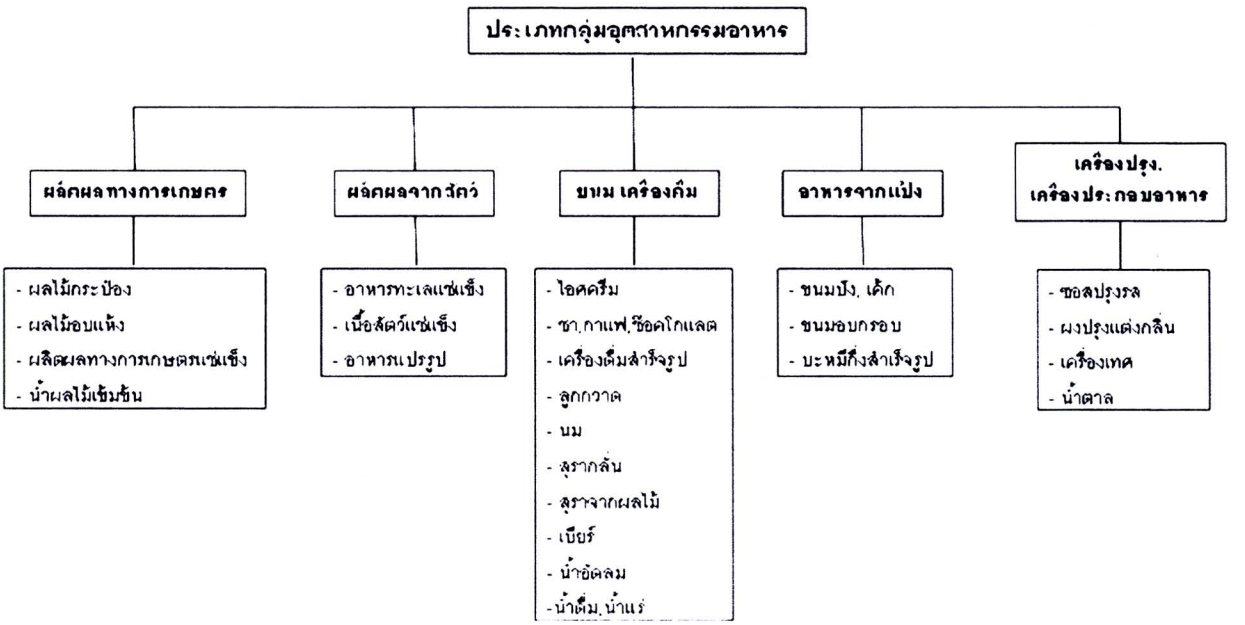
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมเป็นหน่วยงานที่จัดหมวดหมู่ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม การแบ่งหมวดหมู่ของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารได้จัดตามประเภทชนิดของผลิตภัณฑ์ตั้งต้นและผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.1

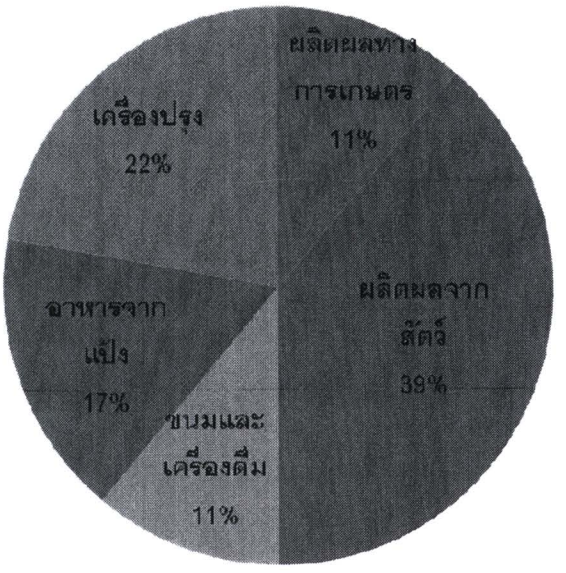


ภาพที่ 2.1

ประเภทของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร

ที่มา: บัญชีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม, 2554

จากประเภทของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารข้างต้นสามารถแจกแจงเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารที่ได้รับการรับรองฉลากคาร์บอนและฉลากลดคาร์บอนดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2

สัดส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับการรับรองฉลากคาร์บอน และฉลากลดคาร์บอน

จากสัดส่วนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสินค้ากลุ่มผลิตผลทางการเกษตรมีผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองน้อยมาก ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากกระบวนการจัดทำที่ยุ่งยาก ดังตารางที่ 2.1 เป็นการชี้แจงถึงข้อดีและความยุ่งยากของการจัดทำฉลากคาร์บอน และฉลากดังกล่าวยังไม่เป็นที่สนใจของผู้ประกอบการ

