สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงการประเมินบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ประเทศไทย

กรกมล เสกขวัฒนวงศ์
นิติพงษ์ แพนทิพย์

วิศว.
ก 1521
ส550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83209
วัน,เดือน,ปี.....- 6 ส.ค. 2551
b 119 b2422
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF EMISSIONS INVENTORY OF AIR POLLUTANTS FROM INDUSTRIAL SECTOR IN THAILAND

KORNKAMOL SAKAWATANAVONG

NITIPONG PANTIP

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	**การปรับปรุงการประเมินบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ประเทศไทย**
โดย	**นางสาวกรกมล เสกขวัฒนวงศ์**
	นายนิติพงษ์ แพนทิพย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	**ดร.นริศรา ทองบุญชู**

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ดร.นริศรา ทองบุญชู)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. ประกอบ กิจไชยา)

.....กรรมการ
(อ. รื่นฤดี เบญจางคประเสริฐ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การปรับปรุงการประเมินบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ประเทศไทย
โดย	นางสาวกรกมล เสกขวัฒนวงศ์ รหัสประจำตัว 47010014
	นายนิติพงษ์ แพนทิพย์ รหัสประจำตัว 47010383
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู
ปริญญานิพนธ์	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี
	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ประเทศไทยของงานก่อนหน้านี้ โดยใช้วิธีขยายข้อมูลโดยอ้างอิงจากจำนวนแรงม้าและ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ได้จากโรงงานประเภทเดียวกัน ใช้ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงรวมจากกรมธุรกิจพลังงานแยกตามประเภทเชื้อเพลิงและอุตสาหกรรมเป็นค่าขอบเขต ค่าการปลดปล่อยทั้งปีของไนโตรเจนออกไซด์(NO_X) และคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) จากอุตสาหกรรมตกแต่งผิวมีค่ามากที่สุดที่ 133.3 และ 35.4 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ โรงไฟฟ้าเป็นแหล่งการปลดปล่อยหลักของซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_X) และฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน(PM_{10})ที่ 157.2 และ 405.1 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมเคมีจะเป็นแหล่งการปลดปล่อยหลักของสารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOC) ที่อัตรา 34.0 กิโลตันต่อปี เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยแยกตามภูมิภาค พบว่าภาคตะวันออกจะเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ NO_X และ VOC ที่ 124.4 และ 7.6 กิโลตันต่อปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งการปลดปล่อยหลักของ SO_X และ PM_{10} ที่อัตรา 114.8 และ 289.5 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นแหล่งกำนิดหลักของ CO ที่อัตรา 49.6 กิโลตันต่อปี แหล่งกำเนิดหลักของมลพิษทางอากาศมาจาก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคตะวันออกที่ปริมาณ 451.3 369.7 และ 285.5 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากแหล่งอื่นๆพบว่า ข้อมูลที่ได้จากการปรับปรุงนี้มีค่าใกล้เคียงกับงานอื่นๆมากกว่างานที่ได้ก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Improvement of Emissions Inventory of Air Pollutants from Industrial Sector in Thailand		
By	Miss Kornkamol	Sakawatanavong	ID 47010014
	Mr. Nitipong	Pantip	ID 47010383
Advisor	Dr. Narisara	Thongboonchoo	
Report for	Bachelor of Chemical Engineering		
	Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering		
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang		

Abstract

This Project improved emissions inventory of air pollutants from industrial section in Thailand from previous study. The inventory data were extrapolated based on horse power of each plant and energy consumption obtained from Department of Alternative Energy Development and efficiency in the same category. The total energy consumption for each fuel type and industrial type from Department of energy business were used as bounded value. The annual NO_X and CO emissions from finishing process were the most at 133.3 and 35.4 kton/year , respectively. The Power Plant are major contributor of SO_X and PM_{10} at 157.2 and 405.1 kton/year while Chemical Industries are main sources of VOC at emission rate 34.0 kton/year. When considered the emissions by regions , the eastern region is a major source of NO_X and VOC at 124.4, 7.6 kton/year, respectively. The northeastern region is a main contributor of SO_X and PM_{10} at rate 114.8 and 289.5 kton/year, respectively. The Bangkok metropolitan and neighbor provinces are major sources of CO at rate 49.6 kton/year. The major source of air pollutants are from the northeastern region , Bangkok metropolitan and neighbor province and eastern region at 451.3, 369.7, 285.5 kton/year , respectively. When compared the data with other works, the data from this inventory are closer to other works than the previous work.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์จากผู้ที่มีรายนามดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณบรรดาคณาจารย์ทุกท่านของผู้ทำปริญญานิพนธ์นี้ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ด้วยดีตลอดมา

