไอ อีโค่ เซอร์วิสเซส จำกัด. (ม.ป.ป). **การดำเนินการเรื่องขยะชุมชนแบบครบวงจร.** *Retrieved from https://www.scieco.co.th/2017/contents/detail/15*

3. เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน เพื่อผลิตไฟฟ้า

(WASTE-TO-ENERGY INCINERATION)

QUICK INFO

การเผาไหม้ขยะมูลฝอยชุมชนในเตาเผาที่มีระบบควบคุมเชื้อเพลิง อากาศ และมลพิษที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 850°C สามารถลดมวลและปริมาตรขยะได้ถึงร้อยละ 70–90 สามารถลดหรือทำลายสารพิษสารประกอบอินทรีย์ที่เผาไหม้ได้ พาหะนำโรคและเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่างๆ ไม่ให้ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้สามารถใช้ผลิตไอน้ำและไฟฟ้าเพื่อใช้ประโยชน์และขายทำรายได้ให้แก่เจ้าของโครงการ

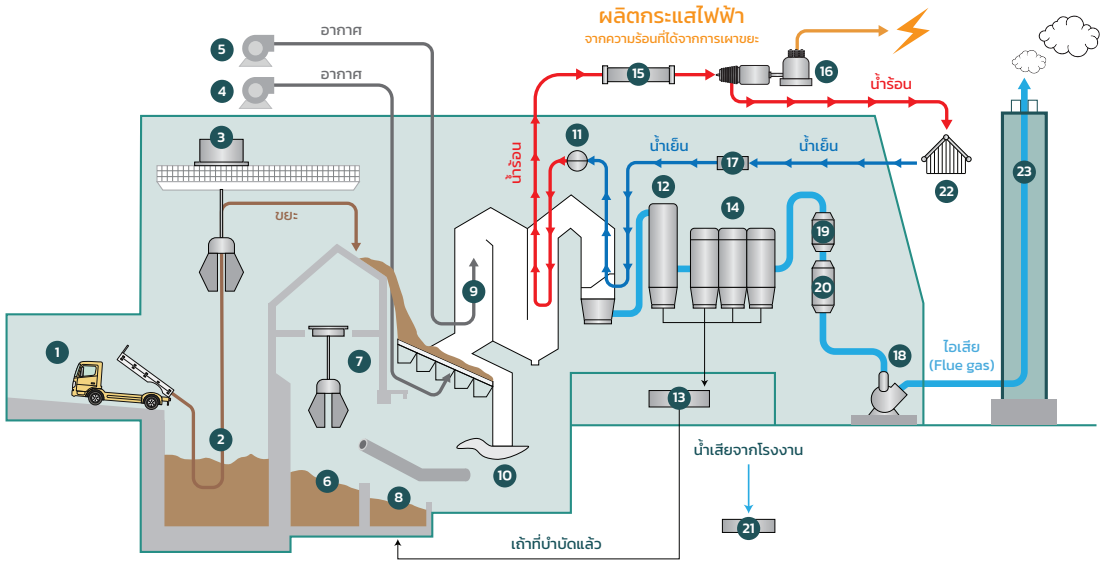
การศึกษากรณีตัวอย่างในประเทศไทย 3 แห่ง พบว่า เทคโนโลยีนี้ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 57–75 เมื่อเทียบกับการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบ

เทคโนโลยีมีความซับซ้อน ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ บริหารจัดการเดินระบบ จำเป็นต้องตรวจสอบและควบคุมมลพิษอย่างต่อเนื่อง ใช้งบประมาณสูง และจำเป็นต้องมีขยะมูลฝอยป้อนเข้าสู่ระบบจำนวนมากและต่อเนื่อง เพื่อให้ระบบมีความคุ้มค่าในการลงทุน

การออกแบบระบบให้เหมาะสมกับบริบทของท้องที่ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่มีประสิทธิภาพ ความรับผิดชอบต่อสังคม และการส่งเสริมความร่วมมือของชุมชนโดยรอบ เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ

รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตไฟฟ้า (Waste-to-energy incineration: WtE incineration) คือ การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยความร้อนสูงภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนมากเกินพอ (Excess air) เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เทคโนโลยีนี้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนที่มีองค์ประกอบหลากหลาย สามารถทำลายมวลและลดปริมาตรของขยะมูลฝอยชุมชนได้ร้อยละ 70–90 ลดความเป็นพิษ (Detoxification) โดยเฉพาะสารก่อมะเร็งที่เผาไหม้ได้ (Combustible carcinogens) สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่างๆ พาหะโรค และการปนเปื้อนของเชื้อโรคไม่ให้ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2558; Niessen, 2010) กระบวนการเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิภายในเตาเผาสูงกว่า 850°C และทำให้เกิดก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ (Flue gas) ซึ่งมีพลังงานความร้อน สามารถนำไปแลกเปลี่ยนถ่ายเทให้กับน้ำในระบบหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำแรงดันสูงที่สามารถส่งไปขับกังหันไอน้ำ (Steam turbine) และปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ต่อไป เนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ย่อมก่อให้เกิดเถ้า และก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ ซึ่งประกอบด้วย CO_2 และมลพิษเช่น CO NO_x SO_x ฝุ่นละออง ไดออกซิน และสารประกอบจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์อื่นๆ ตลอดจนอาจจะมีน้ำชะขยะมูลฝอยจากการเก็บรวบรวมขยะ ดังนั้น เทคโนโลยีนี้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีกระบวนการจัดการเถ้าหนักและเถ้าเบา ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ รวมถึงระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 3.20



1 ลานเทขยะ
2 บ่อรับขยะ
3 ปั้นจั่นสำหรับขยะ
4 พัดลมป้อนอากาศเข้า (หลัก)
5 พัดลมป้อนอากาศเข้า (รอง)
6 บ่อเก็บเถ้า
7 ปั้นจั่นสำหรับเถ้า
8 บ่อเก็บเถ้าที่บำบัดเบื้องต้นแล้ว
9 ห้องเผาไหม้
10 ระบบดันเถ้า
11 หม้อไอน้ำ
12 หอหล่อเย็น
13 ระบบบำบัดเถ้าลอย
14 ระบบดักฝุ่นแบบถุงผ้า
15 หม้อเก็บไอน้ำ
16 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันไอน้ำ
17 ถังเก็บน้ำที่ได้จากการควบแน่นไอน้ำ
18 พัดลมดูดไอเสีย
19 ระบบเพิ่มอุณหภูมิให้ไอเสียด้วยไอน้ำ
20 ระบบบำบัดไอเสียด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา
21 ระบบบำบัดน้ำเสีย
22 คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ
23 ปล่องไอเสีย

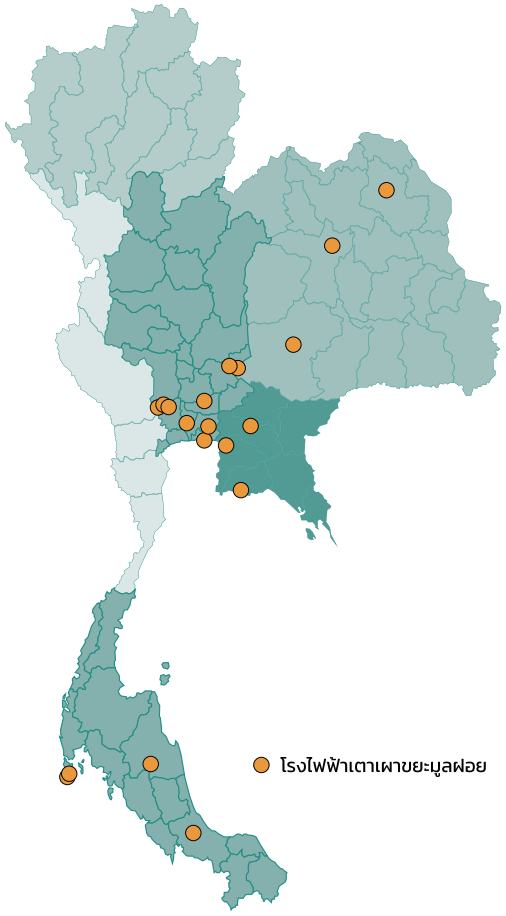
รูปที่ 3.20 ตัวอย่างของการจัดวางระบบต่างๆในโรงไฟฟ้าเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน แบบ Stoker (Chen et al, 2020)

เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตไฟฟ้า สามารถจำแนกได้หลายประเภท ได้แก่

1) เตาเผาแบบตะกรับ (Stoker Type): ใช้ระบบสายพานในการลำเลียงขยะมูลฝอยชุมชนเข้าสู่ห้องเผา สามารถรองรับขยะมูลฝอยชุมชนรวมที่ไม่มีการคัดแยกและมีความชื้นสูง ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 21–30 ปริมาณการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3–40 ตัน/ชั่วโมง มีการติดตั้งและใช้งานทั่วโลกมากกว่า 500 แห่ง (Howes and Warren, 2016)
2) เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed Type) : ใช้วัสดุตัวกลางเช่น ทรายซิลิกา หินปูน หรือวัสดุเซรามิค ในการนำความร้อน โดยตัวกลางจะถูกเป่าด้วยลมทำให้เกิดการลอยและเคลื่อนตัวคลุกเคล้ากับขยะมูลฝอยชุมชน ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างทั่วถึง การใช้เตาเผาประเภทนี้จำเป็นต้องมีการเตรียมและลดขนาดขยะมูลฝอยชุมชนก่อนเข้าสู่ห้องเผา ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 25 ปริมาณการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 3–15 ตัน/ชั่วโมง มีการติดตั้งและใช้งานทั่วโลกมากกว่า 50 โรงงาน (Howes & Warren, 2016)
3) เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Type): อาศัยการหมุนรอบแกนนอนของห้องเผาทรงกระบอก ทำให้ขยะมูลฝอยชุมชนเกิดการพลิกกลับและติดไฟได้ทั่วถึง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ ปริมาณการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน 1–75 ตัน/วัน (Williams, 2005)

การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย

ประเทศไทยมีกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากเทคโนโลยีเตาเผาฯ รวมทั้งสิ้น 333.68 MW ในปี 2563 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2564) โดยมีแผนที่ตั้งของโครงการดังแสดงในรูปที่ 3.21 คิดเป็นร้อยละ 37 ของเป้าหมายกำลังการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชนที่ 900 MW ของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561–2580 (AEDP 2018- 2037)



รูปที่ 3.21 แผนที่ตั้งโรงไฟฟ้าเตาเผาขยะมูลฝอยในประเทศไทย ในปี พ.ศ.2563

กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาฯ สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ในภาคของเสียจากการเผาขยะอินทรีย์แทนที่การนำขยะอินทรีย์ไปฝังกลบ นอกจากนี้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ยังสามารถหลีกเลี่ยงการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานที่สำคัญอีกด้วย

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีในประเทศไทย

เทศบาลนครภูเก็ต และบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด

อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต

รายละเอียดโครงการ

โรงเตาเผาขยะมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต เป็นโครงการที่ให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ ระหว่างเทศบาลนครภูเก็ต และบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด โดยเริ่มดำเนินการเผาขยะมูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่าย

โครงการใช้เทคโนโลยีเตาเผาแบบเผาตรง (Direct Combustion) และมีตะกรับเคลื่อนที่แบบขั้นบันได (Step Wise Moving Grate) ออกแบบให้สามารถกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนได้ประมาณ 700 ตัน/วัน โดยแบ่งเป็น 2 เตาเตาละ 350 ตัน/วัน กำลังการผลิตติดตั้งของการผลิตไฟฟ้ารวมเท่ากับ 12 MW จากข้อมูลปี พ.ศ. 2562 โครงการรับขยะมูลฝอยชุมชนประมาณ 850 ตัน/วัน (ความชื้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก) ขยะที่เข้าสู่โครงการถูกพักที่บ่อพักขยะ (Waste Pit) 5–7 วัน หลังจากนั้น ขยะจึงถูกส่งเข้าสู่ห้องเผาไหม้ซึ่งมีความร้อนมากกว่า 950°C ก๊าซร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ (Flue Gas) ถูกใช้ในการผลิตไอน้ำสำหรับกังหันไอน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า

รูปที่ 3.22 แผนที่แสดงที่ตั้งศูนย์กำจัดมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2536
เทศบาลนครภูเก็ต
สร้างระบบฝังกลบมูลฝอย
อย่างถูกหลักสุขาภิบาล
จำนวน 5 บ่อ เนื้อที่ 120 ไร่

พ.ศ. 2542
เทศบาลนครภูเก็ต
รับมอบเตาเผาขยะ
250 ตันต่อวัน
(กำลังผลิตไฟฟ้า 2.5 MW)
จากกรมโยธาธิการ

พ.ศ. 2551
เทศบาลนครภูเก็ต
จัดทำแผนการสร้างเตาเผาขยะใหม่
ทดแทนเตาเดิม โดยเปิดโอกาส
ให้เอกชนลงทุน

พ.ศ. 2555
บริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด
ลงทุนในการจัดสร้างและเดินระบบ
เตาเผาขยะขนาด 700 ตันต่อวัน
กำลังผลิตติดตั้งรวม 12 MW
เริ่มดำเนินการรับกำจัดขยะ
ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2555
และจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ
ในวันที่ 11 กรกฎาคม 2555

รูปที่ 3.23 ศูนย์กำจัดมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต : อาคารเตาเผาขยะ

รูปที่ 3.24 ศูนย์กำจัดมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต : อาคารเครื่องชั่งขยะ

ไฟฟ้าที่ผลิตได้ถูกใช้ภายในโครงการ ประมาณร้อยละ 15 ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ และส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 85 ถูกส่งออกเพื่อขายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ของเสียและมลพิษที่เกิดจากโครงการ ประกอบด้วยมลพิษทางอากาศ น้ำเสีย เถ้าเบา (Fly Ash) และเถ้าหนัก (Bottom Ash) โดยการบำบัดมลพิษทางอากาศใช้เทคโนโลยี Semi Dry Scrubber เพื่อปรับสภาพก่อนเข้าสู่ระบบดักฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag Filter) พร้อมทั้งมีระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง (CEMs) กรณีที่ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศของโครงการเกิดการขัดข้อง เจ้าหน้าที่จะดำเนินการแก้ไขทันที การบำบัดน้ำเสีย น้ำเสียหลักของโครงการคือน้ำชะขยะมูลฝอยที่ถูกรวบรวมจากบ่อพักขยะ ส่งไปบำบัดเบื้องต้นโดยใช้ระบบ Anaerobic Baffled Reactor (ABR) เกิดเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งส่วนหนึ่งถูกส่งไปเผาในเตาเพื่อให้ความร้อนแก่ระบบ น้ำเสียที่ผ่านระบบ ABR ถูกส่งต่อเข้าสู่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลนครภูเก็ต การจัดการเถ้า เถ้าเบาถูกกำจัดในพื้นที่ฝังกลบอย่างปลอดภัย เถ้าหนักถูกคัดแยกตามโครงการใช้ประโยชน์จากเถ้าหนัก แยกออกเป็นส่วนประกอบที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้หมด ได้แก่ ทราย ตะกอน แก้ว เหล็ก และโลหะต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปรีไซเคิลและใช้ประโยชน์ต่อไป

เตาเผาทำการเดินระบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง คิดเป็น 7,600-8,000 ชั่วโมง/ปี สำหรับการซ่อมบำรุงประจำปี จะหยุดการทำงานทั้งระบบเพื่อตรวจสอบเครื่องจักรและระบบหลักทั้งหมดทุกรอบการทำงาน 6 เดือน

เทศบาลนครขอนแก่น และบริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด

อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

รายละเอียดโครงการ

บริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด มีสัญญาระยะยาว 20 ปี ในการดูแลด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนครขอนแก่น แบ่งหน่วยการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือสำนักสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมดูแลเกี่ยวกับการเก็บขนขยะมูลฝอยชุมชน และสำนักช่างรับผิดชอบการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน ในปี พ.ศ. 2562 ปริมาณขยะเข้าสู่ระบบรับมูลฝอยประมาณ 375 ตัน/วัน ซึ่งโครงการใช้เทคโนโลยีเผาตรงแบบตะกรับ มีระบบควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้อยู่ในช่วง 850–1,000°C สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 5.5 MW นำกลับมาใช้ในโครงการ 0.5 MW และส่งออกสู่ระบบสายส่งเพื่อขายให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 5.0 MW เถ้าหนักและเถ้าเบาถูกส่งไปกำจัดภายนอกโครงการ น้ำเสียหลักที่เกิดขึ้น คือ น้ำชะขยะมูลฝอย จากบ่อพักขยะ ซึ่งถูกรวบรวมและบำบัดด้วยระบบ Membrane Bioreactor (MBR) น้ำที่ผ่านการบำบัดจะถูกนำกลับไปใช้ใหม่ภายในโครงการ

รูปที่ 3.25 แผนที่แสดงที่ตั้งเทศบาลนครขอนแก่น

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2511
เริ่มดำเนินการฝังกลบขยะในสถานที่กำจัดขยะเทศบาลนครขอนแก่น

พ.ศ. 2539
เริ่มประสบปัญหาขยะล้นบ่อ ส่งผลกระทบต่อไปยังชุมชนรอบหลุมฝังกลบ และสถานีขนถ่ายขยะ

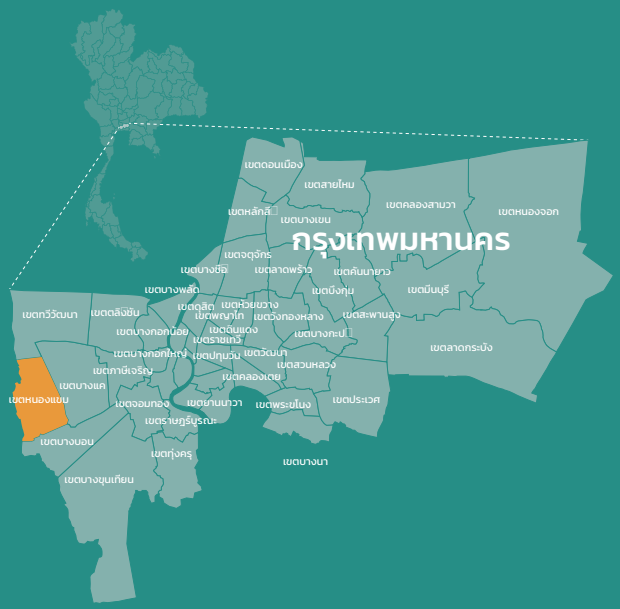
พ.ศ. 2551
จัดทำแผนและศึกษาการสร้างเตาเผาขยะ ประกาศหาผู้ร่วมลงทุน

พ.ศ. 2559
บริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด เริ่มจำหน่ายไฟฟ้า (เตาเผาขยะขนาด 600 ตัน/วัน กำลังการผลิตไฟฟ้า 6 MW)

กรุงเทพมหานคร
และบริษัท ซีแอนด์จี เอ็นไวรอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร

รายละเอียดโครงการ

โครงการกำจัดขยะผลิตไฟฟ้าเพื่อสิ่งแวดล้อมหนองแขม เป็นโครงการที่บริษัท ซีแอนด์จี เอ็นไวรอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ดำเนินการตามสัญญากับกรุงเทพมหานคร ในรูปแบบ Build-Operate-Transfer (BOT) โดยมีระยะเวลาเดินระบบกำจัดขยะมูลฝอย 20 ปี เงินลงทุนที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดประมาณ 960 ล้านบาท กระบวนการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนเริ่มจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยชุมชนจากเขตหนองแขม เขตทวีวัฒนา เขตบางกอกใหญ่ เขตบางรัก เขตภาษีเจริญ และเขตบางกอกน้อย ผ่านการชั่งน้ำหนักขยะมูลฝอยชุมชนและนำขยะมูลฝอยชุมชน เทลงที่บ่อรับขยะซึ่งเป็นระบบปิด ในปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนที่เข้าสู่ระบบโดยเฉลี่ย 450 ตัน/วัน ขยะมูลฝอยชุมชนถูกพักไว้ในบ่อรับขยะ 3–5 วัน ระหว่างนั้นใช้เครนพลิกกลับกองขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อลดความชื้น ซึ่งขยะมูลฝอยชุมชนที่รับเข้าระบบมีความชื้นประมาณร้อยละ 55-60 จะมีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 30-35 หลังจากนั้นเครนจะคีบขยะเข้าสู่เตาเผา การเผาไหม้ใช้อุณหภูมิประมาณ 850–1,100°C กำลังการผลิตไฟฟ้า 9.8 MW โดยผลิตไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 90 ของกำลังการผลิตติดตั้ง ไฟฟ้าที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 15-20 ถูกนำกลับมาใช้ในโครงการ ไฟฟ้าส่วนที่เหลือร้อยละ 80–85 ส่งออกสู่ระบบสายส่งเพื่อขายให้กับการไฟฟ้านครหลวง น้ำชะขยะมูลฝอยจากบ่อพักขยะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียของโครงการ ซึ่งใช้ระบบ Ultrafiltration Membrane (UF Membrane), Reverse Osmosis Membrane (RO) น้ำที่ผ่านการบำบัดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์



