

**แนวทางที่เหมาะสมในการตรวจวัด
รายงาน และทวนสอบ การลด
ก๊าซเรือนกระจกในภาคขยะมูลฝอย**

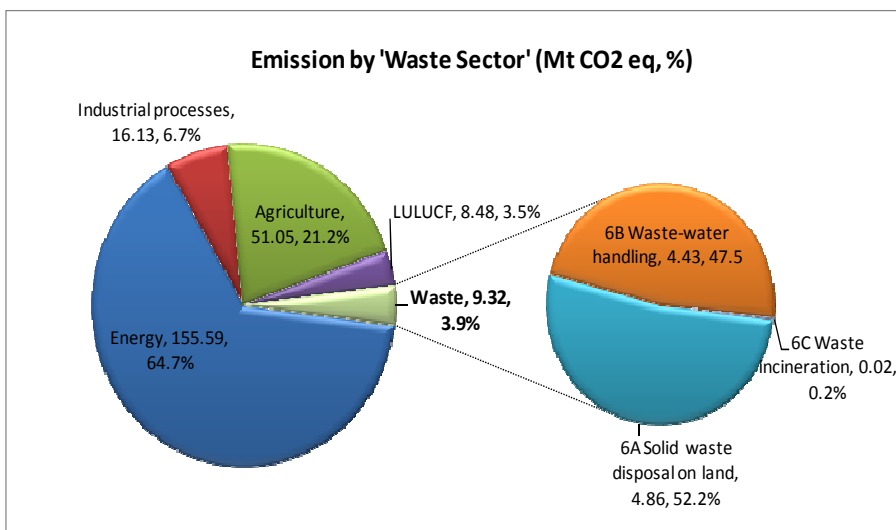
หัวหน้าโครงการ: ดร. คมศิลป์ ว่างยาว

นักวิจัย: รศ.ดร. ชชาติ เจียมไชยศรี, ดร.วิลาสินี อยู่ชัชวาล, ดร.ภาติญา เขมาชีวะกุล

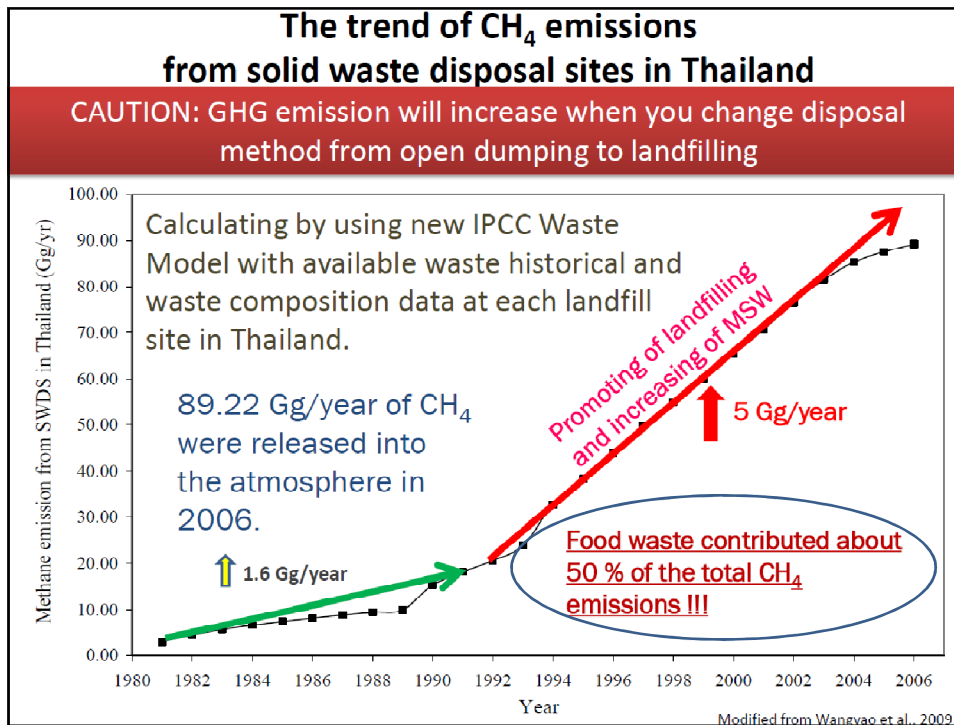
ที่ปรึกษาโครงการ: รศ.ดร. สิรินทรเทพ เต้าประยูร