ตารางที่ 2.1

ข้อดีและความยุ่งยากของการจัดทำฉลากคาร์บอน

ข้อดี	ความยุ่งยาก
1. เป็นการแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์ในแต่ละหน่วยตลอดวัฏจักรชีวิต เพื่อบ่งบอกว่าสินค้าส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงใดและให้ผู้ซื้อเป็นผู้ตัดสินใจ 2. เป็นทางเลือกใหม่ในการซื้อสินค้าและบริการ 3. มีส่วนร่วมกับประชาคมโลกในการลดสภาวะโลกร้อน 4. ช่วยลดต้นทุนการผลิต และเกิดการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น 5. เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก	1. การได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อทำการคำนวณ 2. บัญชีข้อมูลค่าการปล่อยพื้นฐานที่มีไม่เพียงพอ เช่น บัญชีค่าการปล่อยของการปลูกข้าว, บัญชีค่าการปล่อยของการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น 3. ค่าใช้จ่ายในการจัดทำ

ซึ่งความยุ่งยากข้างต้นสามารถแก้ไขได้โดยอาศัยวิธีการดังต่อไปนี้

1. เลือกใช้ข้อมูลบัญชีค่าการปล่อยพื้นฐานจากต่างประเทศ เช่น โปรแกรม SimaPro, Ecoinvent database

2. การแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. งานวิจัยในประเทศหรือต่างประเทศ

สำหรับอุตสาหกรรมอาหารประเภทผลิตผลทางการเกษตรจะประกอบไปด้วยโรงงานผลไม้กระป๋อง, ผลไม้อบแห้ง, ผลิตผลทางการเกษตรแช่แข็ง และน้ำผลไม้เข้มข้น มีกิจกรรมใน

กระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า, การใช้พลังงานเชื้อเพลิง, น้ำ และในบางโรงงานอาจมีการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมการผลิตส่วนใหญ่คือ เศษวัสดุทางการเกษตรและน้ำเสีย การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาตามแนวทางในคู่มือ 2006 IPCC Guideline โดยใช้ข้อมูลจากกิจกรรมการผลิตข้างต้นทำการคำนวณ

2.1 การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกสามารถคำนวณได้หลายวิธี เช่น การใช้โปรแกรม SimaPro, โปรแกรม Idemat และวิธีการตามคู่มือ IPCC การคำนวณโดยใช้โปรแกรม SimaPro และ โปรแกรม Idemat จะเป็นการประมาณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากฐานข้อมูลที่อ้างอิงจากต่างประเทศ ซึ่งอาจจะให้ผลการประเมินที่คลาดเคลื่อน แตกต่างจากวิธีการของ IPCC ที่สามารถให้ประเทศ หรือหน่วยงานที่ทำการประเมินสามารถปรับปรุงค่าต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมกับการคำนวณของแต่ละประเทศ โดยค่าที่นำมาใช้ได้มาจากการศึกษาและวิจัยของประเทศนั้น ๆ

โดยแนวทางการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีด้วยกัน 3 วิธี คือ

1. แนวคิดแบบ Cradle to Grave เป็นการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ, การขนส่ง, การผลิต, การบรรจุหีบห่อ, การใช้งาน จนกระทั่งการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งจะใช้เวลาในการประเมินค่อนข้างมากเนื่องจากมีกระบวนการที่ซับซ้อน

2. แนวคิดแบบ Gate to Gate เป็นการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต แนวคิดนี้จะใช้เวลาในการประเมินน้อยกว่าแบบ Cradle to Grave และจัดทำเป็นบัญชีฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการดำเนินการประเมินค่าการปล่อยแบบ Cradle to Grave ต่อไป

3. แนวคิดแบบ Cradle to Gate เป็นการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ แต่ไม่รวมส่วนของการใช้งานและการกำจัดซาก ซึ่งการประเมินในแนวคิดนี้นิยมใช้ในการจัดทำเอกสาร Environmental Product Declaration (EPD)

คู่มือ 2006 IPCC Guideline เป็นคู่มือที่พัฒนาจาก คู่มือ Revised IPCC 1996 Guideline และประยุกต์วิธีการจากคู่มือ Good Practice Guidance 2000 (GPG 2000), Good Practice Guidance for LULUCF (GPG LULUCF) ไว้ด้วยกัน โดยได้จัดหมวดหมู่การคำนวณบัญชีก๊าซเรือนกระจกเป็น 5 หัวข้อหลักได้แก่

1. ข้อแนะนำและวิธีการรายงานผล (Guidance and Reporting)