รูปที่ 3.26 แผนที่แสดงที่ตั้ง
โรงกำจัดขยะผลิตไฟฟ้าเพื่อสิ่งแวดล้อมหนองแขม

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2553
ประสบปัญหาระบบการกำจัดขยะไม่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้น

พ.ศ. 2555
ยุทธศาสตร์การจัดการขยะในแผนพัฒนา กทม. 20 ปี พ.ศ. 2556–2575 ใช้เตาเผา 3,500 ตัน/วัน

พ.ศ. 2557
ศึกษาและทำแผนการสร้างเตาเผาขยะ เปิดโอกาสให้เอกชนร่วมลงทุน แบบ BOT

พ.ศ. 2559
บริษัท ซีแอนด์จี เอนไวรอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด เดินระบบเตา 500 ตัน/วัน กำลังผลิตไฟฟ้า 9.8 MW

รูปที่ 3.27 ลักษณะภาพรวมของโรงกำจัดขยะผลิตไฟฟ้า

รูปที่ 3.28 อาคารเตาเผาขยะ

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผา ประเมินจากข้อมูลของโครงการในปี พ.ศ. 2562 ได้แก่ ข้อมูลปริมาณขยะ องค์ประกอบขยะ การจัดการน้ำเสีย การผลิตไฟฟ้า และข้อมูลอื่นๆ ภายในโครงการ การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ของการกำจัดขยะด้วยเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้า ตั้งสมมติฐานให้ขยะถูกกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ โดยวิธีคำนวณแบบ First Order Decay (FOD) อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5, Chapter 3 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการทำการประเมินจากก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยชุมชน อ้างอิงการคำนวณจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5, Chapter 5 การลดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าหมุนเวียนเพื่อจำหน่ายเข้าสู่ระบบสายส่ง อ้างอิงการคำนวณจาก T-VER-METH-AE-01 และการลดก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และการกักเก็บก๊าซมีเทนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเผาทำลาย อ้างอิงการคำนวณจาก T-VER-METH-WM-01 ผลการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาแสดงเป็นช่วงของข้อมูลซึ่งวิเคราะห์มาจากโครงการ 3 แห่ง คือ จังหวัดภูเก็ต ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร สรุปได้ดังตารางด้านล่าง พบว่าการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาฯ ของโครงการ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหลีกเลี่ยงการฝังกลบขยะกรณีฐานได้ร้อยละ 45–60 สำหรับไฟฟ้าที่ใช้ภายในโครงการคือไฟฟ้าที่ผลิตได้ จึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนอกภาคของเสีย ดังนั้นการลดก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) จึงอยู่ระหว่างร้อยละ 45–60 นอกจากนี้การผลิตพลังงานไฟฟ้าหมุนเวียนและการกักเก็บก๊าซมีเทนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สามารถหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลร้อยละ 12–15 โดยสรุปแล้วการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้า สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 57–75 เมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบขยะในกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ทั้ง 3 โครงการมีเทคโนโลยีที่ดีและการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ทั้ง 3 โครงการมีค่าการลดก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันในช่วงกว้าง คือ องค์ประกอบขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบขยะเศษอาหารแตกต่างกันสูงสุดร้อยละ 15 ส่งผลต่อการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจก จากกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)			ร้อยละการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินโครงการ
ในภาคของเสีย	นอกภาคของเสีย	รวม		
45.35–60.48	-	45.35–60.48	12.15–15.22	57.58–75.70

ตาราง ผลการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกของ 3 โครงการ (ภูเก็ต ขอนแก่น กรุงเทพมหานคร)

บทเรียนเพื่อการขยายผลเทคโนโลยี

เทคโนโลยีมีความซับซ้อน ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการบริหารจัดการและเดินระบบ

การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผา จำเป็นต้องใช้ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนอย่างน้อย 300-700 ตัน/วัน เพื่อให้โครงการมีความเป็นไปได้และคุ้มค่าที่จะลงทุน ซึ่งในบางพื้นที่จำเป็นต้องมีการรวมกลุ่มขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

จำเป็นต้องใช้งบประมาณในการลงทุน ดำเนินการ และซ่อมบำรุงสูงมาก ไม่ต่ำกว่า 400 บาท/ตัน/ปี

ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและการยอมรับของประชาชนเป็นปัจจัยสำคัญของต่อความสำเร็จของโครงการ

องค์ประกอบขยะ ความชื้น ค่าความร้อน เป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของระบบ และการควบคุมมลพิษ การเพิ่มการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนต้นทางและระบบบำบัดขยะมูลฝอยชุมชน รวมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะกับบริบทของพื้นที่ถือเป็นสิ่งสำคัญ

จากกรณีศึกษาพบว่า นโยบายในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ชัดเจนและวิสัยทัศน์ของผู้นำก่อให้เกิดความร่วมมือในการผลักดันโครงการ

การสร้างความเข้มแข็ง ความรู้ ความเข้าใจให้กับชุมชน ส่งเสริมการจ้างงานคนในพื้นที่ การพัฒนาชุมชนจากเงินกองทุนพัฒนาชุมชนในพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า เป็นการสร้างการยอมรับในโครงการให้อยู่ร่วมกับชุมชนได้ในระยะยาว

โครงการเอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ (Public-Private Partnership; PPP) ภายใต้สัญญาแบบ Build, operate, and transfer (BOT) สร้างความมั่นคงในด้านการบริหารโครงการและการเดินระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพ

บทสรุป

เทคโนโลยีเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อการผลิตไฟฟ้า มีจุดเด่นคือสามารถลดมวลและปริมาตรของขยะได้มากถึงร้อยละ 70–90 อุณหภูมิสูงของระบบช่วยทำลายพาหะนำโรคและเชื้อโรคต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพลังงานความร้อนที่ได้สามารถนำไปใช้ผลิตไอน้ำและไฟฟ้าได้ จากการศึกษากรณีตัวอย่างโครงการเตาเผาฯ ในประเทศไทย 3 แห่ง พบว่าเทคโนโลยีนี้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากถึงร้อยละ 57–75 เมื่อเทียบกับการกำจัดขยะมูลฝอยในกรณีปกติ (การฝังกลบ) โดยแบ่งได้เป็น การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบ ร้อยละ 45–60 และการหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงาน ร้อยละ 12 -15 นอกจากจุดเด่นดังกล่าว พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ หากขายเข้าสู่ระบบสายส่ง จะสามารถทำรายได้จำนวนมากให้แก่เจ้าของโครงการ และยังช่วยเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงานของท้องถิ่น

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีนี้ มีข้อจำกัดหลายประการเช่น เป็นเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อน ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบบริหารจัดการเดินระบบ จำเป็นต้องตรวจสอบและควบคุมมลพิษอย่างต่อเนื่อง ใช้งบประมาณลงทุนและดำเนินการสูง และจำเป็นต้องมีขยะมูลฝอยป้อนเข้าสู่ระบบจำนวนมากและต่อเนื่อง (อย่างน้อย 300 ตัน/วัน) เพื่อให้ระบบมีความคุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้น เทคโนโลยีนี้ จึงเหมาะสมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีขยะมูลฝอยจำนวนมาก หรือมีการรวมกลุ่มเพื่อรับขยะจากพื้นที่อื่นๆ

การออกแบบระบบให้เหมาะสมกับปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยของท้องที่ การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและการควบคุมมลพิษที่มีประสิทธิภาพ ความรับผิดชอบของเจ้าของโครงการต่อชุมชนโดยรอบ การแก้ไขปัญหาผลกระทบต่อชุมชนอย่างทันท่วงที การสร้างเสริมความเข้าใจและความร่วมมือของชุมชนโดยรอบ การจ้างงานคนในพื้นที่ การร่วมพัฒนาชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ และช่วยให้โครงการอยู่ร่วมกับชุมชนได้ในระยะยาว

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

เทศบาลนครภูเก็ต และบริษัท พีเจที เทคโนโลยี จำกัด
ศูนย์กำจัดมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต
หมู่ 1 ถนนรัตนโกสินทร์ 200 ปี ตำบลวิชิต อำเภอเมืองภูเก็ต
จังหวัดภูเก็ต
www.phuketcity.go.th โทรศัพท์ : 076-211570
www.pjt.co.th โทรศัพท์ : 076-210313-4

เทศบาลนครขอนแก่น และบริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด
โรงไฟฟ้าพลังงานสะอาด (เชื้อเพลิงขยะ) จังหวัดขอนแก่น
เทศบาลนครขอนแก่น หมู่ที่ 7 ถนนมิตรภาพ ตำบลโนนท่อน
อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
www.kkmuni.go.th โทรศัพท์ : 043-424550,
www.ace-energy.co.th โทรศัพท์ : 085-4880025

กรุงเทพมหานคร และบริษัท ซีแอนด์จี เอ็นไวรอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
โรงกำจัดขยะผลิตไฟฟ้าเพื่อสิ่งแวดล้อม หนองแขม
ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม ถนนพุทธมณฑล สาย 3
แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร
www.bangkok.go.th โทรศัพท์ : 02-2032992
www.cg-ep.co.th โทรศัพท์ : 02-4087520

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2564). **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2563.** *70 หน้า*

ธเรศ ศรีสถิตย์. (2558). **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน,** *วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.*

Chen Liu, Toru Nishiyama, Katsuya Kawamoto, So Sasaki, (2020). **United Nations Environment Programme.** *CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies: Waste-to-Energy Incineration.*

Howes, P., and K, Warren. (2016). **Integration of Thermal Energy Recovery into Solid Waste Management.** *IEA Bioenergy Task 36.*

Niessen, W. R. (2010). Combustion and incineration processes: Applications in environmental engineering. 4Th edition. 798 p. CRC Press, Florida.

P.T. Williams (2005). **Waste Treatment and Disposal,** *2nd ed.*

Xin-gang, Z., Gui-wu, J., Ang, L., Yun, L. (2016). **Technology, cost, a performance of waste to energy incineration industry in China.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016. 55: p. 115-130.*

เทคโนโลยี

4. การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

(SEMI-AEROBIC LANDFILL)

QUICK INFO

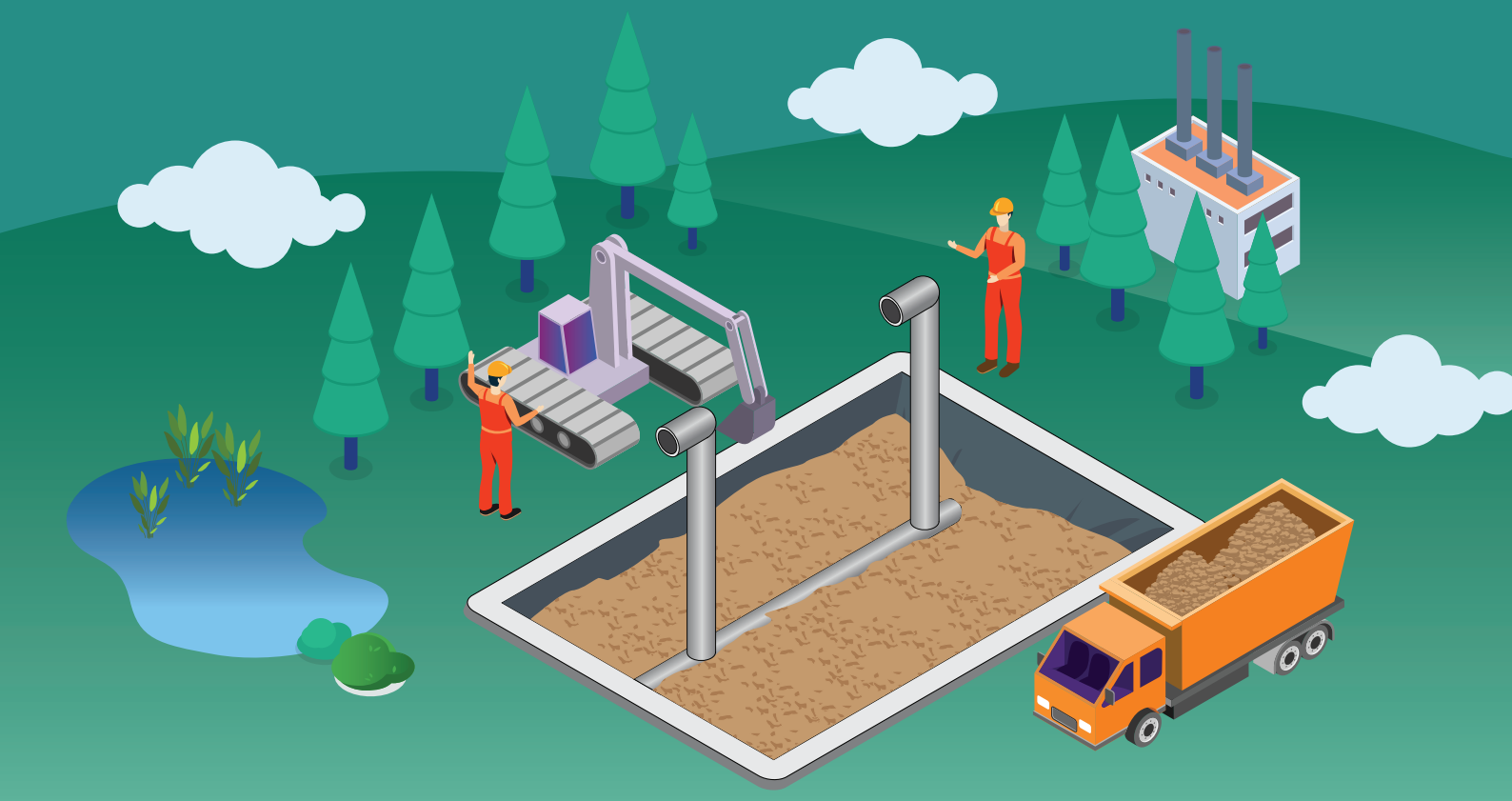
การฝังกลบมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ เป็นการจัดการปลายทาง โดยเป็นรูปแบบการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่ได้รับการยอมรับจาก UNFCCC ว่าเป็นเทคโนโลยีที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้

ตัวอย่างที่ดีในประเทศไทย ได้แก่ (1) องค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ/มูลนิธิโคเออร์ (COERR) อ.ท่าสองยาง จ.ตาก และ (2) เทศบาลเมืองสีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา ทั้ง 2 พื้นที่ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ ร้อยละ 53.36 เมื่อเทียบกับการฝังกลบที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

GHG

เทคโนโลยีนี้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ เนื่องจากการไหลเวียนของออกซิเจนภายในกองมูลฝอย เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศบางส่วน ทำให้ลดปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้

เทคโนโลยีนี้สามารถดำเนินการได้ง่าย ใช้ต้นทุนสูงขึ้นไม่มาก แต่ควรใช้บริษัทออกแบบที่เคยมีประสบการณ์ออกแบบก่อสร้างจริงเพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการออกแบบและก่อสร้าง



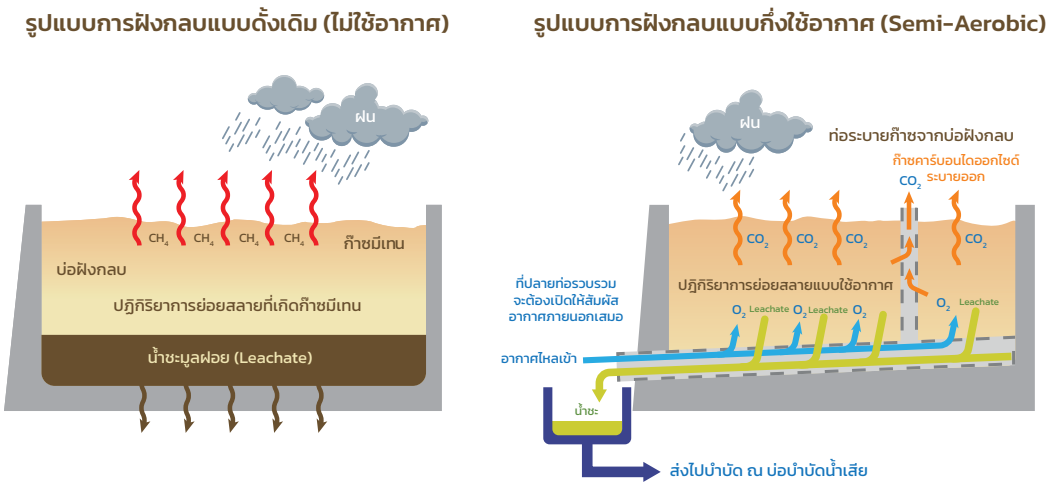
รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

1. กระบวนการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

การฝังกลบมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill) เป็นรูปแบบการฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) รูปแบบหนึ่ง ที่ได้มีการวิจัยและพัฒนามายาวนานโดยมหาวิทยาลัยแห่งจังหวัดฟุกุโอกะ (Fukuoka University) และเมืองฟุกุโอกะ (Fukuoka City) และได้รับการรับรองจากกระทรวงสุขภาพและสวัสดิการของญี่ปุ่น (Ministry of Health and Welfare) ให้เป็นเทคโนโลยีมาตรฐานระดับประเทศในด้านการกำจัดมูลฝอย (National Standard Technology for Solid Waste Disposal) รวมถึงได้รับการยอมรับจาก United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ว่าเป็นเทคโนโลยีที่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้

รูปแบบการกำจัดมูลฝอยนี้เป็นการย่อยสลายมูลฝอยที่ถูกฝังกลบในบ่อที่ได้รับการติดตั้งท่อระบายก๊าซ เพื่อให้เกิดสภาพใช้อากาศ (Aerobic Process) ซึ่งจะแตกต่างจากการฝังกลบแบบปกติคือเป็นการฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Process) ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ก๊าซไข่เน่า และสารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งการย่อยสลายในบ่อฝังกลบทั่วไปที่จะเกิดในอัตราที่ช้า ส่งผลให้เกิดการยุบตัวของบ่อฝังกลบมูลฝอยช้าและส่งผลต่อคุณภาพของน้ำชะขยะมูลฝอย คือน้ำชะขยะมูลฝอยจะมีความสกปรกมากกว่าระบบแบบกึ่งใช้อากาศ เนื่องจากการย่อยอินทรียสารเกิดขึ้นช้า ทำให้ระบบปรับเสถียรได้ต่ำกว่า (JICA Training Text, 2007)

การควบคุมให้เกิดกระบวนการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศจะอาศัยหลักการถ่ายเทอากาศที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในบ่อฝังกลบมูลฝอยและอุณหภูมิภายนอกบ่อฝังกลบ โดยวิธีนี้จะมีการติดตั้งท่อรวบรวมและระบายน้ำชะขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่เชื่อมกับท่อระบายก๊าซทำให้อากาศและออกซิเจนจากภายนอกสามารถไหลเข้ามาแทนที่ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าที่อยู่ภายในบ่อซึ่งระบายออกสู่ภายนอก และทำให้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศเติบโต เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศ ส่งผลให้ค่าความสกปรก (ในรูป BOD และ COD) ของน้ำชะขยะมูลฝอย และปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบมูลฝอยแบบไม่ใช้อากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) โดยรูปแบบการจัดการมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศแสดงในรูปที่ 3.29 อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการกำจัดขยะระบบนี้ คือ สามารถกำจัดขยะชุมชนได้อย่างเดียวเท่านั้น และจำเป็นต้องคัดแยกขยะอันตรายและขยะติดเชื้อออกก่อน