1

GHG Emission from Waste Sector in Thailand (2000)



2



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

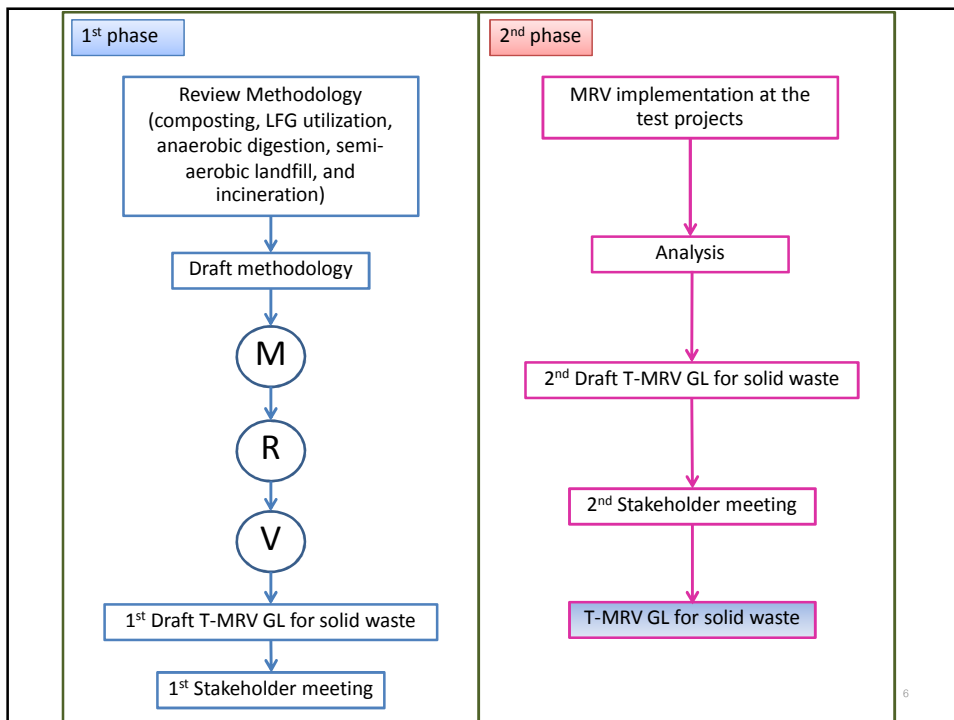
- เพื่อสร้างวิธีการ (Methodology) สำหรับใช้ในการคำนวณหาการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคขยะมูลฝอย
→ ระยะที่ 1
- เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ สำหรับการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเหมาะสม ในภาคขยะมูลฝอย
→ ระยะที่ 1
- เพื่อทดลองดำเนินการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบ จากโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาและประเมินประเด็นปัญหาและอุปสรรค
→ ระยะที่ 2

การดำเนินงานของโครงการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 พัฒนารีวิววิธีการ (methodology) สำหรับใช้ในการคำนวณหาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขยะมูลฝอย รวมทั้งศึกษาวิธีการตรวจวัดการจัดทำรายงาน และการทวนสอบ เพื่อให้ได้ระบบ MRV ของภาคขยะมูลฝอยสำหรับนำไปทดลองปฏิบัติจริงในพื้นที่ (ระยะเวลาดำเนินงาน 8 เดือน)

ระยะที่ 2 ทดลองใช้ระบบ MRV ของภาคขยะมูลฝอยที่พัฒนาขึ้นจากระยะที่ 1 ในพื้นที่ศึกษา ประเมินปัญหาอุปสรรคและปรับปรุงระบบ MRV ให้ดีขึ้น รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนในการดำเนินงาน เพื่อให้ได้ระบบ MRV ต้นแบบสำหรับเผยแพร่ไปยังพื้นที่อื่นได้ (ระยะเวลาดำเนินงาน 8 เดือน)