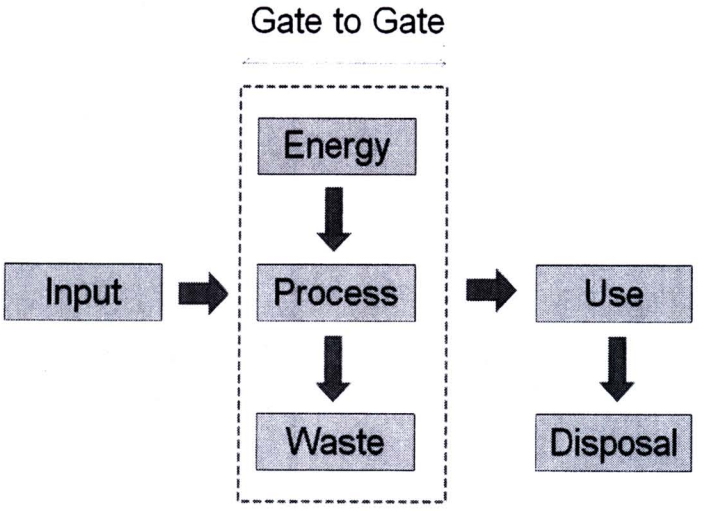
2. พลังงาน (Energy)

3. กระบวนการผลิตและประโยชน์ของสินค้า (Industrial Process and Products Use: IPPU)

4. การเพาะปลูก, ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์อื่น ๆจากพื้นดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use)

5. ของเสีย (Waste)

ในภาพที่ 2.3 เป็นขอบเขตการคำนวณของ IPCC ซึ่งเป็นวิธีการคิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Gate to Gate โดยหัวข้อการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่คือ หัวข้อพลังงาน, หัวข้อกระบวนการผลิตและประโยชน์ของสินค้า และหัวข้อของเสีย



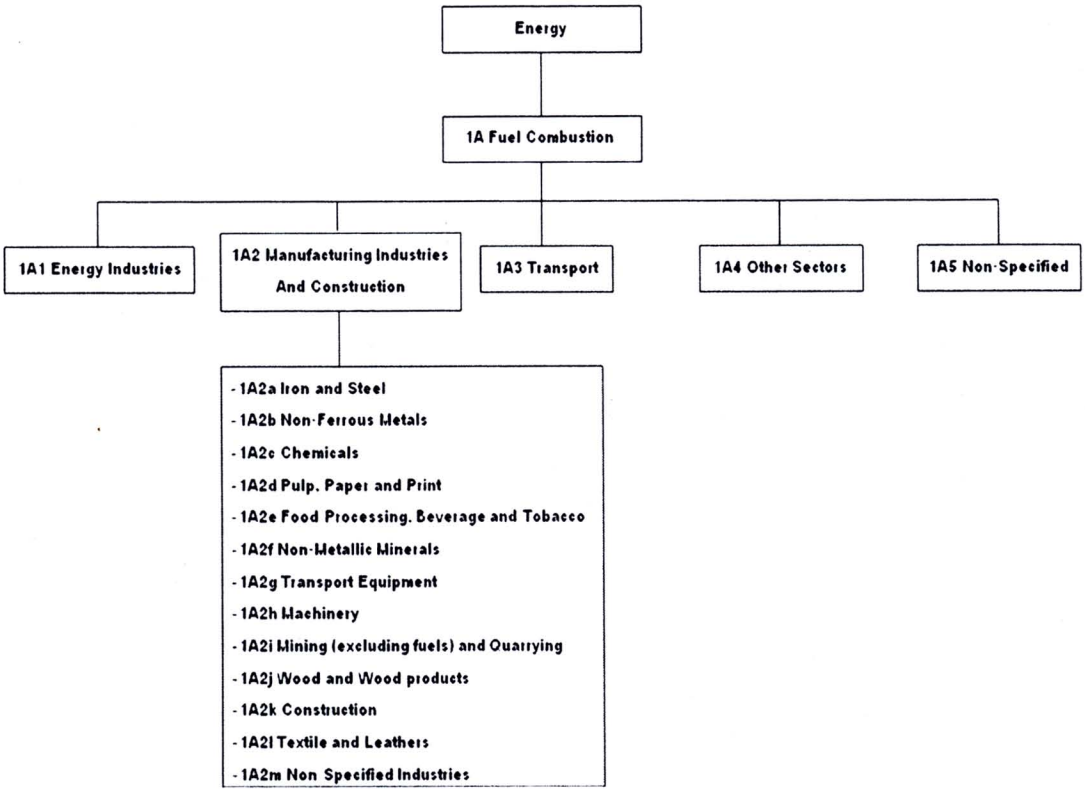
ภาพที่ 2.3

ขอบเขตการวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ Gate to Gate

การกำหนดระดับความยากง่ายของวิธีการคำนวณได้มีการกำหนดไว้ 3 ระดับคือ เทียร์ 1 (Teir1), เทียร์ 2 (Teir2) และเทียร์ 3 (Teir3) การคำนวณแบบเทียร์ 1 คือการคำนวณตามวิธีการในคู่มือ IPCC โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) อ้างอิงที่แนะนำในคู่มือ IPCC ส่วนข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ จะใช้ข้อมูลที่เก็บได้จากกิจกรรมการทำงาน การคำนวณวิธีนี้จะนำมาใช้คำนวณสำหรับประเทศที่ยังมีค่าการปล่อยไม่สมบูรณ์เพียงพอ ส่วนในแบบเทียร์ 2 จะเป็นการคำนวณในภาคที่ใช้ค่าข้อมูลการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะของประเทศ ซึ่งการได้มาของค่าดังกล่าวมาจากการศึกษาและวิจัยภายใต้สภาวะและเงื่อนไขของประเทศนั้น ๆ โดยให้ผลการคำนวณที่แม่นยำมากกว่าระดับเทียร์ 1 และการคำนวณในแบบเทียร์ 3 จะเป็นวิธีการที่พัฒนามาจากการคำนวณในระดับเทียร์ 2 โดยมีวิธีการคำนวณที่เป็นเอกลักษณ์ของประเทศ ข้อมูลมีความโปร่งใส มีความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ มีข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ

2.1.1 ภาคพลังงาน

การคำนวณในภาคพลังงานของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะเป็นการคำนวณการปล่อยจากการเผาไหม้ในเครื่องจักรอุตสาหกรรม โดยจะกล่าวถึงประเภทของอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังภาพที่ 2.4 เป็นการแบ่งประเภทของกลุ่มการปล่อยในภาคพลังงาน, วิธีการคำนวณ, ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณ, การพิจารณาเลือกระดับความยากง่ายของวิธีการคำนวณในระดับเทียร์ต่าง ๆ และค่าการปล่อยที่แนะนำสำหรับแต่ละอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.4

ประเภทของภาคพลังงานที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ที่มา: 2006 IPCC Guideline Volume 2

การเลือกวิธีคำนวณขึ้นอยู่กับข้อมูลกิจกรรม (ปริมาณการใช้พลังงาน), การได้มาซึ่งข้อมูล และค่าการปล่อย ซึ่งข้อมูลการใช้พลังงานจะเป็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด และนำมาคิดในหน่วยค่าความร้อนเทระจูล (TJ) โดยการเลือกระดับความยากง่ายในการคำนวณในละดับเทียร์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

ระดับเทียร์ 1 คือการคำนวณการปล่อยขั้นต้น ซึ่งการคำนวณจะใช้ข้อมูลกิจกรรมที่เก็บได้จากการทำงาน, ทำการคำนวณตามวิธีการในคู่มือ IPCC และเลือกใช้ค่าการปล่อยจะตามคำแนะนำในคู่มือ ดังสมการที่ 1

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง x ค่าการปล่อย (1)

ระดับเทียร์ 2 คือการคำนวณในขั้นที่ 2 โดยจะใช้ค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศซึ่งจะให้ผลการคำนวณแม่นยำมากกว่าระดับเทียร์ 1 ซึ่งค่า Emission Factor ของประเทศเป็นค่าที่ได้มาจากการศึกษา, วิจัยภายใต้สภาวะและเงื่อนไขของประเทศนั้น ๆ เช่นปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง, ค่าคาร์บอนออกซิเดชั่นแฟคเตอร์, คุณภาพของเชื้อเพลิง รวมไปถึงเทคโนโลยีที่ใช้ ดังสมการที่ 2

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง x ค่าการปล่อยของประเทศ (2)

ระดับเทียร์ 3 คือการคำนวณขั้นสูงสุดโดยจะเป็นการพัฒนามาจากระดับเทียร์ 2 โดยศึกษาถึงประเภท และองค์ประกอบของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด, เทคโนโลยีที่ใช้, สภาวะการทำงาน, คุณภาพของระบบซ่อมบำรุง และอายุการใช้งานของเครื่องมือ โดยข้อมูลที่ได้จะมีความโปร่งใส, มีความถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์ และมีข้อมูลที่ชัดเจน โดยได้มาจากการอ้างอิงผลงานทางวิชาการ และงานวิจัยของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน

ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิง x ค่าการปล่อยตามเทคโนโลยีของประเทศ (3)

2.1.2 **ภาคของเสีย** (Waste)

การคำนวณในภาคของเสียที่เกี่ยวข้องกับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร คือ การกำจัดขยะมูลฝอย การบำบัดน้ำเสียและการกำจัด โดยมีระดับการคำนวณ 3 ระดับเหมือนกับภาคพลังงาน คือ เทียร์ 1, เทียร์ 2 และเทียร์ 3

เนื่องจาก IPCC จะเป็นการคิดแบบ Gate to Gate ทำให้การคำนวณในหัวข้อขยะมูลฝอยไม่มีการนำมาคิดเพราะ ของเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุทางการเกษตร ซึ่งทางโรงงานจะขายให้แก่เกษตรกร หรือนำไปทิ้งกับขยะเทศบาลจึงเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้เกิดขึ้นภายในโรงงาน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การคำนวณน้ำเสียอุตสาหกรรมจะเป็นการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นหลัก เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียนั้นจะผลิตก๊าซมีเทนจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และแสดงในหน่วยของ COD โดยมีสมการการคำนวณดังนี้

$$CH_4 \text{ Emission} = \sum[(TOW_i - S_i)EF_i - R_i] \quad (4)$$

ปริมาณก๊าซมีเทน (CH_4 Emission) = ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในปีที่คำนวณ, (กก.มีเทน/ปี)