รูปที่ 3.29 รูปแบบการฝังกลบแบบปกติและแบบกึ่งใช้อากาศ

การขยายผลโครงการไปยังพื้นที่อื่นของระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

เทคโนโลยีการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศมีศักยภาพนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้ 2 ระดับได้แก่

- ศักยภาพปานกลาง ในกรณีที่จะนำไปใช้กับบ่อฝังกลบใหม่ที่รับกำจัดขยะในอัตราต่ำกว่า 350 ตัน/วัน
- ศักยภาพสูง ในกรณีที่จะนำไปใช้กับบ่อฝังกลบเก่า โดยการแก้ไขการออกแบบ และดำเนินงานบางส่วนให้ถูกต้องตามหลักการของระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

2. ระบบการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศในประเทศไทย

ขยะมูลฝอยในประเทศไทย มีลักษณะที่แตกต่างจากประเทศญี่ปุ่นผู้เป็นเจ้าของเทคโนโลยี เนื่องจากในประเทศญี่ปุ่นมีระบบการคัดแยกขยะที่ครัวเรือน ดังนั้นมีเพียงขยะที่ไม่สามารถคัดแยกได้ หรือไม่สามารถนำเข้าสู่เตาเผาขยะได้ที่จำเป็นต้องนำขยะไปฝังกลบในบ่อฝังกลบ จึงมีขยะอินทรีย์หลงเหลือในขยะไม่มาก รวมถึงการใช้ระบบดังกล่าวในการฝังเถ้าที่เกิดจากกระบวนการเผาขยะมูลฝอยในเตาเผา ซึ่งแตกต่างจากประเทศไทย ที่องค์ประกอบหลักของขยะมูลฝอยเป็นอินทรีย์สาร ส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายในชั้นขยะของประเทศไทยจึงมีแนวโน้มที่จะเป็นแบบไร้อากาศมากกว่า ดังนั้นการออกแบบและการดำเนินงานระบบการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ จึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยขององค์ประกอบขยะในการดำเนินงานด้วย

สำหรับประเทศไทย เทคโนโลยีการฝังกลบกึ่งใช้อากาศยังเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายมากนัก และมีการใช้เทคโนโลยีนี้ในการจัดการขยะมูลฝอยเพียง 2 พื้นที่ ได้แก่ (1) องค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ/มูลนิธิโคเออร์ (COERR) อ.ท่าสองยาง จ.ตาก และ (2) เทศบาลเมืองสีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

3. กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

เนื่องจากการจัดการมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบโดยทั่วไปจะไม่มีการไหลเวียนของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในกอง ทำให้ภายในกองมูลฝอยมีการหมักแบบไร้อากาศ และก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน แต่การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศจะมีการไหลเวียนของออกซิเจนจากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไหลเข้ามาในบ่อฝังกลบมูลฝอย ซึ่งอากาศนั้นได้ไหลมาจากท่อที่ถูกติดตั้งไว้ภายในกองมูลฝอย รวมถึงยังมีการติดตั้งระบบรวบรวมและระบายน้ำชะขยะมูลฝอยที่เจาะรูพรุน ซึ่งเมื่ออากาศและออกซิเจนจากภายนอกสามารถไหลเข้ามาแทนที่ก๊าซที่มีอุณหภูมิสูงกว่าที่อยู่ภายในบ่อ จะส่งผลให้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศเติบโต เกิดการย่อยสลายแบบใช้อากาศ สามารถลดปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบมูลฝอยแบบไม่ใช้อากาศ

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีในประเทศไทย

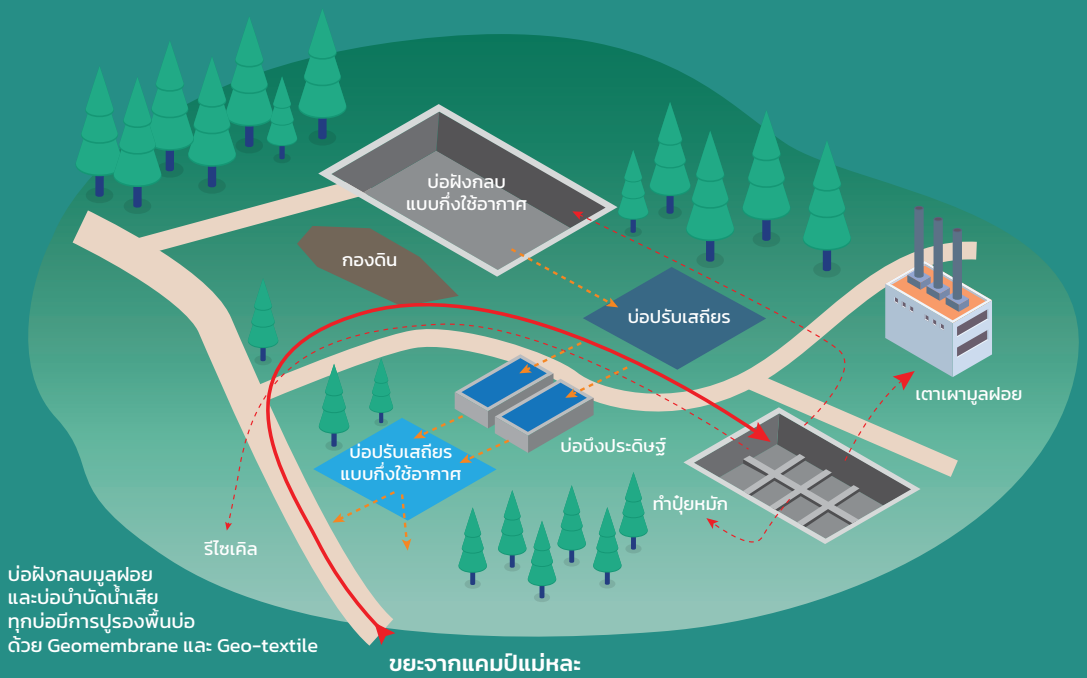
องค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ/มูลนิธิโคเออร์ (COERR)

อ.ท่าสองยาง จ.ตาก

รายละเอียดโครงการ

มูลนิธิโคเออร์ (COERR) มีนโยบายด้านดูแลสิ่งแวดล้อม ดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยภายในพื้นที่พักพิงชั่วคราวสำหรับผู้หนีภัยการสู้รบชาวเมียนมา บ้านแม่หละในรูปของ “โครงการจัดการขยะโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน” (Community-based Waste Management) ทำงานร่วมกับกลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกะเหรี่ยง Karen Environment Group (KEG) บทบาทของ COERR เป็นผู้ให้การสนับสนุนในการประสานงานกับภายนอก การจัดหางบประมาณ จัดหาเครื่องมือ และให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิค มีการจัดตั้งศูนย์แปรสภาพขยะ (Solid Waste Diversion Center) ในพื้นที่นอกพื้นที่พักพิงชั่วคราวฯ ซึ่งได้รับการเอื้อเฟื้อสถานที่จากองค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ โดยรูปภาพที่ตั้ง และรายละเอียดการใช้พื้นที่แสดงในรูปที่ 3.30–3.31

รูปที่ 3.30 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ COERR อ.ท่าสองยาง



รูปที่ 3.31 รายละเอียดการใช้พื้นที่โครงการ COERR อ.ท่าสองยาง

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2545
หน่วยงานเดิมที่ดูแลการจัดการขยะสำหรับพื้นที่พักพิงชั่วคราวบ้านแม่หละขอเลิกดำเนินงาน หน่วยราชการที่เกี่ยวข้องจึงประกาศหาผู้ดำเนินงานแทน

พ.ศ. 2547
องค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ /มูลนิธิโคเออร์ (COERR) เริ่มดำเนินงาน ได้รับทุนจาก UNHCR จัดการขยะโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม รณรงค์ 3Rs มีการจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย โดยได้รับความร่วมมือจาก Asian Institute of Technology (AIT)

พ.ศ. 2559
บ่อฝังกลบเดิมเริ่มเต็ม ได้รับทุนจากรัฐบาลญี่ปุ่น ผ่านสถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำประเทศไทย โครงการความร่วมมือทางด้านเศรษฐกิจแบบให้เปล่าเพื่อพื้นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ (GGP-Grant Assistance for Grassroots Human Security Projects) และบริษัท Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC) ได้เริ่มก่อสร้างระบบ Semi-Aerobic Landfill

พ.ศ. 2559 ถึงปัจจุบัน
เริ่มใช้งานระบบมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งภายในศูนย์แปรสภาพขยะ จะประกอบด้วย โรงเรือนสำหรับการคัดแยกเครื่องผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลาย เตาเผาปลอดมลพิษ บ่อฝังกลบ บ่อพักน้ำเสีย และบึงประดิษฐ์สำหรับการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนขยะ

รูปที่ 3.32 ระบบ semi-aerobic landfill COERR อ.ท่าสองยาง

ต่อมาได้เริ่มดำเนินการใช้ระบบการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ ซึ่งได้รับงบประมาณจากรัฐบาลญี่ปุ่น ผ่านสถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำประเทศไทย โครงการความร่วมมือทางด้านเศรษฐกิจแบบให้เปล่าเพื่อพื้นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ (GGP-Grant Assistance for Grassroots Human Security Projects) และเทคโนโลยีจาก บริษัท Eight-Japan Engineering Consultants Inc. (EJEC) (รูปที่ 3.31)

ปัจจุบันภายในศูนย์แปรสภาพขยะ จะประกอบด้วย โรงเรือนสำหรับการคัดแยก เครื่องผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลาย เตาเผาปลอดมลพิษ บ่อฝังกลบ บ่อพักน้ำเสีย และบึงประดิษฐ์สำหรับการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนขยะโดยทุกบ่อมีการปูพลาสติกกันการรั่วซึม ทั้งนี้ มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในทุกขั้นตอนของการบำบัด และการตรวจควันจากเตาเผา เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการไม่สร้างผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยกรมควบคุมมลพิษ และมีการให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้หนีภัยฯ ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่พักพิงชั่วคราวฯ บ้านแม่หละ ซึ่งดำเนินการโดยผู้หนีภัยฯ ที่เป็นอาสาสมัครและเจ้าหน้าที่ของกลุ่ม Karen Environment Group (KEG) และมีการแนะนำด้านเทคนิคโดยเจ้าหน้าที่ COERR

โดยกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการขยะมูลฝอย เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวม ขนถ่าย คัดแยกขยะมูลฝอยโดยอาสาสมัคร ขยะรีไซเคิล ถูกแยกออกเพื่อทำความสะอาดและบดอัดเพื่อเตรียมนำกลับไปใช้ใหม่ ขยะส่วนที่เหลือจากการคัดแยกรวมถึงพลาสติกบางส่วนจะถูกกำจัดโดยเตาเผาความร้อนสูง ขยะบางส่วนที่ไม่สามารถคัดแยกและไม่เหมาะสมที่จะนำเข้าระบบเตาเผา จะถูกส่งไปยังระบบฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศต่อไป

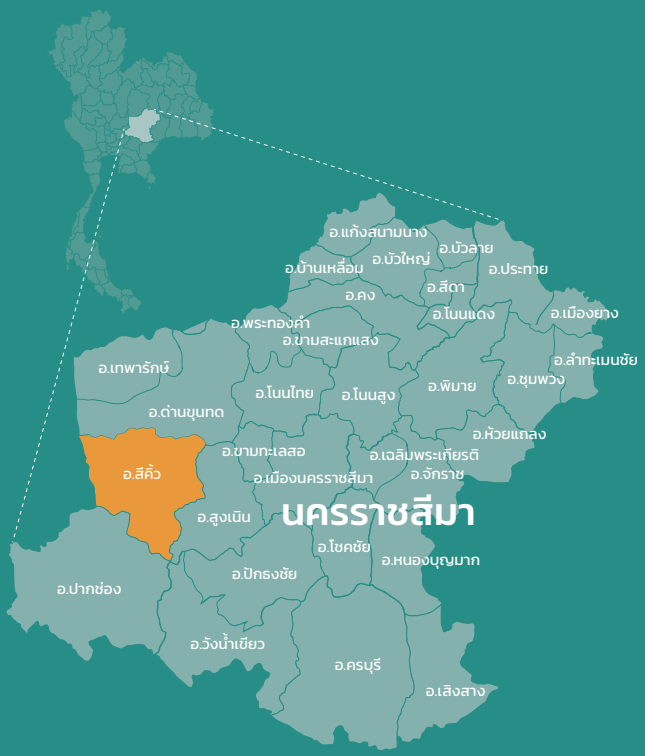
เทศบาลเมืองสีคิ้ว

อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

รายละเอียดโครงการ

บ่อฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศของเทศบาลเมืองสีคิ้ว เป็นความร่วมมือทางเทคโนโลยีระหว่างไทย-ญี่ปุ่น ภายใต้โครงการการพัฒนาระบบฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชนสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขนาดกลางและขนาดเล็ก เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi - Aerobic Landfill) สำหรับปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบเทกองของไทยให้เป็นรูปแบบที่ถูกหลักสุขาภิบาล

ในอดีตพื้นที่เทศบาลมีขยะวันละประมาณ 20 ตัน/วันจะกำจัดโดยการเทกองกลางแจ้ง ทำให้เกิดน้ำเสียและกลิ่นเหม็น จากปัญหาดังกล่าวทางเทศบาลได้มีการแก้ไขปัญหา โดยเริ่มจากการลดปริมาณขยะที่ทิ้งเทกอง รณรงค์ให้ทุกครัวเรือนและพื้นที่การค้าต่างๆ ในจังหวัดคัดแยกขยะ ทำให้มีขยะเหลือทิ้งลดลง ต่อมาเมื่อมีโครงการความร่วมมือไทย-ญี่ปุ่นขึ้น ทางสำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 11 (นครราชสีมา) ได้เสนอชื่อเทศบาลเมืองสีคิ้วไปยังกรมควบคุมมลพิษเพื่อให้องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) คัดเลือกจนกระทั่งก่อสร้างบ่อขยะฝังกลบขยะแบบกึ่งอากาศได้ในปัจจุบัน โดยแผนผังแสดงที่ตั้งโครงการฯ และลักษณะอาคารและระบบจัดการขยะมูลฝอยต่างๆ ภายในโครงการ แสดงในรูปที่ 3.33-3.35



รูปที่ 3.33 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

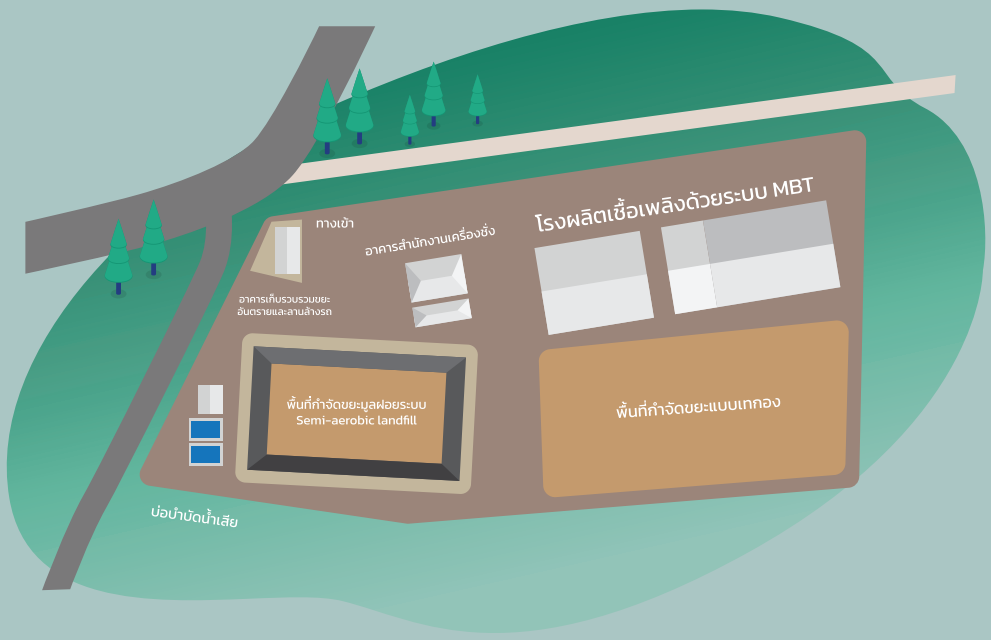
ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2555 – 2558

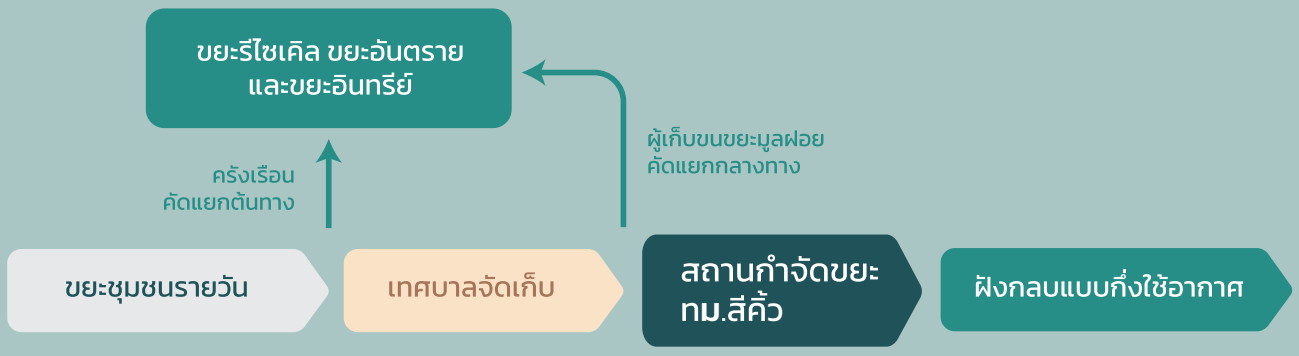
กรมควบคุมมลพิษ (คพ.) ร่วมกับจังหวัดฟุกุโอกะ ศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น (JESC) องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (JICA) สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 11 (นครราชสีมา) และเทศบาลเมืองสีคิ้ว ร่วมดำเนินโครงการการพัฒนาระบบฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขนาดกลางและขนาดเล็ก เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ (Semi-Aerobic Landfill) สำหรับปรับปรุงสถานที่ กำจัดขยะมูลฝอยแบบเทกองของไทยให้เป็นรูปแบบที่ถูกต้อง ถูกหลักสุขาภิบาล

พ.ศ. 2558 ถึงปัจจุบัน

เปิดดำเนินงาน และดำเนินงานมาจนถึงปัจจุบัน โดยมีขนาดพื้นที่ประมาณ 4 ไร่ สามารถจุขยะได้รวมประมาณ 2,700 ตัน ซึ่งในปัจจุบันทางเทศบาลมีโครงการคัดแยกขยะพลาสติกไปขายทอดตลาด มีโรงจัดการด้วยระบบ MBT และมีการขายเชื้อเพลิง RDF



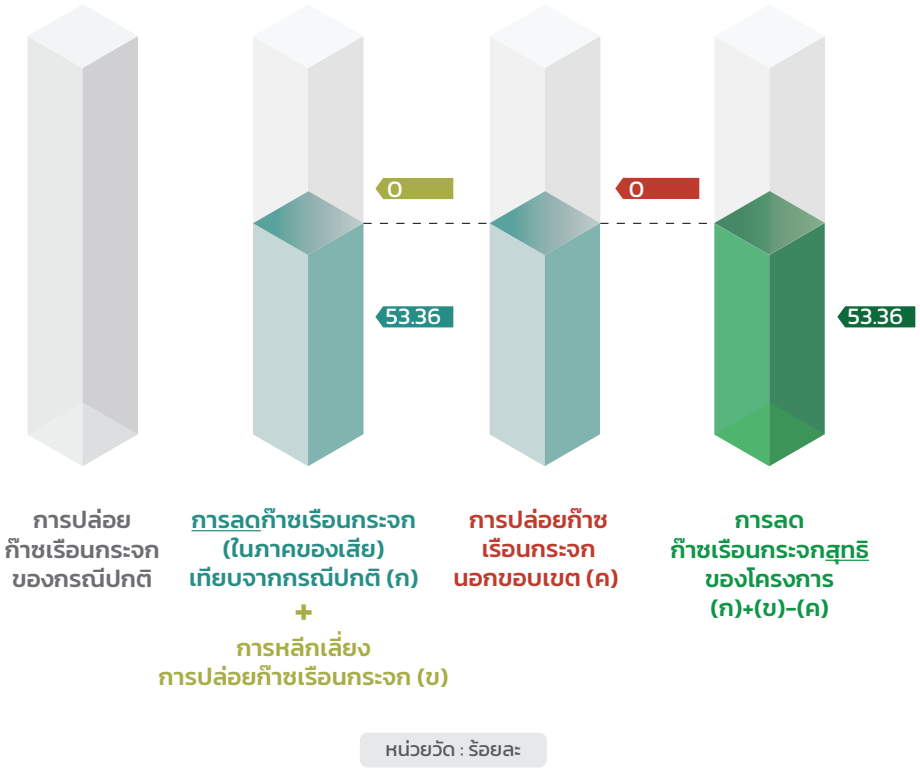
รูปที่ 3.34 ลักษณะอาคารและระบบจัดการขยะมูลฝอยต่างๆ ภายในโครงการ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