5



6

แผนกิจกรรมหลัก ในระยะที่ 1 (8 เดือน)

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ระยะเวลา
1.1 ทบทวน วรรณกรรมของ Methodology ในภาคขยะมูลฝอย ทั้งในและ ต่างประเทศ	1.1.1 ทบทวน Methodology และแนวทาง MRV ของภาคขยะมูลฝอย : IPCC, GHG Protocol, ISO14064, CDM ของเทคโนโลยีลดก๊าซเรือนกระจก <ul style="list-style-type: none"> – Landfill gas to energy – Incineration – Semi-aerobic – Anaerobic digestion (Project-based) – Anaerobic digestion (community-based) – Composting (Project-based) – Composting (community) – 3R (community-based) 1.1.2 สํารวจพื้นที่ที่ใช้เทคโนโลยีลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคขยะมูลฝอยตามข้อ 1.1.1	2 เดือน (เริ่มต้น - เดือนที่ 2)

7

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ระยะเวลา
1.2 สร้าง Methodology ที่ ใช้คำนวณการลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ภาคขยะมูลฝอย	1.2.1 สร้าง Methodology และ กำหนดขอบเขต สำหรับแต่ละเทคโนโลยีลด ก๊าซเรือนกระจก <ul style="list-style-type: none"> - Landfill gas to energy - Incineration - Semi-aerobic - Anaerobic digestion (Project-based) - Anaerobic digestion (community-based) - Composting (Project-based) - Composting (community) - 3R (community-based) 	3 เดือน (เดือนที่ 3-5)

8

กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ระยะเวลา
1.3 ศึกษาและกำหนดค่า Emission Factor (EF) ที่เหมาะสมของโครงการ	1.3.1 ศึกษาและกำหนดค่า EF ที่เหมาะสมจากการทบทวนวรรณกรรมและคำนวณ	3 เดือน (เดือนที่ 6-8)

9

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินกิจกรรมของโครงการในระยะที่ 1

เดือนที่	กิจกรรม	ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้
5 เดือนที่ 1	<ul style="list-style-type: none"> สร้าง Methodology และกำหนดค่า Emission Factor 	<ul style="list-style-type: none"> Methodology และ EF ที่เหมาะสม
3 เดือนที่ 2	<ul style="list-style-type: none"> ศึกษาและสร้างระบบ MRV ที่เหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> Template ระบบ MRV (Template ของเอกสารการตรวจวัด, Template ของเอกสารรายงาน) ของภาคของเสียที่เป็นขยะมูลฝอย สำหรับนำไปทดลองใช้งานจริงในระยะที่ 2 ข้อเสนอโครงการวิจัยระยะที่ 2

10

ขั้นตอนในการศึกษาในช่วง 3 เดือนแรก (เมษายน – มิถุนายน 2556)

11

ศึกษาและสร้าง Methodology เพื่อใช้ใน โครงการ NAMAs

- ในเบื้องต้นจะใช้ Methodology สำหรับโครงการ CDM ของ UNFCCC เป็นฐานในการพิจารณาเลือก
- โดยพิจารณาในทุก version ของ Methodology นั้นๆ เพื่อหาจุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละ version
- หาแนวทางในการที่จะสามารถสร้าง Methodology สำหรับ Domestically supported NAMAs ของไทยที่สามารถใช้งานได้ง่ายในแง่ปฏิบัติ และสามารถอธิบายทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

12

ส่วนประกอบของ Methodology

- การนำไปใช้
- ขอบเขตของโครงการ (การระบุแหล่งกำเนิด ดูดซับ และกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ภายใต้การควบคุมของโครงการ)
- **Baseline emission (การกำหนด Baseline และการคำนวณ Baseline emission)**
- ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของโครงการ (**Leakage**)
- ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการ
- การคำนวณปริมาณการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