ปริญญานิพนธ์นี้จะสำเร็จไปไม่ได้เลยถ้าไม่ได้รับการปรับแก้คำ แนะนำ การสั่งสอนด้วยความอดทนยิ่งจาก ดร.นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์นี้

ขอบคุณนายวิวัฒน์ อิทธิกุสุมาลย์ นายจิรายุ จันทร์โชติ นายภวัต สุวรรณธนัช และนายวุฒิกร เตชะเวชเจริญ ที่ช่วยในการทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้อย่างราบรื่น

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้มีพระคุณสูงสุดในชีวิต คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้เขียนขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีสิ่งใดผิดพลาดประการใดผู้เขียนขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้

กรกมล เสกขวัฒนวงศ์

นิติพงษ์ แพนทิพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญรูป.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน.....2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎี.....3

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ.....3

2.2 สถานการณ์มลพิษในประเทศไทย.....5

2.3 การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษ.....8

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....14

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....16

3.1 การศึกษาข้อผิดพลาดของบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมยันเก่า.....16

3.2 ปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม.....17

บทที่ 4 ผลการปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศและการวิเคราะห์ผล.....23

4.1 บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม.....23

4.2 การเปรียบเทียบผลการประเมินมลพิษกับแหล่งข้อมูลอื่นๆ.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....28
5.1 สรุปผลของการปรับปรุงบัญชีปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย.....28
5.2 ข้อเสนอแนะ.....29
เอกสารอ้างอิง.....30
ภาคผนวก.....32
ภาคผนวก ก ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน.....33
ภาคผนวก ข ข้อมูลการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงานของกรมธุรกิจพลังงาน.....42
ภาคผนวก ค ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมิน.....44
ภาคผนวก ง ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรมและปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาค.....49
ภาคผนวก จ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดต่างๆและโรงงานอุตสาหกรรมแยกช่วงแรงม้า 10,000-100,000 hp..52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แนวโน้มฝุ่นรวมในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2529 – 2545..... 7
รูปที่ 2.2 แนวโน้มฝุ่นขนาดเล็กในกรุงเทพมหานคร ปี 2529 – 2545..... 7
รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบวิธีการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ..... 9
รูปที่ 3.1 การ Joint ข้อมูลสองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3..... 18
รูปที่ 3.2 ข้อมูลหลังจากการผนวกข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม..... 18
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของ
ข้อมูลจากหลังจากการผนวกข้อมูล..... 19
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของ
ข้อมูลหมวดอุตสาหกรรมเคมี..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป.....6
ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมที่รายงานโดยแหล่งข้อมูลต่างๆ.....21
ตารางที่ 3.2 การหาสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานระหว่างค่าของกรมธุรกิจพลังงาน
และปริมาณการใช้พลังงานหลังจากปรับค่าแล้ว.....22
ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม..... 24
ตารางที่ 4.2 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาค..... 25
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษรวมทั้งประเทศที่ประเมินได้กับข้อมูลของ
งานวิจัยต่างๆ.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การขยายตัวทางเศรษฐกิจ สังคม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการเพิ่มจำนวนประชากรของประเทศไทยที่เกิดขึ้นอย่างมากและรวดเร็วส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นมาก การใช้ทรัพยากรอย่างขาดการควบคุมอย่างเหมาะสมส่งผลให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่มีการใช้เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน อาทิ การผลิตและการขนส่ง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชนและก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ การควบคุมคุณภาพอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Inventory) เป็นการจัดการฐานข้อมูลที่รวบรวมตำแหน่งของแหล่งกำเนิด ชนิด และปริมาณของสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยที่สามารถแสดงการกระจายตัวของมลพิษ ที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมการปลดปล่อยของมลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษของปริญญานิพนธ์ที่ผ่านมาแล้วมีข้อผิดพลาดหลายประเด็น อีกทั้งยังใช้วิธีการประมาณแบบหยาบทำให้มีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จะทำการตรวจสอบและปรับปรุงข้อมูลทำการประมาณโดยวิธีการที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยใช้ฐานข้อมูลจากปี พ.ศ. 2548

1.2 วัตถุประสงค์

ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งอุตสาหกรรมในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1.3.1 ปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกิจกรรมการผลิตในประเทศไทยโดยใช้ฐานปี พ.ศ.2548 โดยสารมลพิษที่สนใจ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) แก๊สซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_x) ฝุ่นละออง (PM) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) สารระเหยเคมีอินทรีย์ (VOC)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 การศึกษาข้อผิดพลาดของบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมอันเก่า