รูปที่ 3.35 ลำดับการจัดการมูลฝอยของเทศบาลเมืองสีคิ้ว จ.นครราชสีมา

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

ระบบการกำจัดมูลฝอยแบบกึ่งใช้อากาศ เป็นระบบกำจัดมูลฝอยที่ปรับปรุงมาจากระบบฝังกลบเดิม โดยสามารถทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน พบว่าเมื่อคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการทดลองในประเทศไทยเทียบกับการจัดการมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศซึ่งเป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 53.36 ดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ

บทเรียนเพื่อการขยายผลเทคโนโลยี

การดำเนินงานควรมีนโยบายการดำเนินงานที่ชัดเจน โดยมีการกระจายการทำงานออกเป็นภาคส่วน รวมถึงควรมีการดำเนินงานร่วมกับชุมชน เพื่อสร้างการยอมรับในพื้นที่

การก่อสร้างบ่อฝังกลบ จำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณขยะเข้าระบบ และระยะเวลาที่จะใช้งานระบบ

เทคโนโลยีนี้สามารถดำเนินการได้ง่าย อะไหล่เครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อการซ่อมแซมสามารถหาได้ในประเทศไทย การเดินระบบใช้กระแสไฟฟ้าและเชื้อเพลิงในปริมาณน้อย

ควรใช้บริษัทออกแบบที่เคยมีประสบการณ์ออกแบบก่อสร้างจริงเพื่อเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการออกแบบและก่อสร้าง

ควรมีการอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเชี่ยวชาญ สามารถแก้ไขและปรับปรุงดูแลระบบได้

บทสรุป

การฝังกลบมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ เป็นการย่อยสลายขยะมูลฝอยที่ถูกฝังกลบในบ่อที่ได้รับการติดตั้งท่อระบายก๊าซและท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อให้เกิดสภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบกึ่งใช้อากาศในบ่อฝังกลบ ส่งผลให้จุลินทรีย์แบบใช้อากาศเติบโต ซึ่งลดปริมาณก๊าซมีเทนที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบมูลฝอยแบบไม่ใช้อากาศโดยตัวอย่างทั้ง 2 พื้นที่ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 53.36

เทคโนโลยีสามารถดำเนินการได้ง่าย อะไหล่เครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อการซ่อมแซมสามารถหาได้ในประเทศไทย การเดินระบบใช้กระแสไฟฟ้าและเชื้อเพลิงในปริมาณน้อย โดยเทคโนโลยีนี้มีต้นทุนสูงขึ้นจากการฝังกลบด้วยระบบที่ใช้ในปัจจุบันไม่มาก มีศักยภาพสูงในการนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ตามลักษณะการจัดการ ได้แก่ (1) กรณีที่จะนำไปใช้กับบ่อฝังกลบใหม่ที่รับกำจัดขยะในอัตราต่ำกว่า 350 ตัน/วัน และ (2) กรณีที่จะนำไปใช้กับบ่อฝังกลบเก่า โดยการแก้ไขการออกแบบ และดำเนินงานบางส่วนให้ถูกต้องตามหลักการของการย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศ

การที่จะประสบความสำเร็จนั้น จะขึ้นกับการดำเนินการในช่วงออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินการฝังกลบ โดยในช่วงเริ่มต้นของไทย การออกแบบควรดำเนินการโดยบริษัทออกแบบที่มีประสบการณ์ ทั้งนี้ ขยะที่ถูกฝังกลบด้วยระบบนี้จะทำให้ขยะถูกย่อยสลายในเวลาที่รวดเร็ว โดยหลังจากที่ขยะเข้าสู่สภาวะเสถียรแล้วก็สามารถทำการขุดรื้อร่อนให้ได้เชื้อเพลิงขยะ (RDF) มาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน เป็นการสนับสนุนเรื่องเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ของประเทศไทย และสามารถลดการจัดหาพื้นที่ฝังกลบใหม่ได้

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

องค์การบริหารส่วนตำบลแม่หละ อ.ท่าสองยาง จ.ตาก
สำนักงาน เลขที่ 214 หมู่ที่ 1 ตำบลแม่หละ อำเภอท่าสองยาง
จังหวัดตาก 63150
โทรศัพท์ : 055-030-579
Email : saraban_tak@maehla.go.th
www.maehla.go.th

เทศบาลเมืองสีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา
สำนักงาน เลขที่ 888 ถนนเทศบาล 1 หมู่ที่ 2 ตำบลมิตรภาพ
อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา 30140
โทรศัพท์ : 0-4498-6043
Email : sikhio_888@hotmail.com
www.sikhiotown.go.th

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ 2563. **แนวทางในการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินงานสถานที่ฝังกลบขยะแบบกึ่งใช้อากาศ กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** *พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม*

JICA Training Text 2007. **Caution for Application of "Fukuoka Method" (Semi-Aerobic Landfill Technology),** *Japanese International Cooperation Agency–Kyushu International Center.*

SUMITOMO

5. กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ

LANDFILL GAS TO ENERGY (LFGTE)

QUICK INFO

การจัดการมูลฝอยโดยกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ (LANDFILL GAS, LFG) เป็นการจัดการปลายทาง ที่เป็นการสร้างระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ และผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซดังกล่าวเพื่อจำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้

GHG

กิจกรรมนี้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ เนื่องจากการรวบรวมก๊าซมาเพื่อทำลายหรือรวบรวมมาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศได้

ตัวอย่างที่ดีในประเทศไทย ได้แก่ (1) โครงการที่ดำเนินการโดย บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้เท่ากับ ร้อยละ 26.28 เมื่อเทียบกับการฝังกลบที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) และ (2) โครงการที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 22.94 เมื่อเทียบกับการฝังกลบที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพปานกลางถึงสูงที่จะนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย ขึ้นกับเป้าประสงค์ของการนำไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปใช้งาน ทั้งนี้ต้องมีการก่อสร้างระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบที่เหมาะสม และยังต้องการการสนับสนุนกลไกทางราคาของการรับซื้อไฟฟ้าจากภาครัฐ ทั้งในเชิงราคาและระยะเวลาการรับซื้อ

รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

1. กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ

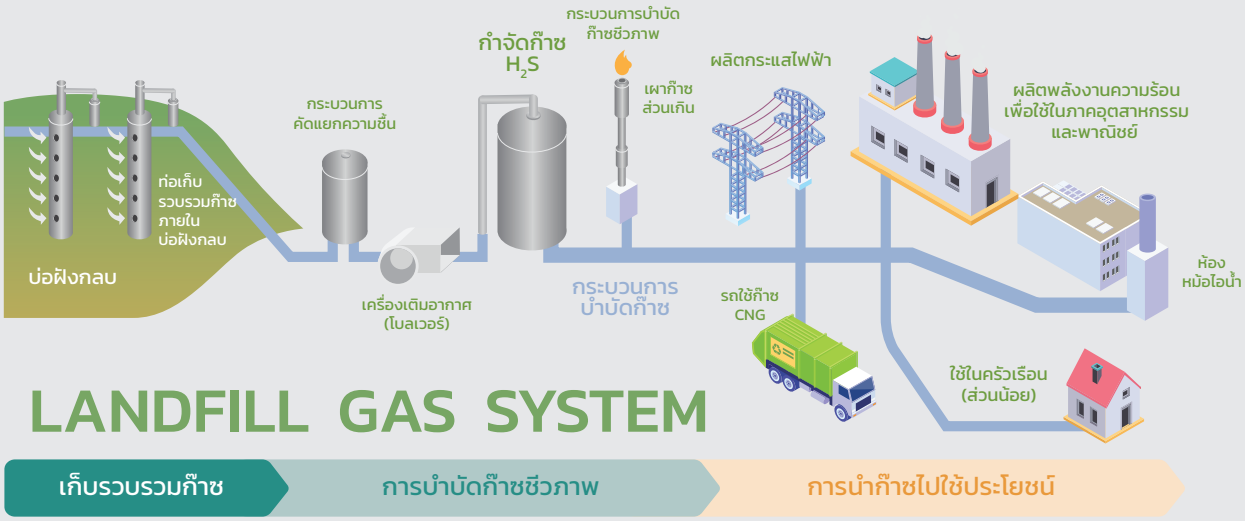
กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ Landfill Gas to Energy (LFGTE) เป็นกระบวนการรวบรวมก๊าซที่เกิดจากบ่อฝังกลบขยะ เพื่อนำก๊าซเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน เช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน การใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น ฉะนั้นเทคโนโลยี LFGTE จึงประกอบด้วย 2 ระบบหลัก คือ ระบบฝังกลบขยะและระบบรวบรวมก๊าซจากบ่อฝังกลบ

ระบบฝังกลบขยะ

การกำจัดมูลฝอยด้วยการฝังกลบในบ่อฝังกลบ หมายถึง การนำมูลฝอยฝังในพื้นที่ที่เตรียมไว้แล้วมีการปิดคลุมหรือกลบทับมูลฝอยด้วยดินหรือแผ่นพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้ส่งกลิ่นรบกวน ป้องกันแมลงหรือนกมาคุ้ยเขี่ย และรักษาสภาพแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงให้ดี ในการเตรียมบ่อฝังกลบจึงต้องมีการออกแบบเป็นอย่างดี โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของบ่อฝังกลบ ความปลอดภัยในการทำงาน ความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงความมั่นคงแข็งแรง และสามารถรองรับปริมาณมูลฝอยได้ตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวจึงต้องมีการดำเนินการที่ดี (ธเรศ ศรีสถิตย์, พ.ศ. 2558).

ระบบรวบรวมก๊าซจากบ่อฝังกลบ

ก๊าซที่เกิดจากบ่อฝังกลบมูลฝอยชุมชนมีหลายชนิด แต่ที่เป็นก๊าซหลักหรือเกิดปริมาณมากกว่าก๊าซอื่นๆ คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีสัดส่วนในปริมาณมากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ อาจกล่าวได้ว่าสัดส่วนระหว่างก๊าซมีเทนกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่ประมาณ 50:50 หรือ 60:40 แล้วแต่ประเภทของมูลฝอยที่ถูกฝังอยู่ภายในบ่อฝังกลบ เมื่อทำการกลบมูลฝอยจะเกิดการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) มีผลผลิตคือก๊าซต่างๆ และก๊าซเหล่านี้จะพยายามลอยหรือแทรกตัวออกจากบ่อฝังกลบเพื่อลอยไปสู่ที่สูง การเคลื่อนตัวของก๊าซมีเทนสามารถกระจายไปได้ทุกทิศทาง อาทิ ลอยขึ้นมาบนบ่อฝังกลบ แทรกตัวไปตามดินด้านข้างบ่อฝังกลบ หรือแทรกตัวไปกับน้ำชะขยะมูลฝอยที่ผ่านไปในระบบรวบรวม



รูปที่ 3.36 กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

การจัดการก๊าซจากบ่อฝังกลบ (Landfill Gas Management)

การจัดการก๊าซจากบ่อฝังกลบที่รวบรวมได้ มี 2 วิธีการ คือ การเผาทำลายทิ้ง และการนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการเผาทิ้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อเผาทำลายก๊าซส่วนเกิน ส่วนการนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการนำก๊าซที่รวบรวมได้ทั้งหมดนำไปเผาในเครื่องยนต์สันดาบภายใน แล้วผลิตกระแสไฟฟ้า โดยต้องคำนึงถึงปริมาตรก๊าซที่สามารถรวบรวมได้ และระบบทำความสะอาดก๊าซให้บริสุทธิ์ รูปการดำเนินงานของการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ แสดงในรูปที่ 3.36

การขยายผลโครงการไปยังพื้นที่อื่นของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ สามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย ได้ 2 ระดับ ได้แก่

- ในกรณีที่ผลิตไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ สามารถใช้กับบ่อฝังกลบที่รับขยะมาฝังกลบในอัตรา 350 ตัน/วัน ขึ้นไป ทำให้มีบ่อฝังกลบจำนวนไม่มากที่สามารถดำเนินโครงการได้ จึงมีศักยภาพปานกลางในการปรับใช้ในพื้นที่อื่น
- ในกรณีผลิตพลังงานใช้เองในโครงการ สามารถดำเนินการได้ทันที เช่น การนำ LFG มาผลิตพลังงานเพื่อใช้ในกิจกรรมการฝังกลบ หรือบำบัดน้ำชะขยะมูลฝอย จึงมีศักยภาพสูงในการปรับใช้ในพื้นที่อื่น

2. ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบในประเทศไทย

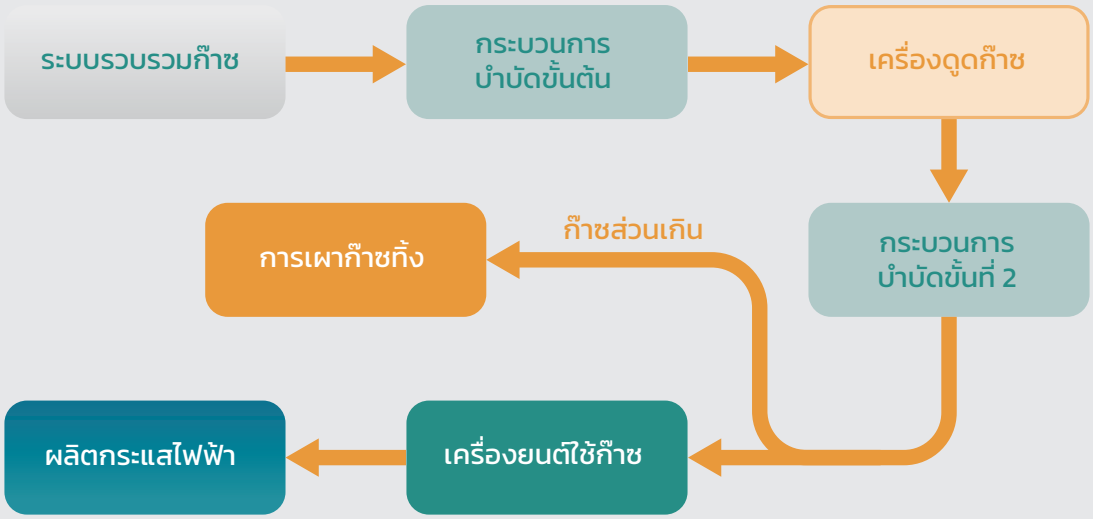
การจัดการมูลฝอยในประเทศไทยเดิมนั้น มีทั้งการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และไม่ถูกหลักสุขาภิบาล (เช่น การเทกอง หรือการฝังกลบแบบไม่มีการจัดการ เป็นต้น) เมื่อทำการฝังกลบแล้ว จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยชุมชนที่ถูกฝังกลบ โดยเมื่อระยะเวลาผ่านไปนาน จะเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และทำให้เกิดก๊าซต่างๆ โดยเฉพาะก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซที่พบนั้นจะเรียกว่าก๊าซชีวภาพ หรือ Landfill Gas (LFG) การลงทุนในระบบ LFGTE จึงเหมาะสมสำหรับการลงทุนในพื้นที่ฝังกลบเดิม ในกรณีที่ยังไม่มีระบบรวบรวมก๊าซ หรือในการฝังกลบใหม่ โดยสร้างระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบและระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซดังกล่าว เพื่อจำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ บ่อฝังกลบควรจะมีการฝังกลบมากกว่า 350 ตัน/วัน และดำเนินการฝังกลบเป็นระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี

สำหรับประเทศไทย เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันในพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือ โดยตัวอย่างที่นำมาแสดงจะเป็นการใช้เทคโนโลยีนี้ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ (1) โครงการที่

ดำเนินการโดย บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ และ (2) โครงการที่ดำเนินการโดยองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี ซึ่งทั้งสองโครงการมีกระบวนการจัดการระบบที่ไม่แตกต่างกัน แสดงในรูปที่ 3.37

3. กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

เนื่องจากการจัดการมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบโดยทั่วไป จะไม่มีการไหลเวียนของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในกอง ทำให้ภายในกองมูลฝอยมีการหมักแบบไร้อากาศ และก่อให้เกิดก๊าซมีเทน เป็นก๊าซที่มีค่าความร้อนสูงใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ การรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบมูลฝอยเพื่อใช้ประโยชน์ด้านพลังงานไฟฟ้า เป็นการทำการรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบ แล้วนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้



รูปที่ 3.37 กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีในประเทศไทย

บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด

อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

รายละเอียดโครงการ

โครงการ “การรวบรวมก๊าซจากบ่อฝังกลบมาผลิตพลังงานไฟฟ้าท่าเชียงทอง” เป็นกิจกรรมดำเนินการของบริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด เพื่อทำการก่อสร้างและดำเนินการจัดการโรงไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในบ่อฝังกลบมูลฝอย โดยมี บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด เป็นผู้พัฒนาโครงการ โดยแผนผังแสดงที่ตั้งโครงการฯ แสดงในรูปที่ 3.38

โครงการจะมีการติดตั้งระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพแบบบูรณาการ (รูปที่ 3.39) ก๊าซชีวภาพที่รวบรวมได้จะถูกนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องปั่นไฟชนิด Gas Engine ในกรณีที่ยังไม่สามารถนำไปผลิตไฟฟ้า เนื่องจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร ก๊าซชีวภาพจะถูกเก็บไว้ในบ่อเก็บก๊าซ (ชนิดบอลลูน) ซึ่งจะเป็นผลดีกว่าการเผาก๊าซชีวภาพทิ้ง เป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์ และสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนด้วยการรวบรวมก๊าซชีวภาพ แทนการปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

รูปที่ 3.38 แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการ บ.ท่าเชียงทอง จ.เชียงใหม่

ความเป็นมาของโครงการ

พ.ศ. 2540–2541

เกิดปัญหาขยะล้นเมืองเชียงใหม่ การกำจัดขยะมูลฝอยไม่สามารถหาสถานที่กำจัดได้ เนื่องด้วยชุมชนต่างๆ ต่อต้านการสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เพื่อแก้ปัญหานี้ทางบริษัทให้สัญญากับชาวบ้าน ที่จะไม่เกิดผลกระทบใดๆ จากการดำเนินโครงการ จึงได้ดำเนินการเรื่อยมา

พ.ศ. 2550–2551

รัฐบาลได้เปิดรับซื้อพลังงานทดแทนจากขยะ ทางบริษัทจึงปรับปรุงระบบเก็บก๊าซชีวภาพ เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ แทนการรวบรวมก๊าซแล้วเผาทิ้ง มีการพัฒนาระบบมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น และก่อสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากขยะเพิ่มเติม ดำเนินการต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

01	บ่อฝังกลบขยะ				
02	สถานีดูดและลด H2S โรงไฟฟ้าบ้านตาล	05	โรงไฟฟ้าบ้านตาล	08	โรงอบแห้งใช้ความร้อนทิ้งจากโรงไฟฟ้า
03	สถานีดูดและลด H2S โรงไฟฟ้าท่าเชียงทอง	06	โรงไฟฟ้าท่าเชียงทอง	09	มิเตอร์ซื้อ และขายไฟฟ้า บ.โรงไฟฟ้าบ้านตาล
04	บอลลูนเก็บก๊าซ 4 ลูก @ 2,500 ลบ.ม./ลูก	07	อาคารสำนักงาน	10	มิเตอร์ซื้อ และขายไฟฟ้า บ.ท่าเชียงทอง