13

Methodology ของ UNFCCC ที่เกี่ยวข้อง

- กิจกรรม Alternative treatment – composting + burning + anaerobic digestion ใช้ AM0025 Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes
- กิจกรรม Alternative treatment – semi-aerobic landfill ใช้ AM0093 Avoidance of landfill gas emissions by passive aeration of landfills
- กิจกรรม Landfill gas ใช้ ACM0001 Consolidated methodology for landfill gas project activities และ AMS-III.G Landfill methane recovery

14

ร่าง Methodology ที่แล้วเสร็จในเบื้องต้น

- มีเกือบครบทุก **methodology** ที่ระบุไว้ใน **proposal** ยกเว้นเรื่อง **3R** เนื่องจากเป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อน การใช้ผลการคำนวณ **LCA** จากการศึกษาในอดีต อาจจะไม่สามารถใช้ได้ เพราะแปรผันตามพื้นที่ที่ศึกษาไว้ อาจไม่สามารถนำไปใช้กับทั้งประเทศได้
- หากพบปัญหาในการทำ **3R** มาก อาจจะมีการขอเปลี่ยนเป็นการสร้าง **methodology** ให้กับระบบบำบัดมูลฝอยแบบเชิงกลชีวภาพ (**Mechanical Biological Treatment, MBT**)
- พยายามทำ **methodology** ออกมาให้ง่ายที่สุดเท่าที่พอจะทำได้ เนื่องจากหากง่ายเกินไป จะไม่สามารถตอบคำถามได้ในเชิงวิทยาศาสตร์
- คณะทำงานมีความเห็นว่าควรสร้าง **spreadsheet** เพื่อนำไปใช้งานได้ง่ายขึ้น → ลดความยากในการคำนวณการย่อยสลายของขยะมูลฝอย

15

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับ การผลิตปุ๋ยจากขยะมูลฝอยอินทรีย์



16

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

$$BE_y = BE_{CH_4,SWDS,y}$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO₂e)

$BE_{CH_4,SWDS,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในแต่ละปี ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการในปี x จนถึงปี y (tCO₂e)

17

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission: ระดับโครงการขนาดใหญ่)

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \varphi \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times (1 - e^{-k_j}) \times e^{-k_j \times (y-x)}$$

โดยที่

$BE_{CH_4,SWDS,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในแต่ละปี ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการในปี x จนถึงปี y (tCO₂e)

φ = ค่า Model Correction Factor สำหรับความไม่แน่นอนของกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในกรณีฐาน (0.9)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (21 tCO₂e/tCH₄)

OX = ค่า Oxidation Factor คือ ค่าปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกออกซิไดซ์จากโรงกำจัดขยะ โดยถูกออกซิไดซ์ในดินหรือวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปกคลุมขยะ (0.1)

F = สัดส่วนก๊าซมีเทนจากปริมาณก๊าซทั้งหมดที่เกิดจากโรงกำจัดขยะ (0.5)

DOC_f = สัดส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ (ค่าที่ได้จากข้อมูลจริง)

18

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
(Baseline Emission: ระดับโครงการขนาดใหญ่)

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \varphi \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times (1 - e^{-k_j}) \times e^{-k_j \times (y-x)}$$

- MCF* = ค่า Methane Correction Factor (กรณีเป็นหลุมฝังกลบแบบไร้อากาศและมีการจัดการที่ดี ค่า *MCF* = 1, กรณีเป็นหลุมฝังกลบที่มีความลึกมากกว่า 5 เมตร และไม่มีการจัดการที่ดี ค่า *MCF* = 0.8, กรณีเป็นหลุมฝังกลบที่มีความลึกน้อยกว่า 5 เมตร และไม่มีการจัดการที่ดี ค่า *MCF* = 0.4)
- W_{j,x}* = ปริมาณขยะอินทรีย์ประเภท *j* ที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ย เพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัดในปี *x* (ton)
- DOC_j* = สัดส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ (โดยน้ำหนัก) ของขยะประเภท *j*
- k_j* = อัตราการย่อยสลายของขยะประเภท *j*
- x* = ปีที่เริ่มดำเนินโครงการ
- y* = ปีที่ใช้ในการคำนวณหาการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