1.4.2 การปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

1.4.3 สรุปและวิเคราะห์ผล

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นการเรียนรู้การปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษ

1.5.2 ทราบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของโรงงานทั่วประเทศ เพื่อให้ภาครัฐทำการแก้ไขปัญหามลพิษต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศที่มาจากหลายแหล่งกำเนิด เช่น อุตสาหกรรมและการคมนาคมขนส่ง ซึ่งปัญหามลพิษเหล่านี้ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ องค์ความรู้เกี่ยวกับการทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทย

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ [1]

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณมากพอและระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพมนุษย์ สัตว์ และพืช โดยประเภทและปริมาณของมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาจะแตกต่างกันตามประเภทของแหล่งกำเนิด

2.1.1 แหล่งกำเนิดของมลพิษ

โดยทั่วไปสามารถแบ่งแหล่งกำเนิดสารมลพิษตามประเภทของแหล่งกำเนิดได้เป็น 2 ประเภท คือแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า ภูเขาไฟระเบิด เป็นต้น และแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ได้ ซึ่งได้แก่ ยานพาหนะทั้งบนถนน และไม่ใช่บนถนน 2. แหล่งกำเนิดแบบจุด ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษจากการสันดาปเชื้อเพลิงและกระบวนการผลิต 3. แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษที่ไม่จัดให้อยู่ในแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ หรือแหล่งกำเนิดแบบจุดได้ เช่น แหล่งกำเนิดมลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงจากที่อยู่อาศัย การใช้ผลิตภัณฑ์สีและสารเคลือบผิว เป็นต้น เนื่องจากแหล่งกำเนิดแบบจุดหรือโรงงานอุตสาหกรรมมีจำนวนมากโดยก่อให้เกิดมลพิษ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้นในปริญญานิพนธ์นี้จะมุ่งเน้นไปที่แหล่งปลดปล่อยนี้เป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประเภทของสารมลพิษอากาศ [1-3]

สารมลพิษอากาศสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

1. สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ

เป็นสารมลพิษที่เกิดขึ้นและถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ และเถ้า เป็นต้น

2. สารมลพิษอากาศทุติยภูมิ

เป็นสารมลพิษที่ไม่ได้เกิดขึ้นหรือถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดๆ แต่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิด้วยกันเอง หรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น แก๊สโอโซนซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนและสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ในปริญญานิพนธ์นี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาหาปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยออกมา จำนวน 5 ชนิดดังนี้

1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์

เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ ถ้าเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ซึ่งแก๊สนี้เป็นพิษต่อคนและสัตว์เป็นอย่างมาก คือสามารถทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน อาจถึงแก่ชีวิตได้

2. ไฮโดรคาร์บอน

เป็นสารประกอบซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ โดยสารประกอบคาร์บอนทุกชนิดเป็นสารอินทรีย์ ยกเว้นออกไซด์ของคาร์บอน คาร์ไบด์และคาร์บอเนต เป็นแก๊สพิษที่มีกลิ่นเหม็น เมื่อได้รับสารเหล่านี้เข้าไปทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ เมื่อรวมตัวกับไนโตรเจนออกไซด์ จะทำให้เกิด Photochemical Smog ซึ่งเมื่อพืชได้รับสารนี้ในปริมาณความเข้มข้น 115 – 575 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.1–0.5 ppm) ในช่วงเวลานาน 8 –24 ชั่วโมง จะทำให้เกิดอันตรายต่อพืช

3. ออกไซด์ของไนโตรเจน

เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงอย่างไม่สมบูรณ์ของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม หรือเครื่องยนต์ในยานพาหนะ บางครั้งเรียกว่า น็อกซ์ แก๊สนี้จะมีผลต่อการทำลายเนื้อเยื่อในปอด ทำให้ทางเดินหายใจอักเสบ ซึ่งนอกจากจะมีผลโดยตรงต่อมนุษย์แล้ว ยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอื่น กล่าวคือ เมื่อรวมตัวกับไฮโดรคาร์บอนแล้วจะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Photochemical Smog มีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ผู้เป็นโรคหืดหอบมีอาการแพ้ง่ายขึ้น ออกไซด์ของไนโตรเจนที่สำคัญเช่น ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) เป็นต้น