TOW_i = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในปีที่คำนวณ, (กก. COD/ปี)

i = ภาคอุตสาหกรรม

S_i = องค์ประกอบสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายเป็นสลัดจ์ในปีที่คำนวณ, (กก. COD/ปี)

EF_i = ค่าการปล่อยของโรงงานอุตสาหกรรม, (กก.มีเทน/กก. COD)

R_i = ปริมาณก๊าซมีเทนที่นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตในปีที่คำนวณ, (กก. มีเทน/ปี)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 7 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน 249215
เลขเรียกหนังสือ

ค่า TOW_i สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$TOW_i = P_i \times W_i \times COD \quad (5)$$

TOW_i = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในปีที่คำนวณ,ภาคอุตสาหกรรม, (กก. COD/ปี)

i = ภาคอุตสาหกรรม

P_i = ปริมาณผลิตภัณฑ์ของแต่ละภาคอุตสาหกรรม (ตัน/ปี)

W_i = ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (ลบ.ม./ตัน$_{ผลิตภัณฑ์}$)

COD_i = ปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำ, (กก.COD/ลบ.ม.)

และค่าการปล่อยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EF_j = B_o \times MCF_j \quad (6)$$

EF_j = ค่าการปล่อยของระบบบำบัดแต่ละระบบโรงงานอุตสาหกรรม, (กก.มีเทน/กก. COD)

j = ระบบบำบัด

B_o = ค่าสูงสุดในการเกิดก๊าซมีเทน, (กก.มีเทน/กก. COD)

MCF_j = แฟคเตอร์การปล่อยก๊าซมีเทน (สัดส่วน)

ซึ่งการคำนวณในระดับเทียร์ 1 จะใช้ค่าแนะนำทั้งข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยตามคู่มือ IPCC ส่วนในระดับเทียร์ 2 จะใช้วิธีการคำนวณเหมือนกับเทียร์ 1 แต่แตกต่างกันที่ข้อมูลกิจกรรม และค่าการปล่อยจะเป็นค่าเฉพาะของประเทศ และการคำนวณในระดับเทียร์ 3 มีวิธีการคำนวณเหมือนกับ 2 วิธีข้างต้น แต่ใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อย ของการจัดการน้ำเสียแต่ละประเภทตามระบบการจัดการน้ำเสียแต่ละแห่งในประเทศ ตารางที่ 2.2 ค่าแนะนำ Methane Correction Factor สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำไปใช้คำนวณค่าการปล่อยของภาคกิจกรรมน้ำเสีย

ตารางที่ 2.2

ค่าแนะนำแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซมีเทนสำหรับน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม

ขนิดของระบบบำบัด และการกำจัดหรือกระบวนการ	คำอธิบาย	แฟคเตอร์การปล่อยก๊าซมีเทน	ช่วง
ไม่มีการบำบัด			
ปล่อยลงสู่ทะเล, แม่น้ำ และลำคลอง	แม่น้ำที่มีภาระสารอินทรีย์สูงและอาจเกิดเป็นภาวะไร้อากาศ, อย่างไรก็ตามไม่ได้ทำการพิจารณา	0.1	0 - 0.2
มีการบำบัด			
ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ (การจัดการที่สมบูรณ์)	การจัดการที่ดี ก๊าซมีเทนเพียงเล็กน้อยที่สามารถแพร่ออกจากบ่อบำบัดหรือถังหมัก.	0	0 - 0.1
ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ	การจัดการที่ไม่ดี มีภาระสูง	0.3	0.2 - 0.4
ระบบบำบัดแบบไร้อากาศย่อยสลายด้วยสลัดจ์	ก๊าซมีเทนที่นำกลับไปใช้ไม่มีการพิจารณา	0.8	0.8 - 1.0
ถังหมักไร้อากาศแบบ UASB ฟิล์มตรึง	ก๊าซมีเทนที่นำกลับไปใช้ไม่มีการพิจารณา	0.8	0.8 - 1.0
บ่อหมักไร้อากาศแบบ Shallow lagoon	ความลึกไม่น้อยกว่า 2 ม., ใช้ค่าแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ	0.2	0 - 0.3
บ่อหมักไร้อากาศแบบ Deep lagoon	ความลึกไม่น้อยกว่า 2 ม.	0.8	0.8 - 1.0

ที่มา: 2006 IPCC Guideline Volume 5

2.2 ค่าการปล่อยที่จำเป็นในการคำนวณ

การเลือกใช้ค่าการปล่อยมีความสำคัญต่อการคำนวณ เนื่องจากการให้ผลการคำนวณที่มีความถูกต้องและแม่นยำจำเป็นต้องเลือกใช้ค่าการปล่อยในระดับเทียร์ที่สูงขึ้นกว่าค่าการปล่อยที่แนะนำในคู่มือ IPCC ตารางที่ 2.3 เป็นการเปรียบเทียบค่าการปล่อยระหว่างค่าแนะนำ