19

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
(Baseline Emission: ระดับชุมชน)

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = W \times EF$$

- โดยที่
- BE_{CH₄,SWDS,y}*
 - W_{j,x}* = ปริมาณขยะอินทรีย์ ที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ย เพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด (ton)
 - EF* = ค่า Emission Factor (XXX)

20

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project emission)

$$PE_y = (EC_y \times EF_{CO_2,grid}) + (FC_{fuel,onsite,y(L)} \times \rho_{fuel} \times NCV_{fuel} \times EF_{CO_2,fuel,onsite})$$

โดยที่

- PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y (tCO₂e)
- EC_y = การใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปี y (MWh/year)
- EF_{CO₂,grid} = ค่า Grid Emission Factor (tCO₂/MWh) ตามที่ อบก. กำหนดในปี y
- FC_{fuel,onsite,y(L)} = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปี y ภายในขอบเขตการดำเนินโครงการ (L)
- ρ_{fuel} = ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงที่ใช้ (kg/L)
- NCV_{fuel} = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานเชื้อเพลิง ในปี y (TJ/Gg)
- EF_{CO₂,fuel,onsite} = ค่า CO₂ Emission Factor ของเชื้อเพลิง (kgCO₂/TJ) ตามที่ อบก. กำหนดในปี y

21

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับ ระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Project Based)



22

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

$$BE_y = MD_{project, y} \times GWP_{CH_4} + EL_{BG, y} \times CEF_{elec, BL, y}$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y (tCO_2e)

$MD_{project, y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งถูกทำลายในช่วงดำเนินการของปี y (tCH_4)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน เท่ากับ 21 (tCO_2e/tCH_4)

$EL_{BG, y}$ = ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตโดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงและจ่ายเข้ากริด (MWh)

$CE_{elec, BL, y}$ = ค่าการปล่อย CO_2 จากการผลิตไฟฟ้าในประเทศ (tCO_2e/MWh)

23

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนิน โครงการ (Project emission)

$$PE_{a, y} = PE_{a, l, y} + PE_{Elec, y} + PE_{Fossil, y}$$

โดยที่

$PE_{a, l, y}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในปีที่ y (tCO_2e)

$PE_{Elec, y}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปีที่ y (tCO_2e)

$PE_{Fossil, y}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงในปีที่ y (tCO_2e)

24

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับ
ระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน
(Community Based)



25

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
(Baseline Emission)

$$BE_y = SW_{\text{food}} \times EF_{\text{food}} + ET_{BG,y} \times CEF_{\text{ther},BL,y}$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y (tCO₂e)

SW_{food} = ปริมาณ Food waste ที่ชุมชนนำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพในปีที่ y
(t food waste)

EF_{food} = ค่า Emission Factor (tCO₂/t food waste)

$ET_{BG,y}$ = ปริมาณพลังงานความร้อนที่ผลิตจากก๊าซชีวภาพในปีที่ y (TJ)

$CEF_{\text{ther},BL,y}$ = ค่าการปล่อย CO₂ จากการใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม
(t CO₂/TJ)

26

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project emission)

$$PE_{a,y} = PE_{a,l,y} + PE_{Elec,y}$$

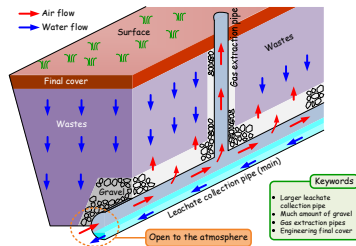
โดยที่

$PE_{a,l,y}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลของก๊าซมีเทนจากระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ในปี y (tCO_2e)

$PE_{Elec,y}$ = การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในปี y (tCO_2e)

27

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจน



28

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถประเมินได้
ดังนี้

1) กรณีประเมินอย่างง่าย

$$BE_y = SW_{PJ,y} \times EF_{CH_4,SW,y} \times GWP_{CH_4}$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y (tCO₂e/year)

$SW_{PJ,y}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยที่ดำเนินการฝังกลบในปีที่ y (ton/year)