รูปที่ 3.39 ลักษณะอาคารและระบบจัดการขยะมูลฝอยต่างๆ ภายในโครงการ บ.ท่าเชียงทอง จ.เชียงใหม่

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

รายละเอียดโครงการ

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีดำเนินการก่อสร้างระบบการจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ขยะในบ่อฝังกลบรับมากำจัดจากพื้นที่ในจังหวัดนนทบุรี รวมประมาณ 1,500 ตัน/วัน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ พื้นที่บ่อฝังกลบขยะมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมีลักษณะเป็นหลุมลึก มีปริมาณขยะมูลฝอยเดิมที่ฝังกลบไว้สูง มีความเหมาะสมต่อการดำเนินการพัฒนาโครงการรวบรวมก๊าซมีเทนจากบ่อฝังกลบขยะเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า โดยมีบริษัทบุญ เอนเนอร์ซิส จำกัด มาร่วมลงทุนโครงการก่อสร้างและบริหารจัดการระบบการนำก๊าซจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเดิมขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยพื้นที่โครงการตั้งอยู่ภายในสถานที่กำจัดมูลฝอยของ อบจ.นนทบุรี อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

รูปที่ 3.40 แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการ องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

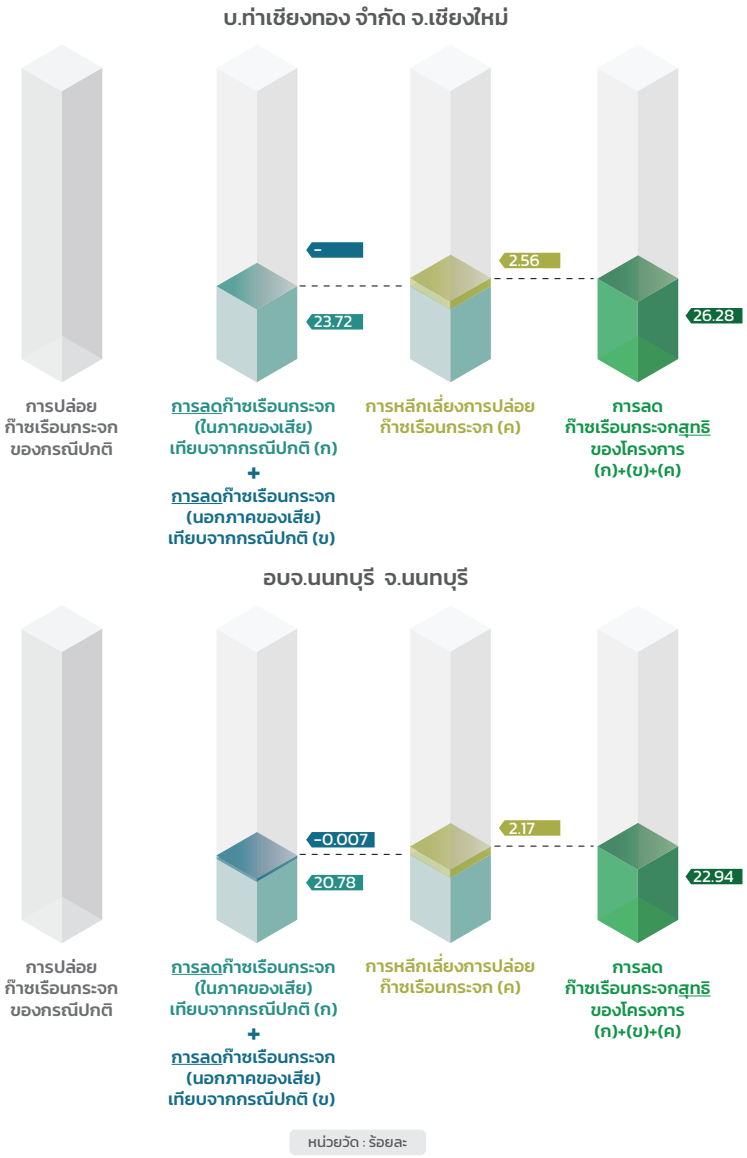
ความเป็นมาของโครงการ

รูปที่ 3.41 ลักษณะอาคารและระบบจัดการขยะมูลฝอยต่างๆ ภายในโครงการ อบจ.นนทบุรี อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี

การดำเนินโครงการข้างต้นมีความสอดคล้องกับนโยบายภาครัฐที่ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนที่ได้จากการจัดการขยะมูลฝอย และจัดอยู่ในบัญชีโครงการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและข้อมูลศักยภาพระบบไฟฟ้าขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีความพร้อมและสามารถดำเนินการในระยะแรก (Quick Win Project) โดยแผนผังแสดงที่ตั้งโครงการฯ อาคารผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ และกระบวนการผลิตของโครงการ แสดงในรูปที่ 3.40 – 3.41

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อใช้ประโยชน์ด้านพลังงานไฟฟ้า กับการจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยอ้างอิงวิธีคำนวณจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 3 Solid waste disposal และประยุกต์ใช้สมการคำนวณจาก T-VER-TOOL-WASTE-07 ของ อบก. ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า การรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อใช้ประโยชน์ด้านพลังงานไฟฟ้า ที่คำนวณโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากพื้นที่โครงการของ บ.ท่าเชียงทอง จ.เชียงใหม่ และ อบจ.นนทบุรี สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 26.28 และร้อยละ 22.94 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ

บทเรียนเพื่อการขยายผลแนวทางการปฏิบัติที่ดี

ทัศนคติของผู้บริหาร ที่มีความต้องการจะพัฒนาระบบอยู่เสมอ จะเป็นส่วนผลักดันให้โครงการประสบความสำเร็จได้

ประสิทธิภาพในการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ ส่วนหนึ่งจะขึ้นกับการสื่อสารของโรงไฟฟ้าและผู้ดำเนินการฝังกลบ

การสื่อสารกับภาคส่วนอื่นตลอดเวลา สร้างนโยบายอุดหนุนงบพัฒนาชุมชน และสร้างผลประโยชน์ร่วมแก่ชุมชน จะทำให้ชุมชนยอมรับในการดำเนินงาน

การฝึกอบรมพนักงานดำเนินงานโครงการ จะส่งผลให้ผู้ดำเนินการสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้

เงื่อนไขของการรับซื้อไฟฟ้าแบบได้รับ Feed-in Tariff (FiT) ยังต้องการได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น เปิดกว้างให้แก่หน่วยงานที่มีศักยภาพเข้าร่วม (ปัจจุบันจะเปิดให้เฉพาะ อปท. ที่มีขยะ หรือต้องมาจากหน่วยงานภาครัฐที่มีการทำสัญญาระยะยาวร่วมกับเอกชนเท่านั้น)

บทสรุป

การจัดการมูลฝอยโดยกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากบ่อฝังกลบ เป็นการรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากบ่อฝังกลบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานหมุนเวียนในรูปของพลังงานไฟฟ้า ทำให้ลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่ชั้นบรรยากาศซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ โดยตัวอย่างทั้ง 2 พื้นที่ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 26.28 (บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด อ.ฮอด จ.เชียงใหม่) และร้อยละ 22.94 (องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี อ.ไทรน้อย จ.นนทบุรี) เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

เทคโนโลยีนี้สามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยได้ปานกลาง ในกรณีที่ผลิตไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ สามารถใช้กับบ่อฝังกลบที่รับขยะมาฝังกลบในอัตรา 350 ตัน/วัน ขึ้นไป ทำให้มีบ่อฝังกลบจำนวนไม่มากที่สามารถดำเนินโครงการได้ แต่สามารถนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นได้สูง ในกรณีที่โครงการผลิตพลังงานใช้เองในโครงการ สามารถดำเนินการได้ทันที เช่น การนำก๊าซชีวภาพมาผลิตพลังงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมการฝังกลบ หรือบำบัดน้ำชะมูลฝอย

อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานขั้นต้นจำเป็นต้องมีการก่อสร้างระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม ควรมีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้แก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน และในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ยังมีความต้องการการสนับสนุนกลไกทางราคาของการรับซื้อไฟฟ้าจากภาครัฐ ทั้งในเชิงราคาและระยะเวลาการรับซื้อ

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

บริษัท ท่าเชียงทอง จำกัด
สำนักงาน เลขที่ 209 หมู่ที่ 7 ต.บ้านตาล อ.ฮอด จ.เชียงใหม่
โทรศัพท์ : 082-762-9249, 082-762-9244
Email : Lge.mayuree@gmail.com , Lge.prayuth@gmail.com

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
ที่ทำการองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี
อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
โทรศัพท์ : 0-2589-0481-5
Email : admin@nont-pro.go.th
www.nont-pro.go.th

เอกสารอ้างอิง

ธเรศ ศรีสถิตย์. (2558). **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน,** *วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.*

เทคโนโลยี

6. การหมักปุ๋ย (COMPOSTING)

QUICK INFO

การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนโดยวิธีการหมักปุ๋ยเป็นการจัดการปลายทาง โดยเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพและทำให้สารอินทรีย์มีความเสถียรภายใต้สภาวะที่ควบคุม มีผลผลิตเป็นอินทรีย์วัตถุที่อ่อนนุ่ม เม็ดละเอียด มีสีดำถึงน้ำตาล ค่อนข้างแห้ง และมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้กับดินเพื่อใช้ในการเกษตร

ตัวอย่างที่ดีในประเทศไทย ได้แก่ (1) โรงหมักปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช กรุงเทพมหานคร สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11.99 และ (2) การหมักปุ๋ยอินทรีย์ ที่ดำเนินการโดยเทศบาลตำบลสตึก อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 33.09 เมื่อเทียบกับการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

GHG

เทคโนโลยีนี้สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าการฝังกลบแบบไร้อากาศซึ่งเป็นกรณีการดำเนินงานตามปกติ (BAU)

เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพสูงที่จะนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย แต่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีคัดแยกเชิงกลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะขยะมูลฝอยที่ไม่ผ่านการคัดแยกของไทย ตลอดจนต้องเลือกใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ

รายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยี

1. เทคโนโลยีการหมักปุ๋ย

การหมักปุ๋ย (Composting) เป็นการย่อยสลายขยะมูลฝอยชุมชนทางชีวภาพที่ทำให้สารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยชุมชนมีความเสถียรภายใต้สภาวะที่ควบคุมที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์มากที่สุด ได้ผลผลิตเป็นอินทรีย์วัตถุที่อ่อนนุ่ม เม็ดละเอียด มีสีดำถึงน้ำตาล ค่อนข้างแห้ง และมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้กับดินเพื่อใช้ในการเกษตร

เทคโนโลยีการหมักปุ๋ยในประเทศไทย แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ (1) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์สำหรับโครงการขนาดใหญ่ และ (2) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ระดับชุมชนขนาดเล็ก

กระบวนการหมักปุ๋ยจากขยะมูลฝอยสำหรับโครงการขนาดใหญ่

เริ่มจากกระบวนการคัดแยกขยะด้วยมือและเครื่องจักรกลเบื้องต้นก่อน โดยการคัดเอาวัสดุปนเปื้อนหรือสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากขยะมูลฝอย เช่น กระป๋องอะลูมิเนียม แบตเตอรี่ รวมทั้งโลหะ โดยเหลือไว้เพียงขยะอินทรีย์ที่สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักได้ จากนั้นจึงนำขยะอินทรีย์ที่ผ่านการคัดแยกแล้วไปหมักในโรงปุ๋ย ซึ่งภายหลังการหมักแล้วก็นำไปร่อนแยกเศษวัสดุเจือปนหรือสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากตัวปุ๋ยหมักอีกครั้งก่อนนำไปบรรจุลงถุงหรืออัดเม็ดเพื่อนำออกจำหน่าย โดยขั้นตอนและกระบวนการผลิตเป็นแบบระบบปิดที่มีการควบคุมคุณภาพตลอดการผลิต ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการหมักปุ๋ยจากขยะมูลฝอยสำหรับชุมชนขนาดเล็ก

เริ่มจากกระบวนการคัดแยกขยะอินทรีย์ในชุมชนจึงเหมาะสำหรับครัวเรือนหรือชุมชนขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดได้จำนวนมาก ช่วยลดปัญหาการเน่าเหม็นจากเศษอาหาร/เศษพืชผักในสถานที่กำจัด อีกทั้งยังสามารถแปรรูปขยะมูลฝอยให้กลายเป็นวัสดุคล้ายดินและมีสีดำ หรือฮิวมัส ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นสารบำรุงดิน (Soil Conditioner) ได้ อย่างไรก็ตามปุ๋ยที่หมักได้นั้นอาจมีแร่ธาตุอาหารต่ำกว่าปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด แต่ก็สามารถปรับปรุงดินให้มีความพรุนที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช

วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

รูปแบบการการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบระบบเปิด (WINDROW OR OPENED SYSTEM)

เป็นการนำของเสียมากองทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ โดยมีการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศหรือไม่ก็ได้ การหมักแบบนี้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

ก. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบกองแถวร่วมกับการพลิกกลับกอง (Turned Pile) คือ การผสมวัตถุดิบที่ต้องการหมักให้เข้ากันแล้ววางกองเป็นแนวยาว โดยพลิกกลับกอง 2 ครั้ง/สัปดาห์

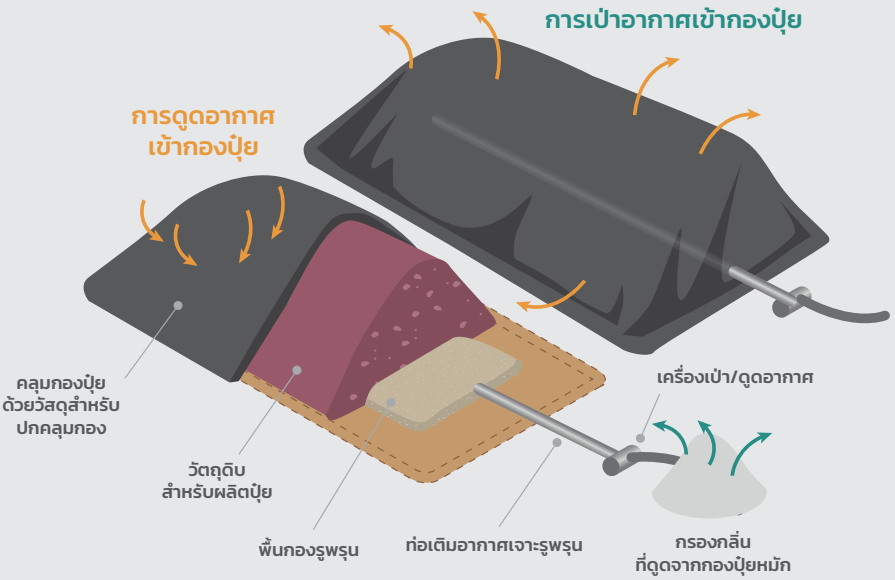
ข. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบกองสถิต (Static Pile) ซึ่งมักมีการให้อากาศ เหมาะกับการหมักวัสดุที่มีลักษณะค่อนข้างเปียกเพื่อปรับโครงสร้างของวัสดุให้มีความพรุนสูงขึ้น และซึมซับความชื้นที่อาจมีมากเกินไป (รูปที่ 3.42)

2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบระบบปิด (CLOSED SYSTEM)

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบนี้เป็นการนำวัสดุที่ต้องการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มาใส่ในถังปฏิกิริยา แล้วอัดอากาศเข้าไป การหมักแบบใช้ถังปฏิกิริยานี้แบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. แบบท่อไหล (Plug Flow) ของเสียที่หมักถูกนำใส่ถังปฏิกิริยาและถูกทำให้เคลื่อนที่ไปในถังปฏิกิริยา โดยระหว่างนี้มีการเติมอากาศเข้าไป เมื่อของเสียเคลื่อนที่จนถึงปลายถังปฏิกิริยาใช้เวลาเท่ากับเวลาที่ต้องการหมัก

ข. แบบกวนต่อเนื่อง (Dynamic) ภายในถังปฏิกิริยามีอุปกรณ์ที่ทำให้ของเสียมีการผสมกันอย่างทั่วถึงไปพร้อมๆ กับการเติมอากาศ ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้อย่างทั่วถึงทั้งระบบ



รูปที่ 3.42 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบ Aerated static pile (R.V. Misra, R.N. Roy and H. Hiraokd, 2003)

การขยายผลโครงการไปยังพื้นที่อื่นของ ระบบ COMPOSTING

เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน มีศักยภาพสูงที่จะนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย โดยแบ่งการนำไปใช้เป็น 2 กรณี คือ

- ในกรณีที่มีระบบการคัดแยกกลางทาง ควรใช้กับโครงการที่มีขยะมูลฝอยรวมมากกว่า 50 ตัน/วัน ขึ้นไป
- ในกรณีที่มีการคัดแยกต้นทาง สามารถดำเนินการได้ในทุกระดับของโครงการ

2. ระบบการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินในประเทศไทย

เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินในประเทศไทยมักใช้ตัวอย่างระบบหมักที่มาจากต่างประเทศ ซึ่งขยะมูลฝอยในประเทศไทย มีลักษณะที่แตกต่างจากต่างประเทศ เนื่องจากขยะของไทยมีค่าความชื้นสูงกว่ามาก และมักเป็นขยะอินทรีย์เปียก รวมถึงสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายที่แตกต่างกันตามไปด้วย ทั้งนี้การนำเทคโนโลยีนี้มาปรับใช้กับประเทศไทยควรคำนึงถึงคุณลักษณะของขยะที่เข้าระบบ และสภาพอากาศ เพื่อติดตั้งระบบหมักที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน

สำหรับประเทศไทย เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้ในหลายพื้นที่ โดยตัวอย่างที่นำมาแสดงเป็นการใช้เทคโนโลยีนี้ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ (1) โรงหมักปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช กรุงเทพมหานคร และ (2) การหมักปุ๋ยอินทรีย์ที่ดำเนินการโดยเทศบาลตำบลสตึก อ.สตึก จ.บุรีรัมย์

3. กลไกในการลดก๊าซเรือนกระจก

เนื่องจากการจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบโดยทั่วไป ไม่มีการไหลเวียนของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในกอง ทำให้ภายในกองมูลฝอยมีการหมักแบบไร้อากาศและก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินเป็นเทคโนโลยีที่มีการรวบรวมขยะอินทรีย์เพื่อนำมาหมักทำปุ๋ย หรือสารปรับปรุงดิน โดยใช้กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูง จึงทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบมูลฝอยแบบไร้อากาศ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการ สามารถทำลายเชื้อโรคและทำให้สารอินทรีย์ที่ย่อยนั้นมีความเสถียรและได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน เพื่อนำไปใช้ในการเกษตร

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีในประเทศไทย

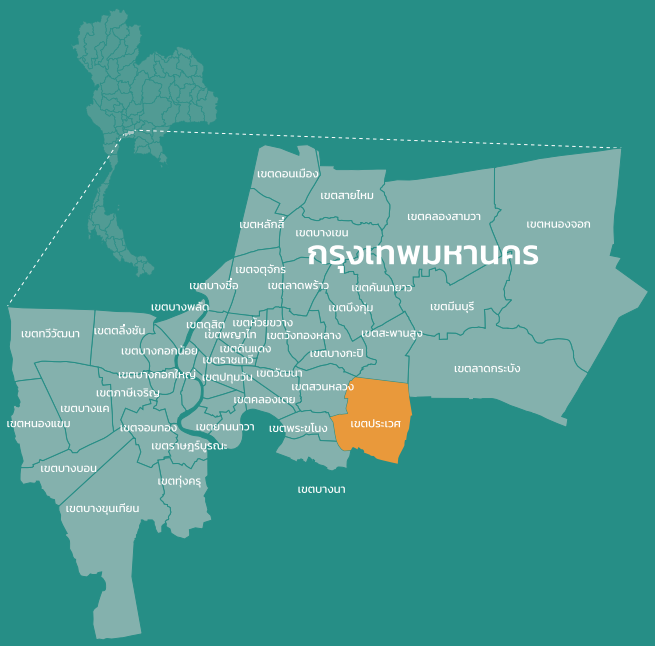
โรงหมักปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช

กรุงเทพมหานคร

รายละเอียดโครงการ

กรุงเทพมหานครมีโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอยู่ในการควบคุมดูแลของสำนักงานจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักสิ่งแวดล้อม ซึ่งจำนวนกากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการกำจัดสิ่งปฏิกูลเกิดขึ้นในปริมาณที่ค่อนข้างมาก ประกอบกับสำนักงานเขตต่างๆ ของกรุงเทพมหานครมีภารกิจด้านการปรับปรุงตกแต่งต้นไม้ บริเวณสวนสาธารณะ หรือเกาะกลางถนนเป็นประจำจึงมีกิ่งไม้ ต้นไม้ ใบไม้ ที่ต้องนำไปฝังกลบ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การดำเนินงานของกรุงเทพมหานครจึงเป็นการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ตอบสนองนโยบายให้กรุงเทพมหานคร เป็นมหานครแห่งสิ่งแวดล้อมที่ดี และสนับสนุนการเป็นพื้นที่สีเขียวอย่างเป็นรูปธรรม

ในปัจจุบัน โรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สามารถรองรับปุ๋ยอินทรีย์ได้ไม่น้อยกว่า 50 ตัน/วัน โดยขั้นตอนการทำงานของโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์อาศัยหลักการทำงานเชิงกลในแต่ละขั้นตอน โดยแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) พื้นที่หมักปุ๋ย (2) พื้นที่รับปุ๋ย (3) พื้นที่คัดแยกและลดขนาดปุ๋ย และ (4) พื้นที่ปรับปรุงธาตุอาหารและบรรจุถุง



รูปที่ 3.43 แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการ โรงหมักปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช

แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการฯ พื้นที่การใช้ประโยชน์ภายในโครงการ และลำดับการจัดการมูลฝอยของโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ จากเศษกิ่งไม้และใบไม้แสดงในรูปที่ 3.43-3.45

ความเป็นมาของโครงการ

รูปที่ 3.44 พื้นที่การใช้ประโยชน์ภายในโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษกิ่งไม้และใบไม้โดยกรุงเทพมหานคร

รูปที่ 3.45 ลำดับการจัดการมูลฝอยของโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษกิ่งไม้และใบไม้โดยกรุงเทพมหานคร

ศูนย์จัดการมูลฝอยรวมแบบครบวงจรฯ เทศบาลตำบลสตึก

อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์

รายละเอียดโครงการ

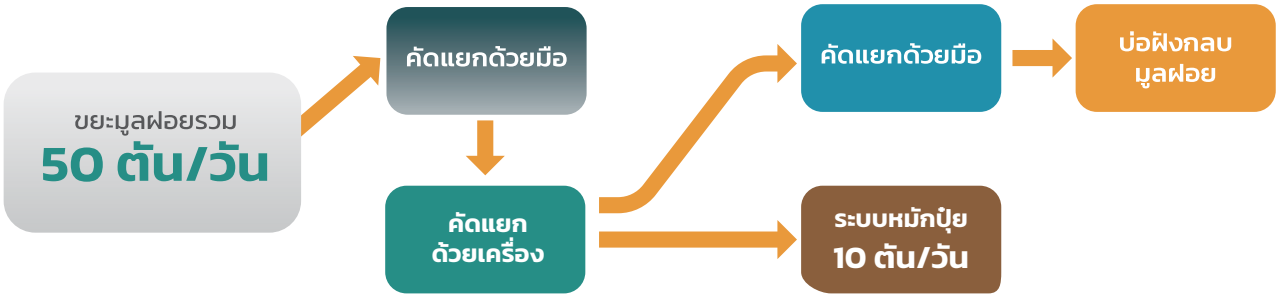
การดำเนินงานของศูนย์จัดการมูลฝอยรวมแบบครบวงจรฯ เทศบาลตำบลสตึก จ.บุรีรัมย์ ได้เริ่มต้นมาจากปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ทางเทศบาลจึงมีการจัดซื้อที่ดินเรื่อยมา เพื่อใช้เป็นพื้นที่ฝังกลบ ต่อมาจึงได้รับสนับสนุนจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างศูนย์จัดการมูลฝอยรวมแบบครบวงจร กลุ่มที่ 5 เทศบาลตำบลสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ และได้ดำเนินการออกแบบ ก่อสร้าง และได้เปิดดำเนินการในปี พ.ศ. 2558

เทศบาลตำบลสตึกมี อปท. ที่เป็นสมาชิกหลักที่ร่วมสนับสนุนงบประมาณ เพื่อก่อสร้างศูนย์จัดการขยะมูลฝอยรวมแบบครบวงจร และมีการเก็บค่ากำจัดมูลฝอย ทั้งนี้อัตราค่าจัดการขยะมูลฝอย ขึ้นอยู่กับงบสนับสนุนสมทบในการก่อสร้าง ที่สมาชิก อปท. สนับสนุนแก่เทศบาลตำบลสตึก โดยแผนผังแสดงที่ตั้งโครงการฯ กระบวนการบริหารจัดการและลำดับการจัดการมูลฝอยในศูนย์จัดการขยะมูลฝอยรวมฯ แสดงในรูปที่ 3.46-3.48

รูปที่ 3.46 แผนผังแสดงที่ตั้งโครงการของเทศบาลสตึก จ.บุรีรัมย์

ความเป็นมาของโครงการ

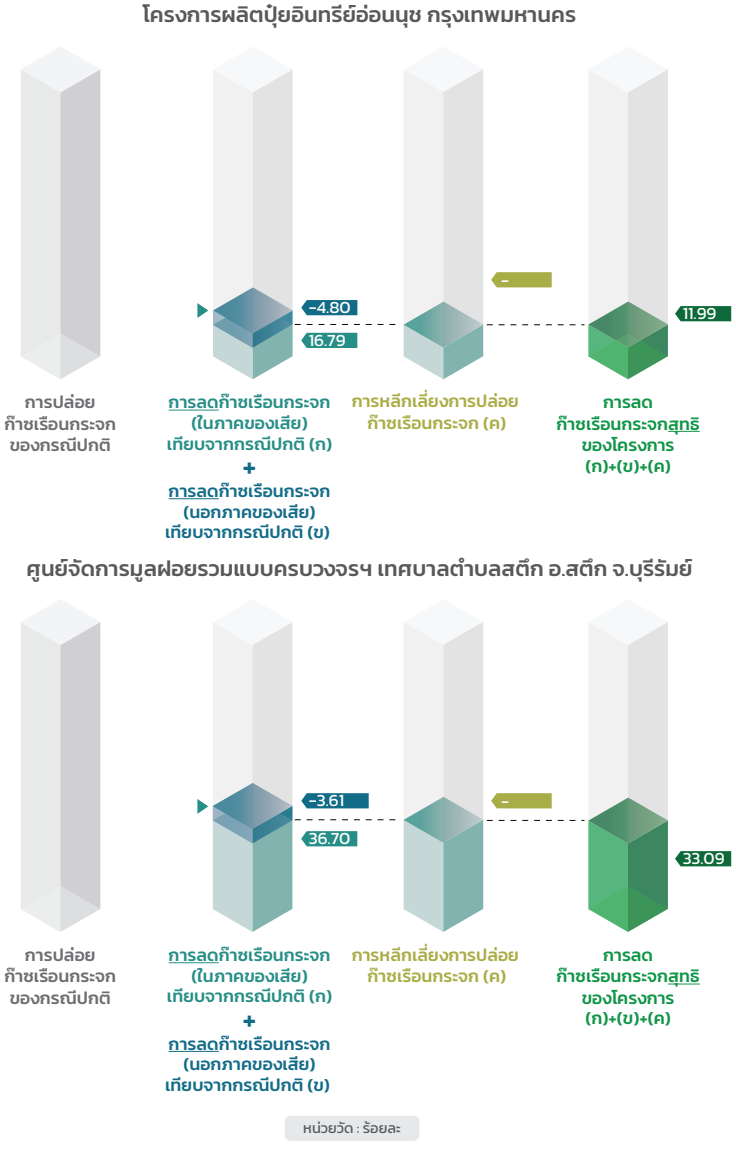
รูปที่ 3.47 กระบวนการบริหารจัดการภายในโครงการของเทศบาลตำบลสตึก จ.บุรีรัมย์



รูปที่ 3.48 ขั้นตอนคัดแยกมูลฝอยภายในศูนย์จัดการมูลฝอยรวมฯ ของเทศบาลตำบลสตึก จ.บุรีรัมย์

การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน กับการจัดการขยะมูลฝอยด้วยระบบฝังกลบแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลองค์ประกอบมูลฝอยเฉลี่ยของประเทศ อ้างอิงวิธีคำนวณจาก 2006 IPCC Guidelines: Volume 5 Waste; Chapter 3 Solid waste disposal และประยุกต์ใช้สมการคำนวณจาก T-VER-TOOL-WASTE-01 ของ อบก. ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกพบว่าเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ย ที่คำนวณโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากโรงหมักปุ๋ยอินทรีย์ของกรุงเทพมหานคร และเทศบาลตำบลสตึก จ.บุรีรัมย์ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสียได้มาก แต่เมื่อพิจารณานอกภาคของเสียพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น จากการใช้กระแสไฟฟ้าในระบบ (ดังจะเห็นได้จากเครื่องหมายลบที่แสดงในภาพ) แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิพบว่าสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11.99 และร้อยละ 33.09 เมื่อเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ (BAU) ดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



ผลการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ย

บทเรียนเพื่อการขยายผลเทคโนโลยี

ผู้นำมีวิสัยทัศน์ และมีนโยบายที่ชัดเจน มีข้อตกลงร่วมกันกับพื้นที่ที่ส่งขยะเข้ามายังระบบ หรือสร้างผลประโยชน์ร่วมกับคนในพื้นที่ ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการคัดแยกขยะเพื่อนำเข้าระบบหมักปุ๋ย

การวิจัยโดยการทดลองต้นแบบ (Pilot Scale) ก่อนการดำเนินงานจริง เป็นส่วนช่วยให้การดำเนินงานจริงสำเร็จได้ดี

ควรฝึกอบรมพนักงานใหม่เสมอ เพื่อสร้างประสบการณ์การทำงาน การฝึกอบรม และเรียนรู้เพิ่มเติม ทำให้พนักงานสามารถแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า และซ่อมแซมระบบพื้นฐานได้

หากดำเนินการบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง อาจพบปัญหาในช่วงฤดูฝน ทำให้ไม่สามารถดำเนินงานได้เต็มประสิทธิภาพ การพิจารณาถึงโรงเก็บปุ๋ยในที่ร่ม หรือพิจารณาพื้นที่ให้เหมาะสมกับปริมาณขยะมูลฝอยขาเข้าจะทำให้ดำเนินการได้มีประสิทธิภาพ

การมีสถานที่ที่สามารถรองรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เป็นส่วนสำคัญที่จะส่งเสริมการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน

เทคโนโลยีดำเนินการได้ง่าย ใช้งบประมาณไม่สูง มีความต้องการใช้พื้นที่ระดับปานกลาง กระบวนการไม่ซับซ้อน สามารถใช้รถกลับกองแทนระบบกวนขยะได้

บทสรุป

เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ย เป็นเทคโนโลยีที่มีการรวบรวมขยะอินทรีย์เพื่อนำมาหมักทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินโดยใช้กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจนภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่ชั้นบรรยากาศซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการสามารถทำลายเชื้อโรค และทำให้สารอินทรีย์ที่ย่อยนั้นมีความเสถียรและได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน เพื่อนำไปใช้ทางการเกษตร โดยตัวอย่างทั้ง 2 พื้นที่ สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ร้อยละ 11.99 (โรงหมักปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช กรุงเทพมหานคร) และร้อยละ 33.09 (การหมักปุ๋ยอินทรีย์ ที่ดำเนินการโดยเทศบาลตำบลสตึก อ.สตึก จ.บุรีรัมย์) เมื่อเปรียบเทียบกับการฝังกลบมูลฝอยแบบไร้อากาศ

เทคโนโลยีนี้มีต้นทุนการดำเนินงานไม่สูงมาก มีศักยภาพสูงที่จะนำไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย และสามารถแบ่งการนำไปปรับใช้เป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) ในกรณีที่มีการคัดแยกกลางทาง ควรใช้กับโครงการที่มีขยะมูลฝอยรวมมากกว่า 50 ตัน/วัน ขึ้นไป และ (2) ในกรณีที่มีการคัดแยกต้นทาง สามารถดำเนินการได้ในทุกระดับของโครงการ

อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน ยังมีความต้องการในด้านการพัฒนาระบบหมักปุ๋ยอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพทั้งในเรื่องของคุณภาพปุ๋ย ระยะเวลาในการเดินระบบ และปริมาณพลังงานที่ใช้ในระบบ รวมถึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการคัดเลือก และใช้เทคโนโลยีคัดแยกเชิงกลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะขยะมูลฝอยที่ไม่ผ่านการคัดแยกของไทย นอกจากนี้ การได้รับการสนับสนุนกลไกทางราคาของปุ๋ยที่ผลิตได้ และการพัฒนากลไกการคัดแยกขยะอินทรีย์ต้นทาง จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เทคโนโลยีประสบความสำเร็จ

ข้อมูลติดต่อ หน่วยงานตัวอย่างพื้นที่ศึกษา

โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อ่อนนุช
ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร 2 ถ.มิตรไมตรี เขตดินแดง
กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ : 0-2203-2930
Email : researchsubdivision@gmail.com
https://webportal.bangkok.go.th/environmentbma

ศูนย์จัดการมูลฝอยรวมแบบครบวงจรฯ เทศบาลตำบลสตึก
สำนักงานเทศบาลตำบลสตึก
เลขที่ 333 หมู่ที่ 10 ตำบลสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ 31150
โทรศัพท์ : 0-44681-019
Email : admin@satuk.go.th
www.satuk.go.th

เอกสารอ้างอิง

R.V. Misra, R.N. Roy and H. Hiraokd: (2003) On farm composting methods, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, ISSN 1729-0554. Retrived from *https://www.fao.org/3/y5104e/y5104e07.htm*

4

ภาคผนวก

สมการที่ใช้ในการคำนวณของแนวทางการปฏิบัติที่ดี และเทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สมการที่ใช้ในการคำนวณ	แหล่งที่มาของสมการ
การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง (Waste Separation and Material Recovery at Source)	• [1]BAU Emission (BAU_y) $BAU_{LF,y} = CH_4$ emissions x GWP_{CH4} CH_4 emissions = $[\sum CH_4 generated_{x,T} - R_T] \times (1 - OX_T)$ $BAU_{INCIN,y} = CO_2$ Emissions + CH_4 Emissions + N_2O Emissions CO_2 Emissions = MSW x $\sum_j (WF_j \times dm_j \times CF \times FCF_j \times OF_j) \times 44/12$ CH_4 Emissions = $\sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$ N_2O Emissions = $\sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$ • Project Emission (PE_y) $PE_{อุโมงค์,y} = {}^1PE_{LF,y}$ $PE_{เวียงเทิง,y} = {}^1PE_{INCIN,y}$ • [1]Leakage Emission (LE_y) $LE_{COMP,y} = (CH_4$ Emissions x $GWP_{CH4}) + (N_2O$ Emissions x $GWP_{N2O})$ CH_4 Emissions = $\sum_i (M_i \times EF_{CH4}) \times 10^{-3} - R$ (N_2O Emissions = $\sum_i (M_i \times EF_{N2O}) \times 10^{-3}$ • Emission avoidance (EA_y) $^2EA_{recycle,y} = (BE_{plastic,y} - PE_{plastic,y}) + (BE_{glass,y} - PE_{glass,y}) + (BE_{metal,y} - PE_{metal,y})$ $^3EA_{coal,y} = (BE_{Coal,transfer,y} + BE_{Coal,burn,y}) - (PE_{RDF-EL,y} + PE_{RDF-burn,y})$ $^4EA_{COL\&TRAN} = W_{REDUC} \times EF_{COL\&TRAN}$ • Emission Reduction (ER_y) $ER_{อุโมงค์,y} = BAU_{LF,y} - (PE_{LF,y} + LE_{COMP,y} - EA_{recycle,y} - EA_{COL\&TRAN})$ $ER_{เวียงเทิง,y} = BAU_{INCIN,y} - (PE_{LF,y} + LE_{COMP,y} - EA_{recycle,y} - EA_{coal,y})$	[1]2006 IPCC Guidelines [2]T-VER-METH WM-09 [3]T-VER-METH WM-04 [4]Thai National LCI Database, TIIS-MTEC-NSTDA

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สมการที่ใช้ในการคำนวณ	แหล่งที่มาของสมการ
การบำบัดขยะด้วยวิธีเชิงกลชีวภาพแบบกระบวนการทำแห้งชีวภาพ+การผลิตเชื้อเพลิงขยะ (MBT +Biodrying+RDF)	• BAU Emission (BAU_y) $BAU_y = BAU_{LF,y}$ • Baseline Emission (BE_y) $BE_y = BAU_{LF,y} + (W_{coal-rdf} \times EF_{coal,burn,y}) + (W_{coal-rdf} \times EF_{coal,transfer,y})$ • Project Emission (PE_y) $PE_y = FC_{PJ,l,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{co2,i} \times 10^{-3} + ((FC_{PJ,l,y} \times 10^{-3}) \times EF_{EC,y}) + (W_y \times EF_{Biodry,y})v + (W_{RDF} \times EF_{RDF,y})$ • Emission Reduction (ER_y) $ER_y = BE_y - PE_y$	[1]2006 IPCC Guidelines
การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนด้วยเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อผลิตไฟฟ้า (MSW incineration: WtE plant)	• [1]Baseline Emission (BE_y) $BE_y = BAU_{LF,y}$ • [1]Project Emission (PE_y) $PE_y = CO_2$ Emissions + CH_4 Emissions + N_2O Emissions CO_2 Emissions = MSW $\times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF \times FCF_j \times OF_j) \times 44/12$ CH_4 Emissions = $\sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$ N_2O Emissions = $\sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$ • [2]Emission Reduction (ER_y) $ER_y = ER_{AE} + ER_{WM}$ $ER_{AE} = BE_{AE,y} - PE_{AE,y}$ $BE_{AE,y} = (EG_{Consumer,PJ,y} \times EF_{EC,y}) + (EG_{Grid,PJ,y} \times EF_{EG,y})$ $PE_y = (EC_{PJ,y} \times EF_{EC,y}) + \sum(FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$ $ER_{WM} = BE_{WM,y} - PE_{WM,y}$ $BE_y = Q_{ww,PJ,y} \times (COD_{inf,PJ,y} - COD_{eff,PJ,y}) \times MCF_{BL} \times UF_{BL} \times B_o \times GWP_{CH4} \times 10^{-6}$ $PE_{WM,y} = PE_{leak,y} + PE_{flare,y} + PE_{FF,y} + PE_{EL,y}$ $PE_{leak,y} = Q_{ww,PJ,y} \times (COD_{inf,PJ,y} - COD_{eff,PJ,y}) \times MCF_{PJ} \times (1-CFE) \times UF_{PJ} \times B_o \times GWP_{CH4,y} \times 10^{-6}$ $PE_{flare,y} = V_{CH4,biogas,y} \times (1 - FE) \times GWP_{CH4}$ $PE_{FF,y} = \sum(FC_{PJ,i,y} \times (NCV_{i,y} \times 10^{-6}) \times EF_{CO2,i}) \times 10^{-3}$ $PE_{EL,y} = ECP_{J,y} \times EF_{EC,y}$	[1]2006 IPCC Guidelines [2]T-VER-METH AE-01 และ T-VER-METH WM-01
การจัดการมูลฝอยโดยกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (Landfill Gas to Energy)	• [1]BAU Emission (BAU_y) $BAU_y = BAU_{LF,y}$ • [2]Baseline Emission (BE_y) $BE_y = BAU_{LF,y} + BE_{CH4,HG,y} + BE_{CH4,flare,y} + BE_{EG,y}$ • [2]Project Emission (PE_y) $PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y} + 0.1 (BE_{CH4,flare,y})$ • [1]Emission Reduction (ER_y) $ER_y = BE_y - PE_y$	[1]2006 IPCC Guidelines [2]T-VER-METH WM-07

แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีแบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	สมการที่ใช้ในการคำนวณ	แหล่งที่มาของสมการ
การจัดการมูลฝอยโดยวิธีการหมักปุ๋ย (Composting)	• [1]BAU Emission (BAU_y) $BAU_y = BE_{CH4,SWDS,y}$ • [2]Baseline Emission (BE_y) $BE_y = W_y \times (p_{ไม้,y} \times 4.02 + p_{กระดาษ,y} \times 3.72 + p_{อาหาร,y} \times 1.00 + p_{สิ่งทอ,y} \times 2.23 + p_{กิ่งไม้และใบไม้,y} \times 1.68) \times CF \times 0.1$ • [2]Project Emission (PE_y) $PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y} + PE_{COMP,y}$ • [1]Emission Reduction (ER_y) $ER_y = BE_y - PE_y$	[1]2006 IPCC Guidelines [2]T-VER-METH WM-03
การจัดการมูลฝอยโดยกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (Landfill Gas to Energy)	• [1]BAU Emission (BAU_y) $BAU_y = BAU_{LF,y}$ • [2]Baseline Emission (BE_y) $BE_y = BAU_{LF,y} + BE_{CH4,HG,y} + BE_{CH4,flare,y} + BE_{EG,y}$ • [2]Project Emission (PE_y) $PE_y = PE_{FF,y} + PE_{EL,y} + 0.1 (BE_{CH4,flare,y})$ • [1]Emission Reduction (ER_y) $ER_y = BE_y - PE_y$	2006 IPCC Guidelines

อภิธานศัพท์

A

AR5 หรือ IPCC AR5 (The Fifth Assessment Report) [รายงานฉบับที่ 5 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)] ออกเผยแพร่ในปี ค.ศ. 2014 ถือเป็นรายงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดทำโดย IPCC และนิยมใช้ผลเป็นค่าอ้างอิงทั่วโลก รายงานฉบับนี้ได้ทำการประเมินและสรุปการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากสถานการณ์ทั่วโลก รวมถึงเผยแพร่ข้อมูลค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

B

Baseline [กรณีฐาน] หมายถึง กรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสภาพปกติในกรณีที่ยังไม่มีการดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด

BAU: Business as usual [กรณีฐานที่ใช้ประมาณการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตในกรณีที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมตามปกติโดยไม่มีกิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกใดๆ เพิ่มเติม] นิยมใช้เป็นกรณีฐานในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต โดยเฉพาะในแบบจำลองต่าง ๆ และพยากรณ์ (Forecast) ไปในอนาคต ตามช่วงเวลาที่กำหนด เช่น หากโครงการดำเนินการตามปกติแล้ว จะมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณเท่าใด ค่าการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจนำมาเปรียบเทียบกับระดับ BAU นี้ ซึ่งในกรณีเช่นนี้ แม้ว่าค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการในอนาคตอาจมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่จะลดลงเมื่อเทียบกับระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน BAU ของโครงการนั้นๆ

BE: Baseline Emission [การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน] คำนี้มักพบในสมการเพื่อใช้คำนวณหาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในโครงการ CDM ต่างๆ โดยคำนวณจากสมการ

Emission reduction (ER) = Baseline emission (BE) – Project emission (PE) – Leakage (L)

C

CDM: Clean Development Mechanism [กลไกการพัฒนาที่สะอาด] เป็น 1 ใน 3 รูปแบบของกลไกยืดหยุ่นภายใต้พิธีสารเกียวโต (อีก 2 ประเภท คือ JI และ ET) โดย CDM จะเป็นกลไกยืดหยุ่นกลไกเดียวที่ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 (โดยกว้าง ๆ หมายถึงประเทศกำลังพัฒนา) สามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้ รายละเอียดของ CDM จะอยู่ในมาตรา 12 ของพิธีสารเกียวโต สำหรับประเทศไทย การดำเนินโครงการ CDM ทุกโครงการจะต้องได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (LoA) จากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)โครงการ CDM นั้น มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อช่วยให้ประเทศในภาคผนวกที่ 1 บรรลุเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกตามพันธกรณี และเพื่อช่วยประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 บรรลุถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกในภาพรวม

Circular Economy [ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน] เป็นกลไกการขับเคลื่อนสู่ความยั่งยืน จากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาให้เกิดการสมดุลระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฉลาด มุ่งเน้นการนำทรัพยากรที่ถูกใช้แล้วกลับมาแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่ และใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด เพื่อแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็นจากการขยายตัวของประชากรโลก ป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลน และสร้างมูลค่าเพิ่มจากการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาการจัดการขยะและกระบวนการที่ทำให้ลดขยะหรือของเสียเหลือศูนย์ (Zero waste)

Climate [ภูมิอากาศ] คือ ลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average weather) ในพื้นที่หนึ่ง โดยลักษณะอากาศเฉลี่ยหมายความรวมถึงลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น และพิจารณาตามระยะเวลาที่ยาว ซึ่งตามการนิยามขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) คือ 30 ปี (หากสภาพบรรยากาศที่มีอยู่ มีการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาสั้นๆ จะเรียกว่า Weather)

Climate change [การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ] คือการเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะอากาศเฉลี่ย (Average weather) ในพื้นที่หนึ่ง โดยนิยามของ UNFCCC การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลโดยตรงหรือโดยอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศโลก และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแปรปรวนทางสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน ในขณะที่ความหมายที่ใช้ใน IPCC การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมของมนุษย์

CO_2eq: Carbon dioxide equivalent [คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า] ตามพิธีสารเกียวโตนั้นได้กำหนดชนิดของก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารไว้ 6 ชนิดประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF6) ทั้งนี้ เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อน (Global warming potential : GWP) ไม่เท่ากัน ดังนั้น IPCC จึงได้กำหนดค่าการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซแต่ละชนิดให้เทียบกับศักยภาพการเกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 หน่วย โดยเรียกค่านี้ว่า "คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า" เช่น มีเทน 1 หน่วย มีศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนเป็น 28 หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น

D

E

Emission [การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก] หมายถึง ก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ชนิดตามพิธีสารเกียวโตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต การใช้พลังงาน กิจกรรมต่าง ๆ มลพิษในส่วนนี้ไม่เกี่ยวข้องกับมลพิษอื่นๆ (Air pollution) ที่ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่อย่างใด (เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือ ออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นต้น)

Emission factor [ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก] เป็นค่าที่ใช้ในการแปลงค่าข้อมูลเบื้องต้น ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อคิดเป็นค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งในกิจกรรมประเภทเดียวกันจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงและแตกต่างกันตามเทคโนโลยีที่ใช้ Emission factor นิยมอ้างอิงค่าจาก รายงานที่ตีพิมพ์โดย IPCC นอกจากนี้ ค่า Emission factor ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของท้องถิ่นนั้นๆ (เช่น Emission factor ของการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ย่อมไม่เท่ากับค่าของประเทศอื่นๆ เนื่องจากเชื้อเพลิงและเทคโนโลยีที่ใช้ผลิตไฟฟ้าแตกต่างกัน)

ER: EMISSION REDUCTION [การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ] คำนี้มักพบในสมการเพื่อใช้คำนวณหาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในโครงการต่าง ๆ จากสมการ

Emission reduction (ER) = Baseline emission (BE) – Project emission (PE) - Leakage (L)

F

FiT: Feed-in Tariff คือ มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เพื่อจูงใจให้ผู้ประกอบการเอกชนเข้ามาลงทุนในธุรกิจโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน (เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีต้นทุนค่อนข้างสูง) ซึ่งอัตรา FiT จะอยู่ในรูปแบบอัตรารับซื้อไฟฟ้าคงที่ตลอดอายุโครงการ (มีการปรับเพิ่มสำหรับกลุ่มที่มีการใช้เชื้อเพลิง) โดยอัตรา FiT จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามค่าไฟฐานและค่า Ft ทำให้มีราคาที่ชัดเจนและเกิดความเป็นธรรม

FOD: First Order Decay [การย่อยสลายอันดับหนึ่ง] เป็นสมการที่สามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน เมื่อทราบปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ (Degradable Organic Carbon: DOC) ที่สะสมในบ่อฝังกลบและปริมาณของปีล่าสุด จะสามารถคำนวณปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนได้โดยคิดว่าปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ของแต่ละปีเป็นปีที่ 1 ในการคำนวณแบบอนุกรมเวลา (Time series) โดยกำหนดสมมติฐานว่าจะเริ่มเกิดก๊าซมีเทนจากขยะมูลฝอยชุมชนที่นำมาฝังกลบในวันแรกของปีถัดไป เนื่องจากในช่วงแรกการย่อยสลายจะเป็นแบบใช้อากาศ

G

GHGs: Greenhouse Gases [ก๊าซเรือนกระจก] เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน (หรือ รังสีอินฟราเรด) ได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ เมื่อมีก๊าซเหล่านี้ในบรรยากาศมากขึ้น บรรยากาศโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้น ก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด เช่น ไอน้ำ โอโซน ถือเป็นกลุ่มก๊าซที่จะก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก แต่เมื่อพิจารณาตามพิธีสารเกียวโตแล้ว ระบุก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญไว้ 6 ชนิด คือ CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs และ SF6

Global warming [ภาวะโลกร้อน หรือ สภาวะโลกร้อน] อันเกิดมาจากอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในทศวรรษล่าสุด ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเชื่อว่าส่วนหนึ่งมีสาเหตุจากกิจกรรมของมนุษย์

Greenhouse effect [สภาวะเรือนกระจก] คือ ผลที่เกิดจากการที่ในชั้นบรรยากาศมีก๊าซเรือนกระจกมากเกินไป ทำให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามายังโลก แล้วสะท้อนจากพื้นดินกลับสู่บรรยากาศไม่สามารถออกไปนอกชั้นบรรยากาศโลกได้ และถูกกักเก็บความร้อนสะสมไว้ในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น

Greenhouse Gas Inventory หรือ GHG-I [บัญชีก๊าซเรือนกระจก] คือ บัญชี (หรืออาจกล่าวกว้างๆ ได้ว่าเป็นฐานข้อมูล) การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการจัดทำรายงานแห่งชาติ (National Communication) บัญชีก๊าซเรือนกระจกในทางสากลตาม IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories แบ่งเป็น 4 หมวดคือ (1) พลังงาน (Energy), (2) กระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ (Industrial processes and product use: IPPU), (3) เกษตรกรรม ป่าไม้และการใช้ที่ดินอื่นๆ (Agriculture, Forestry and Other Land Use: AFOLU) และ (4) ของเสีย (Waste)

Grid Emission factor [ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้า] เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยจากการผลิตไฟฟ้าหนึ่งหน่วย ซึ่งโดยปกติแล้วการผลิตไฟฟ้าหนึ่งหน่วยจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้านั้น ๆ รวมถึงแตกต่างกันตามเทคโนโลยีที่ใช้ ทั้งนี้ ค่า Grid Emission factor จากระบบสายส่งของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2561 ที่ มีค่าเท่ากับ 0.5290 tCO_2/MWh สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า และ 0.4872 tCO_2/MWh สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า

GWP: Global Warming Potential [ระดับศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนขึ้น] กำหนดโดย IPCC แยกตามก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ โดยค่า GWP จะเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) เท่ากับ 1 หน่วย ซึ่งใน The Fifth Assessment Report (AR5) ของ IPCC ระบุให้ค่า GWP ของ CO_2, CH_4, N_2O, CF_4, HFC-152a เท่ากับ 1, 28, 265, 6630, 138 ตามลำดับ

H

I

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change [คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ] เป็นหน่วยงานด้านวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2531 (ค.ศ. 1988) โดยโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization: WMO)

J

K

L

Landfill gas [ก๊าซจากหลุมฝังกลบ] หรือ LFG เป็นก๊าซชีวภาพที่มักมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบหลัก ได้มาจากกระบวนการฝังกลบ (Landfill) ขยะมูลฝอยชุมชนต่างๆ ไว้ใต้ดินในระยะเวลาหนึ่ง

Leakage ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากโครงการ แต่เป็นส่วนที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของโครงการ

M

N

National Greenhouse Gas Inventory [ฐานข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศ] เป็นฐานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเทศ ในทุกภาคเศรษฐกิจ

O

P

PE: Project Emission [การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ] มักพบในสมการเพื่อคำนวณ หาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในโครงการต่างๆ จากสมการ Emission reduction (ER)

Project Boundary [ขอบเขตของโครงการ] ถือเป็นสิ่งที่สำคัญของโครงการ ซึ่งจะต้องระบุอย่างชัดเจนและวัดคุณลักษณะได้จริง (Measurable and attributable) เพื่อกำหนดกรอบของโครงการว่าเกี่ยวข้องกับส่วนใดบ้าง ขั้นตอนหรือกระบวนการใดที่นำมาคำนวณก๊าซเรือนกระจก

R

RDF: Refuse Derived Fuel [เชื้อเพลิงขยะ] หมายความว่า ขยะมูลฝอยชุมชนที่ผ่านกระบวนการทางกายภาพ อาทิ การคัดแยก ร่อน การลดขนาด และการลดความชื้น เป็นต้น เพื่อให้ได้วัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ที่มีขนาดและคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมหรือชุมชน หรือเชื้อเพลิงในเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน หรือโรงผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยชุมชน

S

T

TGO: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) [องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)] ชื่อย่อไทยคือ อบก. สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2550 ถือเป็นหน่วยงานผู้มีอำนาจดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดของประเทศไทย

U

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change [อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ] เป็นอนุสัญญาที่จัดทำขึ้นเพื่อหาแนวทางยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดกับมนุษย์ ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินงาน และความร่วมมือที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งหมด โดย UNFCCC เกิดขึ้นจากการตกลงร่วมกันของรัฐบาลนานาชาติในการประชุมสิ่งแวดล้อมโลก (Earth summit 1992) ที่นคร ริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล UNFCCC มีผลบังคับใช้ในวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2537 (ค.ศ. 1994) และได้รับการให้สัตยาบันจากประเทศต่างๆ กว่า 192 ประเทศ ทั้งนี้ อนุสัญญาฯมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การรักษาระดับความเข้มของปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับปลอดภัย เพื่อให้ธรรมชาติสามารถปรับตัวได้ และเพื่อประกันว่าจะไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร และการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน โดยดำเนินการบนหลักการป้องกันไว้ก่อน และหลักการความรับผิดชอบร่วมกันในระดับที่แตกต่างกัน

V

VERs: Voluntary Emission Reductions เป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรองแล้วโดยสมัครใจ ตามที่แต่ละภาคีหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเห็นชอบ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นจะไม่เข้าข่ายเป็นกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) แต่ถือเป็นการลดก๊าซเรือนกระจกโดยมีตลาดคาร์บอนภาคสมัครใจรองรับ อีกทั้งมีการตรวจสอบคาร์บอนเครดิต (Carbon credit) ที่เกิดขึ้น เช่น การตรวจสอบเอกสาร การทวนสอบต่างๆ ตามแต่ที่มาตรฐานของภาคสมัครใจดังกล่าวกำหนดขึ้น สำหรับ VERs ที่รองรับโดย TGO มีชื่อว่า โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย หรือ Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER)

VSPP: Very Small Power Plant [ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก] เกิดขึ้นจากการที่คณะรัฐมนตรีมีมติเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2543 เห็นควรให้มีการออกระเบียบเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษ สำหรับการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการ ขนาดเล็กมาก เพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน โดยผู้ผลิตไฟฟ้า ทั้งภาคเอกชน รัฐบาล รัฐวิสาหกิจ และประชาชนทั่วไปที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถจำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง ทั้งการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ โดยมีปริมาณพลังไฟฟ้าขายเข้าระบบไม่เกิน 10 เมกะวัตต์

W

X

Y

Z

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). **คุณลักษณะเบื้องต้นที่เหมาะสมสำหรับเชื้อเพลิงขยะจากขยะมูลฝอยชุมชน, 11**, *สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกรมควบคุมมลพิษ-เ-71/*

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2562). **Circular Economy เศรษฐกิจหมุนเวียน...ที่ทุกคนควรรู้. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.** *https://www.mhesi.go.th/images/STBookSeries/BS003CircularEconomy.pdf*

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2558). **นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบ Feed-in Tariff. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน,** *สืบค้นจาก http://www.eppo.go.th/images/Power/pdf/FT-history/FiT_2558.pdf*

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2554). **อภิธานศัพท์และคำย่อด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ปี 2554. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).** *http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/post/อ*

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). **การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน. ในโครงการด้านการจัดการของเสีย (T-VER-TOOL-WASTE-01): องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).**

ดัชนี

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
A			
Activity data	ข้อมูลกิจกรรม	ข้อมูลกิจกรรม	ONEP
Aerated Lagoon (AL)	บ่อเติมอากาศ	บ่อเติมอากาศ	MRV
Aeration supplied	แบบเติมอากาศ	แบบเติมอากาศ (Aer-ation supplied)	
Aerobic Digestion	การย่อยแบบใช้อากาศหรือใช้ออกซิเจน	การย่อยแบบใช้อากาศหรือใช้ออกซิเจน	
Aerobic Process	สภาพใช้อากาศ	สภาพใช้อากาศ	
Anaerobic Digestion	การย่อยแบบไร้อากาศ	การย่อยแบบไร้อากาศ	MRV
Anaerobic Process	สภาพไม่ใช้อากาศ	สภาพไม่ใช้อากาศ	
Anaerobic Baffled Reac-tor (ABR)	ระบบหมักแบบถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบแผ่นกั้น	ระบบหมักแบบถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบแผ่นกั้น	CMU
Ammonia	ก๊าซแอมโมเนีย	ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3)	
The Fifth Assessment Report (AR5)	รายงานฉบับที่ 5 ของคณะกรรมการระ หว่างรัฐ บาลว่าด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ Intergovern-mental Panel on Climate Change (IPCC)	The Fifth Assess-ment Report (AR5)	ONEP
Avoid	การหลีกเลี่ยงการเกิดก๊าซเรือนกระจก	Avoid	
B			
Baseline Emission (BE)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐาน	TGO
Biodrying	กระบวนการทำแห้งชีวภาพ	กระบวนการทำแห้งชีวภาพ	
Biological Oxygen Demand (BOD)	ค่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ไปในกระบวนการต่างๆของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด	BOD	
Blower	เครื่องเป่าลม	Blower	
Boiler	หม้อไอน้ำ	หม้อไอน้ำ (Boiler)	
Build, operate, and transfer (BOT)	สัญญาแบบ Build, operate, and transfer (BOT)	สัญญาแบบ Build, operate, and transfer (BOT)	

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
Bulky waste	ขยะขนาดใหญ่	ขยะขนาดใหญ่	
Business as Usual (BAU)	กรณีฐานที่ใช้ประมาณการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน	บ่อเติมอากาศ	MRV
C			
Carbonic acid	กรดคาร์บอนิก	กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3)	
Carbon dioxide (CO_2)	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	ONEP, TGO
Carbon credit	คาร์บอนเครดิต	คาร์บอนเครดิต	TGO
Carbon monoxide (CO)	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	ONEP
Catholic Office for Emergency Relief and Refugees	สำนักงานคาทอลิกสงเคราะห์ผู้ประสบภัยและผู้ลี้ภัย (โคเออร์)	COERR	COERR FOUNDATION
Centimeter (cm)	เซนติเมตร	เซนติเมตร	
Chemical Oxygen Demand (COD)	ค่าที่บอกคุณภาพของน้ำแสดงความสกปรกของน้ำเสีย	COD	
Circular economy	เศรษฐกิจหมุนเวียน	Circular economy	
Closed System	ระบบปิด	ระบบปิด	
Clustering	การแบ่งกลุ่ม	การแบ่งกลุ่ม	
Co-firing	การเผาไหม้โดยใช้เชื้อเพลิงสองชนิดขึ้นไป	Co-firing	
Combustible waste	ขยะเผาไหม้ได้	ขยะเผาไหม้ได้	
Composting	การหมักปุ๋ย	การหมักปุ๋ย	MRV
Continuous incinera-tion	การเผาแบบต่อเนื่อง	การเผาแบบต่อเนื่อง	MRV
Controlled Dump	การเทกองควบคุม	การเทกองควบคุม	
Country specific	ข้อมูลจำเพาะของประเทศ	Country specific	
D			
Degradable Organic Carbon (DOC)	สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้	Degradable Organ-ic Carbon (DOC)	MRV
degree Celsius (°C)	องศาเซลเซียส	°C	
Default	ค่าแนะนำ	Default	MRV