ตามคู่มือ IPCC กับค่าแนะนำตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตปริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ขององค์กรค์บริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO)

ตารางที่ 2.3

ค่าการปล่อยตามคู่มือขององกรค์บริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และค่าการปล่อยตามคู่มือ IPCC

ชนิดของแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**ค่า Emission Factor ตามคู่มือของ TGO**	**ค่า Default Emission Factor ตามคู่มือ IPCC**
พลังงานไฟฟ้า	0.5610 kg.CO_2/kWh **[1]**	-
พลังงานเชื้อเพลิง, หน่วยเป็น kg.CO_2/TJ		
น้ำมันเตา	92,600 **[1]**	77,400 **[2]**
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)	61,200 **[1]**	63,100 **[2]**
ไม้/เศษไม้	-	112,000 **[2]**
เชื้อเพลิงชีวมวล (Bio-Mass)	-	100,000 **[2]**
ก๊าซชีวภาพ (Biogas)	-	54,600 **[2]**
น้ำเสีย, หน่วยเป็น kg.CH_4/kg.COD หรือ kg.CH_4/kg.BOD	0.012 **[1]**	
- ปล่อยลงสู่ทะเล, แม่น้ำ และลำคลอง (ไม่มีการบำบัด)		0.025 **[3]**
- ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ (การจัดการที่สมบูรณ์)		0 **[3]**
- ระบบบำบัดแบบใช้อากาศ (ภาระสูง)		0.075 **[3]**
- ระบบบำบัดแบบไร้อากาศย่อยสลายด้วยสลัดจ์		0.20 **[3]**
- ถังหมักไร้อากาศแบบ UASB ฟิล์มตรึง		0.20 **[3]**
- บ่อหมักไร้อากาศแบบ Shallow lagoon (ลึกเกิน 2 ม.)		0.05 **[3]**
- บ่อหมักไร้อากาศแบบ Deep lagoon (ลึกเกิน 2 ม.)		0.20 **[3]**

[1] คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553

[2] 2006 IPCC Guideline Volume 2

[3] 2006 IPCC Guideline Volume 5

การเลือกใช้ค่าการปล่อยในการศึกษานี้จะเลือกใช้ค่าของ IPCC เนื่องจากค่าการปล่อยของ TGO เป็นค่าการปล่อยที่ประเมินตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจให้ผลการคำนวณที่คลาดเคลื่อน ยกเว้นค่าการปล่อยในภาคกิจกรรมไฟฟ้าที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศซึ่งทาง IPCC ไม่ได้กำหนดค่าแนะนำให้เลือกใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉันฐิสา เกศมณี (2540) ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม 11 ประเภท ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ปูนขาว กระจก กระดาษ เหล็ก ปิโตรเคมี ขนมปัง เบียร์ ไวน์ สุรา และการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากการขยายตัวทางอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วของประเทศไทย ทำให้เกิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น และยังส่งผลกระทบให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น การศึกษาอาศัยจากข้อมูลการผลิตในปี ค.ศ. 1990 และคำนวณตามวิธีการใน IPCC พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากอุตสาหกรรมข้างต้นมีปริมาณทั้งสิ้นประมาณ 17 ล้านตัน แบ่งเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 16.39 ล้านตัน ก๊าซมีเทน 315 ตัน และ VOC 122 ตัน โดยอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์มีปริมาณการปล่อยสูงสุด (9 ล้านตัน) รองลงมาได้แก่ การผลิตปูนขาว เยื่อกระดาษ กระจก เหล็ก และขนมปัง สำหรับอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม สุรามีปริมาณการปล่อยมากที่สุด รองลงมาคือเบียร์ และไวน์ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการประเมินแนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ.1995-2001 เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละ อุตสาหกรรมในช่วงปี ค.ศ.1990-1994 ซึ่งมีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี โดยปูนซีเมนต์มีอัตราเพิ่มขึ้น 9.3 % ปูนขาว 59.84 % กระจก 44.88 % กระดาษ 59.38 % เหล็ก 60.67 % ปิโตรเคมี 60 % ขนมปัง 60.23 % เบียร์ 60.38 % ไวน์ 74.89 % สุรา 60.03 % และการพ่นสีรถยนต์ 60.18 % จากการประเมินแนวโน้มจะเห็นได้ว่าในแต่ละปีจะมีปริมาณก๊าซเรือน

กระจกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผู้ประกอบกิจการในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ควรมีการเอาใจใส่ปรับปรุง แก้ไข และพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว

จุฑารัตน์ บุญแก้ว (2542) ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับภาคการขนส่งในประเทศไทย โดยทำการศึกษาข้อมูลในปี 2537 โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อสนับสนุนอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประเทศไทยเป็นสมาชิกและต้องจัดทำบัญชีการปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.การคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมในกระบวนการขนส่งของประเทศไทยตามแนวทางการคำนวณของ IPCC ปี 1996 และ 2.การเขียนโปรแกรมในการประมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมในกระบวนการขนส่ง จากการคำนวณพบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีปริมาณการปล่อย ถึง 40,355.7 Gg. รองลงมาได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ สารอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทน ไนโตรเจนออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ โดยมีปริมาณการปล่อย 2,437.2 Gg. 1,397.8 Gg. 323.5 Gg. 14.1 Gg. และ 1.7 Gg. ตามลำดับ และภาคการขนส่งที่มีการปล่อยสูงสุดคือ การขนส่งทางถนน รองลงมาได้แก่ การขนส่งทางอากาศ การขนส่งทางรถไฟ และการขนส่งทางน้ำ ตามลำดับ ซึ่งการจัดทำโปรแกรมจะทำให้เกิดความสะดวกในการคำนวณ ประหยัดเวลาในการจัดทำบัญชีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีต่อไป และสามารถทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ปีปริมาณเชื้อเพลิงแยกตามชนิดของรถ จำนวนรถ และค่า Emission Factor เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้คำนวณมีความทันสมัย

Architrandi Priambodo, S. Kumar (2000) ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กถึงขนาดกลางในประเทศอินโดนีเซีย เนื่องจากการใช้พลังงานและทรัพยากรของกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทนี้เป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพส่งผลให้เกิดมลพิษและปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ การคัดเลือกโรงงานตัวอย่างโดยการประเมินข้อมูลจากแบบสอบถาม และการทำ Energy audits และได้คัดเลือกโรงงานจำนวน 73 โรงงานจาก 9 จังหวัด โดยแบ่งเป็น 7 กลุ่มอุตสาหกรรมได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและ

เครื่องดื่ม อุตสหกรรมสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์จากไม้ อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ (รวมถึงสิ่งพิมพ์และหนังสือพิมพ์) อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมแร่ที่ไม่ใช่เหล็ก (เซรามิก) และอุตสาหกรรมเหล็ก (รวมถึงกลุ่มอุตสาหกรรมหล่อเหล็ก) การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การศึกษาทางด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ทำการศึกษาเฉพาะการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้า) การใช้พลังงานจะทำการพิจารณาจาก 2 วิธีการคือ 1.) Specific energy consumption (SEC) หรือปริมาณการใช้พลังงานต่อปี/ปริมาณการผลิตต่อปี และ 2.)Energy intensity (EI) หรือปริมาณการใช้พลังงานต่อปี/มูลค่าต่อปี การพิจารณาทั้ง 2 วิธีให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันคือกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มมีค่า EI สูงที่สุด ส่วนอุตสหรรมสิ่งทอมีค่า EI ต่ำที่สุด แต่ถ้าพิจารณาด้วยวิธีการ SEC อุตสาหกรรมสิ่งทอจะเป็นอุตสหกรรมที่มีค่า SEC สูงที่สุด ผลลัพธ์ที่แตกต่างทำให้การพิจารณาต้องมีความระมัดระวังและให้ความสำคัญกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่การใช้พลังงานที่สูงก็จะทำให้สินค้าที่มีมูลค่าสูงด้วยเช่นกัน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทำการคำนวณตามแนวทางในคู่มือ IPCC 1995 โดยใช้ข้อมูลจากการทำ Energy audits และคำนวณค่าการปล่อยเป็นค่าการปล่อยเฉพาะของแต่ละโรงงาน โดยการปล่อยส่วนใหญ่มาจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมเคมี ผลิตภัณฑ์จากไม้ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมแร่ที่ไม่ใช่เหล็ก และ อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ ตามลำดับ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 366,000 ตันCO_2 จาก 46 ล้านตันCO_2 ของการปล่อยในภาคอุตสาหกรรมของประเทศอินโดนีเซียในปี 1993

ชาติ เจียมไชยศรีและคณะ (2548) ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการประเมินศักยภาพ และอัตราการแพร่ระบายของก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยในประเทศไทย เพื่อเป็นการหาแนวทางในการลดการแพร่กระจายของก๊าซมีเทน หรือนำก๊าซกลับมาใช้ประโยชน์ โดยทำการประเมินและเปรียบเทียบวิธีคำนวณของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 1997), U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) และการตรวจวัดในภาคสนาม ซึ่งวิธีการประเมิน 3 วิธีข้างต้นมีความแตกต่างกันคือ 1.) วิธีของ IPCC เป็นการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนทั้งหมดที่ได้