$EF_{CH_4,SW,y}$ = ค่า GHG Emission Factor (tCH₄/ton waste) ในปีที่ y

GWP_{CH_4} = ศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (21 tCO₂/tCH₄)²⁹

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

2) กรณีประเมินโดยละเอียด

$$BE_y = BE_{CH_4,SWDS,y} - MD_y \times GWP_{CH_4}$$

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \frac{GWP_{CH_4}}{12} \times (1 - OX) \times F \times DOC_f \times MCF$$

$$\times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times (1 - e^{-k_j}) \times e^{-k_j \times (y-x)}$$

MD_y = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการรวบรวมและเผาทำลาย ในปี y (tCH₄/year)

$BE_{CH_4,SWDS,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (tCO₂e)

OX = สัดส่วนก๊าซมีเทนที่ถูกออกซิไดซ์ในดินกลบทับ (0) F = สัดส่วนมีเทนในก๊าซจากการฝังกลบ
ขยะมูลฝอย (0.5) DOC_f = สัดส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ (0.5)

MCF = ค่าปรับแก้มีเทน (เท่ากับ 1.0, 0.8, 0.4 ขึ้นอยู่กับวิธีการฝังกลบ)

$W_{j,x}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบแยกตามประเภทของวัสดุ (ประเภท j) ในปีที่ x

k_j อัตราการย่อยสลายของขยะมูลฝอยประเภท j

30

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

1) กรณีประเมินอย่างง่าย

$$BE_y = SW_{PJ,y} \times EF_{CH_4,SW,y} \times MCF_{SM} \times GWP_{CH_4}$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y (tCO₂e/year)

$SW_{PJ,y}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยที่ดำเนินการฝังกลบในปีที่ y (ton/year)

$EF_{CH_4,SW,y}$ = ค่า GHG Emission Factor (tCH₄/ton waste) ในปีที่ y

MCF_{SM} = ค่าปรับแก้มีเทน หรือ Methane Correction Factor ของการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (0.5)

GWP_{CH_4} = ศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน (21 tCO₂/tCH₄)

31

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

2) กรณีประเมินโดยละเอียด

$$BE_y = BE_{CH_4,SWDS,y} - MD_y \times GWP_{CH_4}$$

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \frac{GWP_{CH_4}}{16} \times (1 - OX) \times F \times DOC_f \times MCF_{SM}$$

$$\times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times (1 - e^{-k_j x}) \times e^{-k_j (y-x)}$$

MD_y = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการรวบรวมและเผาทำลาย ในปี y (tCH₄/year)

$BE_{CH_4,SWDS,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (tCO₂e)

OX = สัดส่วนก๊าซมีเทนที่ถูกออกซิไดซ์ในดินกลบทับ (0) F = สัดส่วนมีเทนในก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (0.5) DOC_f = สัดส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ (0.5)

MCF_{SM} = ค่าปรับแก้มีเทนของการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจน

$W_{j,x}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบแยกตามประเภทของวัสดุ (ประเภท j) ในปีที่ x

k_j อัตราการย่อยสลายของขยะมูลฝอยประเภท j

32

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
 สำหรับ
 การแปรรูปขยะมูลฝอยไปเป็นพลังงานความร้อนและ/หรือไฟฟ้าโดยใช้เตาเผา



33

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
 (Baseline Emission)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถประเมินได้ดังนี้

$$BE_y = BE_{CH_4, SWDS, y} - (MD_y \times GWP_{CH_4})$$

โดยที่

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปี y (tCO_2e)

$BE_{CH_4, SWDS, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยในแต่ละปี ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการในปี x จนถึงปี y (tCO_2e)

MD_y = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการกักเก็บและเผาทำลาย ในปี y

GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน ($21 tCO_2 / tCH_4$)

34

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

$$BE_y = BE_{CH_4, SWDS, y} - MD_y \times GWP_{CH_4}$$

$$BE_{CH_4, SWDS, y} = \frac{GWP_{CH_4}}{y} \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF$$

$$\times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times (1 - e^{-k_j}) \times e^{-k_j \times (y-x)}$$