4. ฝุ่นละออง

เป็นอนุภาคขนาดเล็ก ที่มีแหล่งกำเนิดทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ มีขนาดตั้งแต่ 0.01 ถึง 2000 ไมโครเมตร ฝุ่นละอองที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์คืออนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) และน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร ($PM_{2.5}$) เนื่องจากระบบทางเดินหายใจไม่สามารถป้องกันอนุภาคเหล่านี้ได้ ทำให้อนุภาคสามารถเข้าไปถึงปอดแล้วเกิดการสะสมทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

5. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหิน ในน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารกำมะถันเป็นองค์ประกอบและการถลุงแร่ ซึ่งมีผลต่อระบบประสาทและระบบหายใจ หากละลายน้ำจะกลายเป็นกรดซัลฟิวริค(Sulfuric acid; H_2SO_4) ซึ่งเป็นสาเหตุของฝนกรด และเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเกิดหมอกควัน (Smog)

2.2 สถานการณ์มลพิษในประเทศไทย [4,5]

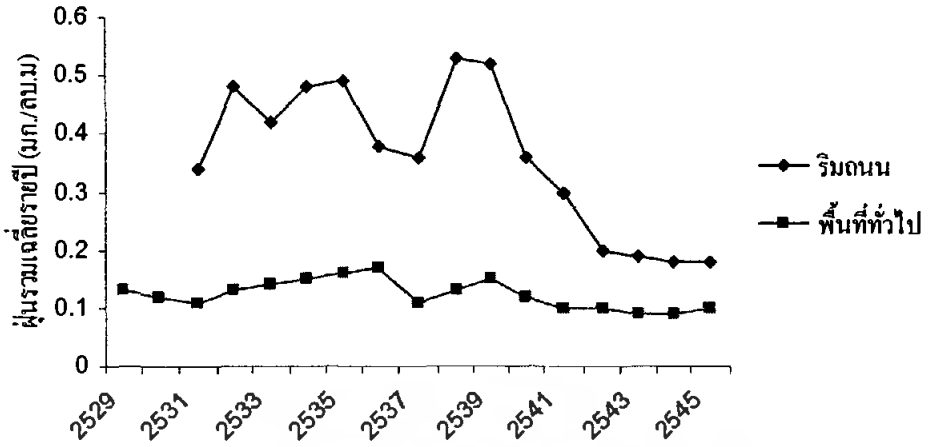
จากประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 28 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศโดยทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2 แนวโน้มความเข้มข้นเฉลี่ยต่อปีของฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่กรุงเทพมหานครดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 พบว่าโดยส่วนใหญ่ทั้งปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กยังเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศที่ระบุไว้ในตารางที่ 2.1 เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ยต่อปีจะเห็นว่าในช่วงปี พ.ศ. 2532-2540 ปริมาณฝุ่นริมถนนจะสูงเกิน 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หลังจากเกิดภาวะตกต่ำทางเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 25540 จะพบว่าปริมาณฝุ่นโดยรวมจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ปริมาณฝุ่นรวมในพื้นที่ทั่วไปไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับฝุ่นขนาดเล็กพบว่าแนวโน้มของปริมาณฝุ่นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 มีการเปลี่ยนแปลงตลอด แต่ในช่วงหลังจากปี พ.ศ. 2543 มีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณฝุ่นในพื้นที่ทั่วไปจะมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2545 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคุณภาพอากาศโดยรวมของกรุงเทพมหานครยังต้องมีการควบคุมและแก้ไขต่อไปเพื่อให้มีปริมาณการปลดปล่อยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

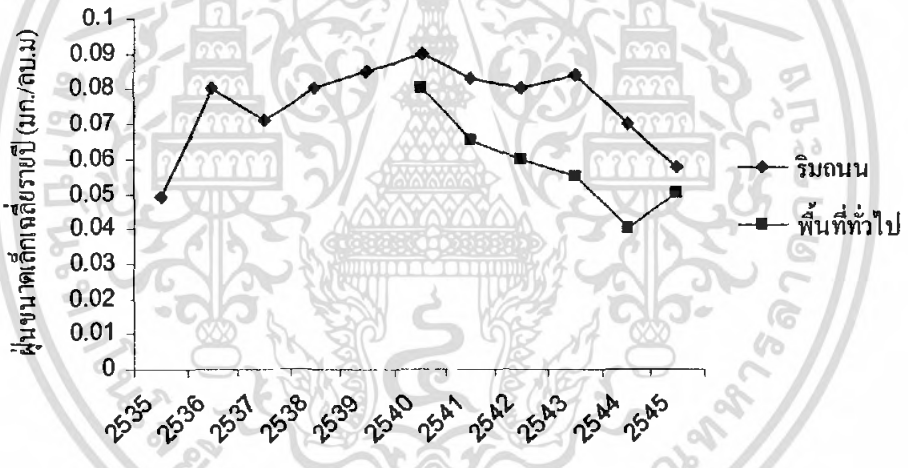
ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป [5]