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
Dioxins	ไดออกซิน	Dioxins	PCD
Direct combustion	การเผาตรง	การเผาตรง (Direct combustion)	
Domestic Wastewater Treatment	การบำบัดน้ำเสียชุมชน	การบำบัดน้ำเสียชุมชน	MRV
Drainage layer	ชั้นรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน	ชั้นรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน (drainage layer)	
Dynamic	แบบกวนต่อเนื่อง	แบบกวนต่อเนื่อง (Dynamic)	
E			
Eight-Japan Engineer-ing Consultants Inc. (EJEC)	บริษัท Eight-Japan Engineering Consultants Inc.	EJEC	
Emission factor (EF)	ค่าการปล่อย... (...ให้ระบุว่าก๊าซอะไร เช่น ปล่อยก๊าซเรือนกระจก)	Emission factor (EF)	ONEP
Emission Reduction (ER)	การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนิน	คาร์บอนเครดิต	TGO
Ex-ante	การคำนวณกรณีฐานที่ยังไม่มีการดำเนินโครงการ	การคำนวณกรณีฐานที่ยังไม่มีการดำเนินโครงการ (Ex-ante หรือ BAU)	
Excess air incinerator	ระบบการเผาแบบอากาศมากเกินพอ	ระบบการเผาแบบอากาศมากเกินพอ (Excess air inciner-ator)	
Ex-pose	การคำนวณกรณีฐานที่ได้ดำเนินโครงการแล้ว	การคำนวณกรณีฐานที่ได้ดำเนินโครงการแล้ว (Ex-pose หรือ BE)	
F			
Feed-in Tariff (FiT)	มาตรการส่งเสริมการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบ Feed-in Tariff (FiT)	Feed-in Tariff (FiT)	EPPO
First Order Decay (FOD)	การย่อยสลายอันดับหนึ่ง	First Order Decay (FOD)	MRV
Fluidized bed	เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด	เตาเผาแบบฟลูอิไดซ์เบด	MRV
Fukuoka City	เมืองฟุกุโอกะ	เมืองฟุกุโอกะ	
Fukuoka prefectural government	รัฐบาลจังหวัดฟุกุโอกะ	รัฐบาลจังหวัดฟุกุโอกะ	
Fukuoka University	มหาวิทยาลัยแห่งจังหวัดฟุกุโอกะ	มหาวิทยาลัยแห่งจังหวัดฟุกุโอกะ	

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
G			
Gas Engine	เครื่องยนต์ใช้ก๊าซ	เครื่องยนต์ใช้ก๊าซ (Gas Engine)	
Gas Purification	การทำให้ก๊าซบริสุทธิ์	การทำให้ก๊าซบริสุทธิ์ (Gas Purification)	
General waste	ขยะทั่วไป	ขยะทั่วไป	PCD
Generator	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)	
Geomembrane	แผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง	Geomembrane	
Geotextile	แผ่นใยสังเคราะห์	Geotextile	
Gg CO_2 eq	กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	GgCO_2eq	ONEP
Global Warming	ภาวะโลกร้อน	ภาวะโลกร้อน	
Global Warming Po-tential (GWP)	ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	ค่าศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	ONEP
Greenhouse Gases (GHGs)	ก๊าซเรือนกระจก	ก๊าซเรือนกระจก	TGO
H			
Hazardous waste	ขยะอันตราย	ขยะอันตราย	PCD
Hydrogen (H_2)	ก๊าซไฮโดรเจน	ก๊าซไฮโดรเจน (H_2)	
Hydrogen dioxide	ไอน้ำ	ไอน้ำ (H_2O)	
Hydrogen sulfide (H_2S)	ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์	ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	
I			
Incineration	การเผาขยะในเตาเผา	การเผาขยะในเตาเผา	MRV
Incinerator	เตาเผาขยะ	เตาเผาขยะ	
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	IPCC	TGO
Internal combustion engine	เครื่องยนต์สันดาปภายใน	เครื่องยนต์สันดาปภายใน (internal combustion en-gine)	

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
2006 IPCC Guidelines for National Green-house Gas Inventories: 2006 IPCC Guidelines	คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2549	2006 IPCC Guide-lines	MRV
Investment cost	ค่าลงทุน	Investment cost	
Iron (II) oxide	สนิมเหล็ก	สนิมเหล็ก (Fe_2O_3)	
J			
Japan Environmental Sanitation Center (LESC)	ศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น	ศูนย์สุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมของประเทศญี่ปุ่น (LESC)	JESC
Japan International Cooperation Agency (JICA)	องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น	องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (Japan Inter-national Coopera-tion Agency ; JICA)	JICA
K			
Karen Environment Group (KEG)	กลุ่มอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกะเหรี่ยง	กลุ่ม KEG	
L			
Landfill gas (LFG)	ก๊าซจากหลุมฝังกลบ	ก๊าซจากหลุมฝังกลบ (Landfill gas, LFG)	TGO
Landfill gas to energy (LFGTE)	การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ	การผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ (LFGTE)	
Latrine	บ่อซึม	บ่อซึม	MRV
Leachate collection pump	ชุดอุปกรณ์สูบน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน	ชุดอุปกรณ์สูบน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน(leachate collec-tion pump)	
Leachate Collection System	ระบบรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน	ระบบรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน(Leachate Collec-tion System)	
Leachate line clean-out	แนวท่อทำความสะอาด	แนวท่อทำความสะอาด (leachate line clean-out)	
Leachate sump or manhole	บ่อพักน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน	บ่อพักน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน(Leachate sump or manhole)	
Leachate trench and pipe	แนวท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน	แนวท่อรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยชุมชน(Leachate trench and pipe)	

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
M			
Major maintenance	การซ่อมบำรุงใหญ่	การซ่อมบำรุงใหญ่ (Major mainte-nance)	
Material recovery	การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุ	การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุ	PCD
Mechanical-Biological Treatment (MBT)	การบำบัดขยะด้วยวิธีเชิงกลชีวภาพ/การบำบัดเชิงกลชีวภาพ	การบำบัดขยะด้วยวิธีเชิงกลชีวภาพ	MRV
Mechanical Pre-Treatment	การบำบัดเชิงกล	การบำบัดเชิงกลขั้นที่ 1	SUT
Mechanical Separa-tion	การแยกเชิงกล	การบำบัดเชิงกลขั้นที่ 2	
Megawatt (MW)	เมกะวัตต์	MW	
Membrane Bioreactor (MBR)	ถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบมีเมมเบรน	ระบบ Membrane Bioreactor (MBR)	
Meter (m)	เมตร	เมตร	
Methane (CH_4)	ก๊าซมีเทน	ก๊าซมีเทน (CH_4)	ONEP
Methane Correction Factor (MCF)	ค่าปรับแก้สัดส่วนของขยะที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน	Methane Correc-tion Factor (MCF)	MRV
Methane Conversion Factor (MCF)	ค่าปรับแก้สัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทน (ใช้กับน้ำเสีย)	Methane Conver-sion Factor (MCF)	MRV
Methane Generation Potential	ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทน	Methane Genera-tion Potential	MRV
Metropolitan Electric-ity Authority (MEA)	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	
Millimeter (mm)	มิลลิเมตร	มิลลิเมตร	
Minor maintenance	การซ่อมบำรุงย่อย	การซ่อมบำรุงย่อย (Minor mainte-nance)	
Ministry of Health and Welfare	กระทรวงสุขภาพและสวัสดิการของญี่ปุ่น	กระทรวงสุขภาพและสวัสดิการของญี่ปุ่น	
Ministry of Natural Resources and Envi-ronment (MNRE)	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	MNRE
Municipal Solid Waste	ขยะมูลฝอยชุมชน	ขยะมูลฝอยชุมชน	TGO

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
N			
National Standard Technology for Solid Waste Disposal	เทคโนโลยีมาตรฐานระดับประเทศในด้านการกำจัดมูลฝอย	เทคโนโลยีมาตรฐานระดับประเทศในด้านการกำจัดมูลฝอย	
Nitrogen	ก๊าซไนโตรเจน	ก๊าซไนโตรเจน (N_2)	
Nitrogen Oxide (NO_x)	ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์	ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)	ONEP
Nitrous oxide (N_2O)	ก๊าซไนตรัสออกไซด์	ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	ONEP, TGO
Non-combustible waste	ขยะเผาไหม้ไม่ได้	ขยะเผาไหม้ไม่ได้	
O			
Open Burning	การเผาขยะกลางแจ้ง	การเผาขยะกลางแจ้ง	MRV
Open Dump	การเทกอง	การเทกอง	MRV
Organic waste	ขยะอินทรีย์	ขยะอินทรีย์	PCD
Oxidation Ditch (OD)	คลองวนเวียน	คลองวนเวียน	MRV
Oxidation Factor (OX)	ค่าออกซิเดชันแฟคเตอร์	Oxidation Factor (OX)	MRV
Oxygen	ก๊าซออกซิเจน	ก๊าซออกซิเจน (O2)	
P			
Percentage of Avoid reduction	ร้อยละการหลีกเลี่ยงก๊าซเรือนกระจก	% Avoid reduction	
Percentage of GHG reduction	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจก	% GHG reduction	
Percentage of Leak-age	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขต	% Leakage	
Percentage of Reduc-tion with BAU	ร้อยละการลดก๊าซเรือนกระจกเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เป็นการดำเนินงานตามปกติ	% Reduction with BAU	
pilot scale	การทดลองต้นแบบ	การทดลองต้นแบบ (Pilot scale)	
Plug Flow	แบบท่อไหล	แบบท่อไหล (Plug Flow)	
Polluter Pays Principle	หลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย	หลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle)	
Pollution Control De-partment	กรมควบคุมมลพิษ (คพ.)	กรมควบคุมมลพิษ (คพ.)	PCD

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
Project Emission (PE)	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	TGO
Provincial Electricity Authority (PEA)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	PEA
Public-Private Partnership (PPP)	เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ	เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ	
Q			
Quick Win Project	เป็นโครงการที่ดำเนินการได้ทันที	เป็นโครงการที่ดำเนินการได้ทันที (Quick Win Project)	
R			
Reactor	ถังปฏิกิริยา	ถังปฏิกิริยา	
Recycle	แปรรูปใช้ใหม่	แปรรูปใช้ใหม่	PCD
Recyclable waste	ขยะรีไซเคิล	ขยะรีไซเคิล	PCD
Reduce	ใช้น้อย ลดการใช้	ใช้น้อย	PCD
Refuse Derived Fuel (RDF)	เชื้อเพลิงขยะ	เชื้อเพลิงขยะ (RDF)	PCD
RDF power plant	โรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ	โรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ	
Reuse	ใช้ซ้ำ	ใช้ซ้ำ	PCD
Rotating Biological Contactor (RBC)	แผ่นจานหมุนชีวภาพ	แผ่นจานหมุนชีวภาพ	MRV
Rotary kiln type	เตาเผาแบบหมุน	เตาเผาแบบหมุน (Rotary kiln type)	
S			
Sanitary Landfill	การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล	การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล	MRV
Secure landfill	การฝังกลบอย่างปลอดภัย	การฝังกลบอย่างปลอดภัย	
Semi-aerobic	กึ่งใช้อากาศ	กึ่งใช้อากาศ	MRV
Semi-aerobic degradation	การย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศ	การย่อยสลายแบบกึ่งใช้อากาศ	
Semi-aerobic landfill	การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ	การฝังกลบแบบกึ่งใช้อากาศ	
Semi Dry Scrubber	ระบบบำบัดกึ่งแห้ง	ระบบ Semi Dry Scrubber	
Sewage Sludge	กากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย	กากตะกอนระบบบำบัดน้ำเสีย	MRV
Soil Conditioner	สารปรับปรุงคุณภาพดิน	สารปรับปรุงคุณภาพดิน	PCD

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
Solar cell	ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	DEDE
Solid Waste Diversion Centre	ศูนย์แปรสภาพขยะ	ศูนย์แปรสภาพขยะ	
Stabilization Pond (SP)	บ่อปรับเสถียร	บ่อปรับเสถียร	MRV
Static Pile	การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบกองสถิต	การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบกองสถิต (Static Pile)	
Steam turbine	กังหันไอน้ำ	กังหันไอน้ำ (Steam turbine)	
Step wise moving grate	ตะกรับเคลื่อนที่แบบขั้นบันได	ตะกรับเคลื่อนที่แบบขั้นบันได (Step wise moving grate)	
Stoker	เตาเผาแบบตะกรับ	เตาเผาแบบตะกรับ	
Sulfur dioxide (SO_2)	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	ONEP
T			
THB/t CO_2 eq reduc-tion	บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้	บาท/ton CO_2 eq ที่ลดได้	
THB/t MSW	บาทต่อตันขยะมูลฝอย	THB/ton MSW	
Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER)	โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย	โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER)	TGO
Tier	ระดับเทียร์	Tier	MRV
Tipping fee	ค่ากำจัดขยะมูลฝอย	Tipping fee	
t	ตัน	ตัน	ONEP
t/yr	ตัน/ปี	ตัน/ปี	MRV
t/d	ตัน/วัน	ตัน/วัน	MRV
t CO_2 eq	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า	
t CO_2 eq /year	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี	ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี	
t CO_2 reduction	ตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้	ตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้	
Turned Pile	กองแถวร่วมกับการพลิกกลับกอง	กองแถวร่วมกับการพลิกกลับกอง (Turned Pile)	
Turning and Agitator	แบบการหมุนและการกวน	แบบการหมุนและการกวน (Turning and Agitator)	

คำที่ใช้ในรายงานภาษาอังกฤษ	คำแปลภาษาไทย	คำที่ใช้ในรายงานภาษาไทย	อ้างอิง
U			
United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	UNFCCC	MRV
United Nations Human Rights Council (UNHCR)	คณะมนตรีสิทธิมนุษยชนแห่งสหประชาชาติ	UNHCR	CONSTITUTIONALCOURT
Upcycle	การแปรรูปเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้	Upcycle	
V			
Vary Small Power Plant (VSPP)	ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก	ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP)	TGO
Volatile Organic Compounds (VOCs)	สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย	สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)	EHA
W			
Waste pit	บ่อพักขยะ	บ่อพักขยะ (Waste pit)	
Waste separation	การคัดแยกขยะมูลฝอย	การคัดแยกขยะมูลฝอย	PCD
Waste Separation and Material Recovery at Source	การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง	การคัดแยกและนำกลับคืนวัสดุที่ต้นทาง (Waste Separation and Material Re-covery at Source)	
Waste utilization	การใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย	การใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย	PCD
Windrow or Opened System	การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบระบบเปิด	การผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบระบบเปิด (Windrow or Opened System)	
Z			
Zero waste		โครงการประกวดชุมชนปลอดขยะ (Ze-ro waste)	

รายชื่อคณะทำงานในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิของทีมบริหารงานโครงการ (PROJECT MANAGEMENT UNIT: PMU)

ที่ปรึกษา

นายอรรถพล	เจริญชันษา	อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นางสาวปรีญาพร	สุวรรณเกษ	รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นางกัญชลี	นาวิกภูมิ	ผู้อำนวยการกองจัดการกากของเสียและสารอันตราย
นางสาวพรพิมล	เจริญส่ง	ผู้อำนวยการกองจัดการคุณภาพน้ำ
นายพันศักดิ์	ถิรมงคล	ผู้อำนวยการกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง

คณะทำงาน

ส่วนขยะมูลฝอยชุมชน กรมควบคุมมลพิษ

นายทวีชัย	เจียรนัยขจร	ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยชุมชน
นางสาวอนุดา	ทวัฒน์สิน	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นายวิจารณ์	อินทรกำแหง	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นายสุพจิต	สุขกันตะ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นางสาวภัทรภร	ศรีชำนิ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นางขามแก้ว	มารคทรัพย์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

ส่วนแผนงานและประมวลผล กรมควบคุมมลพิษ

นายไชยา	บุญชิต	ผู้อำนวยการส่วนแผนงานและประมวลผล

ส่วนน้ำเสียชุมชน กรมควบคุมมลพิษ

นายชยาวีร์	หวังเจริญรุ่ง	ผู้อำนวยการส่วนน้ำเสียชุมชน
นายยุทธชัย	สาระไทย	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ
นางสาวณิชยา	ตรงยางกูร	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นางสาววรรณนิสา	วิบูลย์เชื้อ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.)

นายศิวัช	แก้วเจริญ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ
นางสาวณนุษกุล	สุภิรักษ์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นายเตชะวัณณ์	พจน์สมพงส์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
นางสาวทิพวรรณ	โพธิวุฒิ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ
นางสาวปทิตตา	ธรรมเจริญ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ
นางสาวชณิฎศา	วราชิต	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

นายสัญญา	จงจิตร	นักวิชาการเผยแพร่ชำนาญการ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

นางสาวสุมน	สุเมธเชิงปรัชญา	ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมเมืองและสังคมคาร์บอนต่ำ
นางสาวปวีณา	พาณิชยพิเชฐ	ผู้จัดการ สำนักประเมินและรับรองโครงการ
นางสาวรัชพร	สิงขโรทัย	นักวิชาการชำนาญการ

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

นายธราธิป	แย้มมณฑา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
นายฐนกริศน์	รัตนพงศ์กวี	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
นางสาวจริดา	จิตราวัฒน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ

องค์การจัดการน้ำเสีย

นางสาววลัยย์ลักษณ์	โกมลฤทธิ์	พนักงานวิเคราะห์นโยบายและแผน 6
นายรัฐพล ช.	ละเอียด	พนักงานวิเคราะห์นโยบายและแผน 6

กรุงเทพมหานคร (กทม.)

นางสุธิศา	พรเพิ่มพูน	ผู้อำนวยการสำนักงานจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักสิ่งแวดล้อม
นายอรุณ	วิเศษวงษา	ผู้อำนวยการส่วนบริการจัดการสิ่งปฏิกูล สำนักงานจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักสิ่งแวดล้อม
นายไตรรัตน์	จินดามรกฎ	หัวหน้ากลุ่มงานวิศวกรรม กองกำจัดมูลฝอย สำนักสิ่งแวดล้อม
นายเกษม	เทพหนู	หัวหน้ากลุ่มงานระบบข้อมูลและบริหารการจัดเก็บค่าธรรมเนียม สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ
นางสาววรรณแก้ว	หอมนาน	นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ สำนักงานจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักสิ่งแวดล้อม

รายชื่อทีมที่ปรึกษา

รศ. ดร. สิรินทรเทพ	เต้าประยูร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ. ดร. คมศิลป์	วังยาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร. อวัสดา	พงศ์พิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ. ดร. ชาติ	เจียมไชยศรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. ดร. วิลาสินี	อยู่ชัชวาล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาวภัทรา	ชีวะไทย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายพงศ์พล	สุภกรรม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาวพนิดา	โพยมทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
นายวิทวัส	วัลยะเพ็ชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
นางสาวทิชากร	ปัดชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
นางสาวสลิตา	คำสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ออกแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์

นายจักรพล	เพ็งปาน

องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)

มร. แวร์เนอร์	คอสมันน์	ผู้อำนวยการโครงการการจัดการของเสียแบบผสมผสานเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก
ดร. ปัญจพร	เวชยันต์วิวัฒน์	ที่ปรึกษาโครงการอาวุโส
นางพิมพ์พิลาส	นันทิพล เคยรัมย์	ผู้จัดการโครงการ (Project Manager)
นางสาวมนนภา	ภู่สมบูรณ์วัฒนา	เจ้าหน้าที่โครงการ (Junior Advisor)
นางสาวจารุรินทร์	พลหินกอง	เจ้าหน้าที่โครงการ (Project Advisor)

การดำเนินการที่ดี
โดยเฉพาะการหลีกเลี่ยง
การลดก๊าซเรือนกระจก
ช่วยให้ภาคของเสียมีความ
สำคัญในการช่วยเพิ่มศักยภาพ
การลดก๊าซเรือน
กระจกของประเทศ

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ชื่อเรื่อง
แนวทางการปฏิบัติที่ดีและเทคโนโลยีด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
แบบคาร์บอนต่ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย
กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
WWW.PCD.GO.TH
เป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์และมีสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้ ผลิต/จัดทำเมื่อ กันยายน 2565
ISBN (E-BOOK) : 978-616-316-681-4