MD_y = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีการรวบรวมและเผาทำลาย ในปี y ($tCH_4/year$)

$BE_{CH_4, SWDS, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (tCO_2e)

OX = สัดส่วนก๊าซมีเทนที่ถูกออกซิไดซ์ในดินกลบทับ (0) F = สัดส่วนมีเทนในก๊าซจากการฝังกลบขยะมูลฝอย (0.5) DOC_f = สัดส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอนที่สามารถย่อยสลายได้ (0.5)

MCF = ค่าปรับแก้มมีเทน (เท่ากับ 1.0, 0.8, 0.4 ขึ้นอยู่กับวิธีการฝังกลบ)

$W_{j,x}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบแยกตามประเภทของวัสดุ (ประเภท j) ในปี x

k_j อัตราการย่อยสลายของขยะมูลฝอยประเภท j

35

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถประเมินได้จาก

$$PE_y = PE_{INC, y} + PE_{Elec, y} + PE_{Fossil, y}$$

โดยที่

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปี y ($tCO_2/year$)

$PE_{INC, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาขยะมูลฝอยประเภทฟอสซิลในเตาเผา ($tCO_2/year$)

$PE_{EC, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในโครงการ ($tCO_2/year$)

$PE_{FC, j, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโครงการ ($tCO_2/year$)

36

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาขยะมูลฝอยประเภทฟอสซิลในเตาเผา

$$PE_{INC, y} = SW \times dm \times CF \times FCF \times OF \times 44/12$$

โดยที่

SW_i = ปริมาณขยะมูลฝอย (น้ำหนักเปียก) ที่นำไปเผา, ton/yr

dm = สัดส่วนของมวลแห้งในของเสียที่นำไปเผา, fraction

CF = สัดส่วนคาร์บอนในมวลแห้งของของเสีย, fraction

FCF = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลต่อคาร์บอนทั้งหมดในของเสีย, fraction

OF = ประสิทธิภาพการเผาไหม้, fraction

37

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในโครงการ

$$PE_{Elec, y} = EC_{PI, y} \times EF_{CO_2, Grid, y} \times (1 + TDL_{j, y})$$

โดยที่

$PE_{Elec, y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าในโครงการในปีที่ y
(tCO₂/year)

$EC_{PI, y}$ = การใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีที่ y (MWh/year)

$EF_{CO_2, Grid, y}$ = ค่า Grid Emission Factor (tCO₂/MWh) ในปีที่ y

$TDL_{j, y}$ = สัดส่วนการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าผ่านสายส่งมาถึงโครงการในปีที่ y

38

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนินโครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโครงการ

$$PE_{\text{Fossil},y} = \sum_{PE,y} (FC_{PJ,i,y} \times NCV_{i,y} \times EF_{CO_2,i,y})$$

โดยที่

$PE_{\text{Fossil},y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโครงการ
ในปีที่ y (tCO₂/year)

$FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปีที่ y

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิล
ประเภท i ในปีที่ y

$EF_{CO_2,i,y}$ = ค่า CO₂ Emission Factor (kgCO₂/MJ) ในปีที่ y

39

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction)

$$ER_y = BE_y - PE_y + EL_{INC,y} * CEF_{elec,BL,y}$$

ER_y = การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีที่ y (tCO₂e/year)

BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y (tCO₂e/year)

PE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีที่ y (tCO₂e/year)

$EL_{INC,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าสุทธิจากพลังงานความร้อนของการเผาขยะมูลฝอย (MWh)

$CEF_{elec,BL,y}$ = ค่าการปล่อย CO₂ จากการผลิตไฟฟ้าในประเทศ (tCO₂e/MWh)

40

ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ
สำหรับการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝัง
กลบมูลฝอยเพื่อเผาทำลาย และ/หรือใช้
ประโยชน์ด้านพลังงานไฟฟ้า