จากการย่อยสลายมูลฝอยที่นำมากำจัดในปีที่คำนวณ ไม่ได้คิดถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซมีเทนตามช่วงเวลาของการฝังกลบ และไม่คิดปริมาณก๊าซมีเทนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยกำหนดเงื่อนไขสัดส่วนคาร์บอนที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (DOC) = 0.12, สัดส่วนที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพ (DOC_F) = 0.77 และสัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพเท่ากับ (F) = 0.55 วิธีที่ 2.) ทำการประเมินโดยใช้โปรแกรม LandGEM ของ USEPA จะกำหนดให้การย่อยสลายมูลฝอยและการเกิดก๊าซเป็นปฏิกิริยาลำดับที่ 1 และคำนวณจากปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดในพื้นที่กำจัดมูลฝอยจนถึงปัจจุบันของแต่ละพื้นที่ ศักยภาพของการเกิดก๊าซมีเทนจากมูลฝอย (L_o) = 170 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมูลฝอย ค่าคงที่ของการเกิดก๊าซมีเทน (k) เท่ากับ 0.02 ต่อปี และนำมาประเมินเป็นอัตราการผลิตก๊าซมีเทนทั้งหมด ส่วนวิธีที่ 3.) ทำการประเมินจากกล่องวัดอัตราการแพร่กระจายแบบปิด เป็นการวัดอัตราการแพร่ระบายของก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และจากกองมูลฝอยกลางแจ้ง ผลการประเมินการปล่อยจากวิธีของ IPCC ได้ค่าการปล่อยเท่ากับ 138.9 กิกะกรัมต่อปี แบ่งเป็นก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบ 102.1 กิกะกรัมต่อปี และจากกองมูลฝอยกลางแจ้ง 36.8 กิกะกรัมต่อปี วิธีของ USEPA ได้ค่าการปล่อยเท่ากับ 94.6 กิกะกรัมต่อปี โดยมาจากพื้นที่ฝังกลบ 69.6 กิกะกรัมต่อปี และกองมูลฝอยกลางแจ้ง 25.0 กิกะกรัมต่อปี และในวิธีที่ 3 ได้ค่าการปล่อยเฉลี่ยของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยเท่ากับ 22.89 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และจากกองมูลฝอยกลางแจ้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.98 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเมื่อนำข้อมูลข้างต้นมาเป็นฐานในการคำนวณหาอัตราการแพร่ระบายของก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยทั้ง 142 แห่งได้เท่ากับ 64.3 กิกะกรัมต่อปี จะเห็นได้ว่าผลมีความใกล้เคียงกับการประเมินด้วยโปรแกรม LandGEM โดยค่าที่คำนวณได้เป็นการประเมินในเบื้องต้น เนื่องจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยแต่ละแห่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านลักษณะสมบัติมูลฝอย สภาพภูมิอากาศ วิธีการกำจัดมูลฝอย อายุของพื้นที่ รวมทั้งการเคลื่อนที่ของก๊าซในบริเวณพื้นที่ฝังกลบหรือกองมูลฝอย ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณก๊าซที่แพร่ระบายจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันหากจะทำการประเมินอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอย ควรทำโดยวิธีการตรวจวัดให้ใกล้เคียงกับปริมาณที่เกิดขึ้นจริง มีการเพิ่มการตรวจวัดในภาคสนาม ทำการประเมินอัตราการแพร่ระบายของก๊าซจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยและกองมูลฝอยกลางแจ้งที่มีอายุแตกต่างกัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอัตราการแพร่ระบายของก๊าซมีเทนตามระยะเวลา

Thi Bich Thao Pham et al. (2008), ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของโรงงานผลิตไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรม (ที่ไม่ใช่โรงงานผลิตไฟฟ้า) ในประเทศไทย โดยค่าการปล่อยที่ใช้คำนวณอ้างอิงจาก US EPA's Compilation of Air Pollutants เพื่อใช้คำนวณโรงงานผลิตไฟฟ้าที่มีขนาด $\geq$ 300 MW โดยพิจารณาในรูปแบบ Bottom-up สำหรับโรงงานผลิตไฟฟ้าขนาด <300 MW และโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ค่าการปล่อยตามคู่มือ IPCC 1997 และพิจารณาแบบ Semi-bottom-up การประเมินการปล่อยแบ่งออกเป็นการปล่อยในแต่ละภูมิภาค ผลที่ได้จากการประเมินสามารสรุปโดยรวมได้ดังนี้ โรงงานผลิตไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อย $107.9x10^3$ tonNO_2, $146.2x10^3$ tonSO_2, $6.1x10^3$ tonNMVOC, $47.0x10^3$ tonCO, $1.8x10^3$ tonNH_3, $1.5x10^3$ tonOC และ $1.5x10^3$ tonBC ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณการปล่อย $111.4x10^3$ tonNO_2, $476.9x10^3$ tonSO_2, $33.4x10^3$ tonNMVOC, $193.1x10^3$ tonCO, $1.6x10^3$ tonNH_3, $8.5x10^3$ tonOC และ $8.0x10^3$ tonBC โดยกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยสูงสุดได้แก่ อาหาร, เคมี และโลหะอัลลอยด์ ตามลำดับ และภูมิภาคที่มีการปล่อยสูงสุดได้แก่เขตภาคกลาง, ภาคตะวันออก ตามลำดับ