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
2. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
3. แก๊สโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แนวโน้มฝุ่นรวมในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2529 – 2545 [4]



รูปที่ 2.2 แนวโน้มฝุ่นขนาดเล็กในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2535 – 2545 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

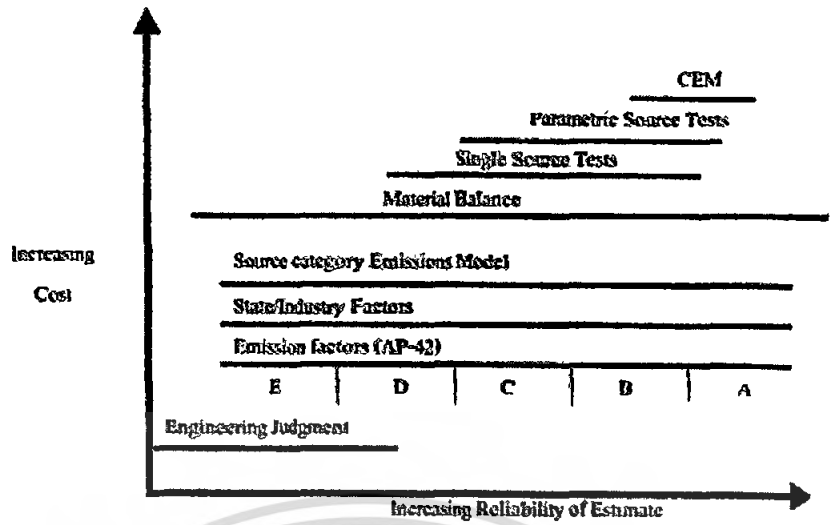
2.3 การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษ [1,6-9]

บัญชีการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Inventory) หมายถึง รายการสารมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยออกมาจำแนกตามแหล่งกำเนิด ภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยจะรวบรวมข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษจากชนิดของแหล่งกำเนิดต่างๆอาทิ แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ แหล่งกำเนิดแบบจุด และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่

บัญชีการปลดปล่อยมลพิษนั้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการจัดการมลพิษทางอากาศของผู้ที่มีอำนาจหน้าที่ในการควบคุมดูแลและป้องกันมลพิษ เพื่อใช้ในการวางแผนงานควบคุม รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้อีก เช่น การศึกษาผลกระทบต่อแหล่งกำเนิด การทำบัญชี การปลดปล่อยมลพิษในปัจจุบันได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญต่อการควบคุมมลพิษทางอากาศทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค ระดับประเทศหรือแม้ในระดับโลก ซึ่งหน่วยงานและองค์กรระหว่างประเทศจำนวนมากได้ให้ความสำคัญกับการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

การจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมีขั้นตอนสำคัญคือ การประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้งาน ลักษณะของมลพิษ ความถูกต้องแม่นยำและค่าใช้จ่าย รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการต่างๆในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยซึ่งผู้ประเมินต้องพิจารณาควบคู่กัน เพราะถ้าผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมมีมากจะต้องใช้การประเมินที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงแม้จะยุ่งยากหรือเสียค่าใช้จ่ายสูงก็ตาม หากข้อมูลมีผลกระทบต่อสิ่งต่างๆน้อยอาจไม่จำเป็นต้องใช้การประเมินอย่างละเอียดกับส่วนนี้มากเพราะไม่คุ้มค่ากับการลงทุนไป ดังนั้นการเลือกวิธีการประเมินการปลดปล่อยสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละแหล่ง ควรพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละวิธีการประเมินรวมทั้งเรื่องค่าใช้จ่ายในการประเมินและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบวิธีการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ [1]