41

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน
(Baseline Emission)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถประเมินได้
ดังนี้

$$BE_y = MD_{project,y} * GWP_{CH_4} + ELLFG_{,y} * CE_{Felec,BL,y}$$

โดยที่

- BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y ($tCO_2e/year$)
- $MD_{project,y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งถูกทำลายในช่วงดำเนินการของปี y (tCH_4)
- GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน เท่ากับ 21 (tCO_2e/tCH_4)
- $ELLFG_{,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง และจ่ายเข้ากริด (MWh)
- $CE_{Felec,BL,y}$ = ค่าการปล่อย CO_2 จากการผลิตไฟฟ้าในประเทศ (tCO_2e/MWh)

42

$$MD_{\text{project},y} = MD_{\text{flared},y} + MD_{\text{electricity},y}$$

โดย

- $MD_{\text{flared},y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกเผาทำลายทิ้งในปีที่ y (tCH_4)
- $MD_{\text{electricity},y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าในปีที่ y (tCH_4)

$$MD_{\text{electricity},y} = LFG_{\text{electricity},y} * w_{CH_4,y} * DCH_4$$

โดย

- $LFG_{\text{electricity},y}$ = ปริมาณก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยที่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าในปีที่ y (m^3)
- $w_{CH_4,y}$ = ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (m^3CH_4/m^3LFG)
- DCH_4 = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน (tCH_4/m^3)

43

$$MD_{\text{flared},y} = (LFG_{\text{flare},y} * w_{CH_4,y} * DCH_4) - (PE_{\text{flare},y} / GWP_{CH_4})$$

โดย

- $LFG_{\text{flare},y}$ = ปริมาณของก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยที่ถูกทำลายโดยการเผาทิ้ง (m^3LFG)
- $w_{CH_4,y}$ = ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย (m^3CH_4/m^3LFG);
- DCH_4 = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน ($tCH_4/m^3 CH_4$)
- $PE_{\text{flare},y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินเผาทำลายก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยทิ้ง (tCO_2e)
- GWP_{CH_4} = ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน เท่ากับ 21 (tCO_2e/tCH_4)

44

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) อย่างง่าย

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถประเมินได้
ดังนี้

$$BE_y = ELLFG_{,y} * EF$$

โดยที่

- BE_y = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานในปีที่ y ($tCO_2e/year$)
- $ELLFG_{,y}$ = ปริมาณไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง และจ่ายเข้ากริด (MWh)
- EF = ค่า emission factor สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอยเป็นเชื้อเพลิง (tCO_2e/MWh)

45

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีดำเนิน โครงการ (Project Emission)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ สามารถประเมิน
ได้จาก

$$PE_y = PE_{Elec,y} + PE_{Fossil,y}$$

โดยที่

- $PE_{Elec,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ไฟฟ้าจากการดำเนินโครงการ
- $PE_{Fossil,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานฟอสซิลจากการดำเนินโครงการ

46

$$PE_{Elec,y} = EC_{PJ,y} \times EFCO_2,Grid,y \times (1 + TDL_{j,y})$$

โดยที่

$PE_{Elec,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีที่ y ($tCO_2/year$)

$EC_{PJ,y}$ = การใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ในปีที่ y ($MWh/year$)

$EFCO_2,Grid,y$ = ค่า Grid Emission Factor (tCO_2/MWh) ตามที่ อบก. กำหนดในปีที่ y

$TDL_{j,y}$ = สัดส่วนการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าผ่านสายส่งมาถึงโครงการในปีที่ y

$$PE_{Fossil,y} = \sum PE_{i,y} (FC_{PJ,i,y} \times NCV_{i,y} \times EFCO_2,i,y)$$

โดยที่

$PE_{Fossil,y}$ = การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการในปีที่ y ($tCO_2/year$)

$FC_{PJ,i,y}$ = ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท i ในปีที่ y ภายในขอบเขตการดำเนินโครงการ

$NCV_{i,y}$ = ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของพลังงานฟอสซิลประเภท i ในปีที่ y

$EFCO_2,i,y$ = ค่า CO_2 Emission Factor ($kgCO_2/MJ$) ตามที่ อบก. กำหนด ในปีที่ y