ที่มา : U.S EPA AP-42, 1995

วิธีการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่ง่ายที่สุดคือการใช้ตัวคูณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ค่านี้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยมลพิษ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงในรูปของน้ำหนักมลพิษต่อหน่วยน้ำหนักหรือเวลาของการกิจกรรมที่ปลดปล่อยมลพิษ ซึ่งตัวคูณนี้มักใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดแต่ละแหล่งเพื่อใช้ในการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดมลพิษในพื้นที่ที่สนใจ นอกจากการใช้ตัวคูณแล้วอาจใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละโรงงาน ข้อมูลนี้ต้องการติดตามและตรวจสอบอย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดที่ถูกต้องกว่าการใช้ตัวคูณ แต่ข้อมูลที่ได้มาจากการตรวจสอบนั้นใช้ได้เฉพาะช่วงเวลาที่ทำการสำรวจเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการประเมินการปลดปล่อยในระยะยาวได้ ในกรณีที่ไม่สามารถได้ข้อมูลจากการตรวจวัดมลพิษจากแหล่งกำเนิดได้ วิธีต่อไปจะใช้ข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ เช่น ปริมาณการปลดปล่อยที่รับประกัน หรือข้อมูลตรวจวัดจริงของอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน และหากไม่มีข้อมูลดังกล่าวจึงจำเป็นใช้ตัวคูณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ แต่ต้องคำนึงถึงขีดจำกัดด้านความแม่นยำและความเสี่ยงจากการใช้ตัวคูณเทียบกับค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดในการใช้กับโรงงาน แม้การใช้ตัวคูณอาจจะไม่ใช่วิธีที่ไม่ถูกต้องที่สุด แต่ก็มีผู้ใช้วิธีนี้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษมากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายต่ำ และรวดเร็ว และยังเป็นที่ยอมรับให้ใช้ได้ ซึ่งในปัจจุบัน ก็มีการพัฒนาการใช้ตัวคูณให้มีการครอบคลุมของแหล่งกำเนิดและถูกต้องมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังทำให้มีการใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะหน่วยงานของรัฐจะต้องมีความรู้และสามารถใช้ตัวคูณมลพิษได้ แหล่งของข้อมูลตัวคูณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีดังนี้

1. World Health Organization, Assessment of Air, Water and Land Pollution

องค์กรอนามัยโลกได้ร่วมกับองค์กรอื่นๆของสหประชาชาติ 3 หน่วยงาน จัดทำคู่มือเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษอย่างง่ายและรวดเร็ว ซึ่งครอบคลุมแหล่งกำเนิดหลายแหล่งและมีตัวคูณมลพิษทางอากาศสำหรับแหล่งกำเนิด 9 ประเภทหลัก เอกสารฉบับนี้ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายและรวดเร็ว โดยต้องการข้อมูลที่จำเป็นและถูกต้อง

2. U.S. EPA, AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors

องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา ที่ได้จัดทำเอกสารค่าตัวคูณนี้ขึ้นโดยมีรายละเอียดมาก เพื่อให้มีการประเมินค่าปริมาณการปลดปล่อยมลพิษมีความถูกต้องมากที่สุด ทั้งนี้การใช้ค่าตัวคูณให้ถูกต้องจะต้องทราบรายละเอียดของลักษณะแหล่งกำเนิดนั้นๆ

3. European Environmental Agency, Emission Inventory Guidebook

องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธ์ยุโรป ได้จัดทำคู่มือฉบับนี้โดยมีผลบังคับใช้สำหรับประเทศสมาชิก และประเทศสมาชิกจะต้องรายงานปริมาณการปลดปล่อยมลพิษโดยยึดหลักตามวิธีในคู่มือ โดยมีจุดประสงค์ในการจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศซึ่งสามารถแพร่กระจายได้ไกลและมีผลกระทบต่อทวีปยุโรป

4. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory

องค์กรของสหประชาชาติ ได้จัดทำบัญชีแก๊สเรือนกระจกแห่งชาติ เพื่อให้แต่ละประเทศนำไปจัดทำบัญชีไปในรูปแบบเดียวกัน และทำทั้งโลกเพื่อที่จะได้ข้อมูลบัญชีแก๊สเรือนกระจกของทุกประเทศทั่วโลกเพื่อทำการศึกษาผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน

โดยทั่วไปสมการที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสามารถแสดงดังสมการที่ (2.1)

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \qquad (2.1)$$

เมื่อ E = ปริมาณการปล่อยมลพิษ

A = อัตราการทำกิจกรรม

EF = ตัวคูณปริมาณการปลดปล่อย

ER = ประสิทธิภาพการควบคุมมลพิษ, %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ(E) ได้จากผลคูณของอัตราการทำกิจกรรม(A) โดยในปริญญานิพนธ์นี้คือ อัตราการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม กับค่าปัจจัยการปลดปล่อย(EF)ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิง เทคโนโลยีการเผาไหม้และอื่นๆ ส่วน ER คือประสิทธิภาพในการควบคุมมลพิษหรือประสิทธิภาพในการบำบัดมลพิษของอุปกรณ์ที่ใช้ดักจับอากาศเสีย ซึ่งการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจะต้องคำนึงถึงปัจจัยนี้ด้วย เนื่องจากการใช้อุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ ถ้าแตกต่างกันก็จะทำให้มีมลพิษที่ปลดปล่อยแตกต่างกันด้วย

ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษของแต่ละแหล่งกำเนิดจะมีความแตกต่างกัน แม้จะเป็นโรงงานประเภทเดียวกันแต่มีความแตกต่างของลักษณะกระบวนการผลิต ระบบควบคุมมลพิษ และชนิดของสารมลพิษตัวคูณที่ใช้ก็ต้องแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนการใช้ตัวคูณในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยแหล่งกำเนิดใดๆ ผู้ใช้ควรศึกษาข้อมูลเอกสารและเทคโนโลยีล่าสุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัย

สำหรับการทำบัญชีการปลดปล่อยในประเทศไทยเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการกำหนดมาตรการการควบคุมมลพิษทางอากาศและงานอื่นเช่น การกำหนดนโยบายด้านพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทน ได้จัดพิมพ์รายงานพลังงานของประเทศไทยทุกปี และประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากการใช้พลังงานของประเทศในแต่ละปี ซึ่งข้อมูลเหล่านี้แสดงถึงภาพรวมของปริมาณการปลดปล่อยของประเทศ วิธีการประเมินแบบหยาบ (*Top down approach*) สามารถนำมาใช้การควบคุมโดยรวมได้แต่ไม่มีความละเอียดพอ จึงต้องประเมินแบบละเอียด (*Bottom up approach*) โดยการประเมินปริมาณการปลดปล่อยของสารมลพิษแต่ละแหล่งแล้วนำข้อมูลมารวมกันให้เป็นปริมาณการปลดปล่อยรวมของเมืองหรือประเทศนั้นๆ บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทยที่ได้เคยจัดทำขึ้นมีรายละเอียดดังนี้

1. ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2535 จัดทำโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2537 ได้ศึกษาฐานข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของยานพาหนะและอุตสาหกรรมในกรุงเทพ สำหรับปีดังกล่าว โดยสารมลพิษที่สนใจคือ NO_x SO_2 CO และ ฝุ่นละอองแขวนลอยในอากาศ
2. ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 ได้จัดทำแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในเมืองใหญ่ 11 เมือง และเขตควบคุมมลพิษ 2 เขต จัดทำโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2539 ได้ทำการประเมินปริมาณการปลดปล่อย NO_x และ SO_2 จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดต่างๆ ได้แก่ โรงงานไฟฟ้า ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่งและแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ โดยใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยจาก AP-42

3. โครงการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540 จัดทำโดย บริษัทซีดอม จำกัด ในปี พ.ศ. 2543 ได้ทำการปรับปรุงในปี ค.ศ. 2000 โดยกรมควบคุมมลพิษ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม

ส่วนวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในระดับภูมิภาคได้แก่

- พฤกษ์ พงศ์พฤกษา [6] (2003) ได้ทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดสารไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์ของกรุงเทพและปริมณฑล โดยศึกษาแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ เคลื่อนที่ และแบบจุด พบว่ามีไนโตรเจนออกไซด์ปลดปล่อยออกมาในพื้นที่ที่ศึกษา 191,581 ตันต่อปีโดยมาจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือ แหล่งกำเนิดแบบจุด และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ ส่วนสารไฮโดรคาร์บอนจะปลดปล่อยออกมาที่ปริมาณ 456,851 ตันต่อปีโดยมาจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ และแหล่งกำเนิดแบบจุดตามลำดับ

- มนคล ตรีกิจจานนท์ [8] (2002) ได้คำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตไฟฟ้า พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด ในประเทศไทย มีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการเพิ่มของกำลังการผลิต ยกเว้น กรณีแก๊ส SO_2 และ SPM ซึ่งมีแนวโน้มคงที่

- เอกชัยสุทธิ ลักษณ์ [9] (2002) ได้จัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลนำเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพอากาศในบรรยากาศภายในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี พบว่ามลพิษที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่คือ ฝุ่นละอองแขวนลอย และอุตสาหกรรมที่ปลดปล่อยสารดังกล่าวมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมเครื่องยนต์ และเมื่อเปรียบเทียบเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศ พบว่าการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ มีแนวโน้มที่จะยังคงต่ำกว่าค่ามาตรฐานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากปริญญานิพนธ์ได้มุ่งไปที่การทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม จึงอธิบายวิธีการทำบัญชีการปลดปล่อยมลพิษดังนี้

2.3.1 การทำบัญชีมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม [1, 2]

มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการสันดาปเชื้อเพลิงและอื่นๆ แต่การประเมินครั้งนี้จะอธิบายเฉพาะมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการสันดาปเชื้อเพลิงเท่านั้น

บัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นบัญชีที่แสดงการปลดปล่อยมลพิษซึ่งได้มาจากข้อมูลกิจกรรมต่างๆอาทิ ประเภทเชื้อเพลิง สถานที่และแหล่งกำเนิดที่ปลดปล่อยมลพิษนั้น ปริมาณการปลดปล่อยของมลพิษต่างๆ ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษนั้นๆ ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยของสารแต่ละชนิดจะคำนวณตามสมการ (2.2)

$$E = EF \times A \times (1 - \eta) \tag{2.2}$$

เมื่อ E คือ การปลดปล่อย (กิโลกรัม)

EF คือ ค่าปัจจัยการปลดปล่อย (กิโลกรัมต่อตันน้ำมันดิบ)

A คือ การใช้เชื้อเพลิง (ตันน้ำมันดิบ)

η คือ ประสิทธิภาพการกำจัด

ซึ่งเห็นได้ว่าปริมาณการปลดปล่อยจะขึ้นกับค่าปัจจัยการปลดปล่อย การใช้เชื้อเพลิง และประสิทธิภาพการกำจัดของอุปกรณ์ควบคุม สำหรับข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้จากรวบรวมข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน ซึ่งได้ทำการสำรวจข้อมูลของโรงงานควบคุมจากแบบสำรวจตามมาตรการโรงงานควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมปี พ.ศ. 2540 ซึ่งโรงงานควบคุมต้องตอบแบบสำรวจทุก 6 เดือน ข้อมูลที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลพื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรมที่แบ่งประเภทตามมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย (Thai Standard Industry Classification: TSIC) และข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ ส่วนค่าปัจจัยการปลดปล่อย ซึ่งส่วนใหญ่จะได้จากการวัดหรือจากงานวิจัย ข้อมูลค่าปัจจัยการปลดปล่อยแสดงดังตารางที่ ค.1 ภาคผนวก ค ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดของอุปกรณ์ควบคุม เช่น ไซโคลน เครื่องกำจัดฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต จะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของอุปกรณ์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Mohit Dalvi et al.,(2005) [10] ได้พัฒนาบัญชีการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ในประเทศอินเดีย โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยการแบ่งตามพื้นที่ (gridding) ด้วยสเกลขนาดใหญ่ มีความละเอียด 1× 1 องศา ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลประมาณ 13% การกริดนี้แยกการลงข้อมูลการปลดปล่อยลงในกริดตามแหล่งกำเนิดของการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์จากลักษณะการเผาไหม้ ซึ่งการปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ของประเทศอินเดียในปีค.ศ.2001 มีค่า 69 เทระกรัมต่อปี

Guoliang Cao, Xiaoye Zhang และ Fangcheng Zheng , (2006) [11] ได้ร่วมกันทำบัญชีการปลดปล่อยแบบความละเอียดสูงของแบล็คคาร์บอนและคาร์บอนประเภทอินทรีย์ของประเทศจีน ในปีค.ศ. 2000 โดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่ได้มาจากหน่วยงานรัฐบาลต่างๆของประเทศจีน แล้วแบ่งข้อมูลตามการปลดปล่อยจากการใช้เชื้อเพลิงตามสาขาเศรษฐกิจต่างๆ ได้แก่ อุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า การขนส่ง ครัวเรือน และการเผาไหม้ชีวมวล จากนั้นนำข้อมูลการปลดปล่อยมาแสดงค่าการกระจายโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยการแบ่งตามพื้นที่ (gridding) ที่มีความละเอียด 0.2×0.2 องศา ค่าการปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดแบบจุดขนาดใหญ่ทั้งหมดกระบุไว้ในตารางของกริดตามแหล่งกำเนิดที่ตั้งอยู่ จะพบว่าการกระจายตัวของการปลดปล่อยจะมีความหนาแน่นทางตะวันออกมากกว่าทางตะวันตกของจีน และค่าการปลดปล่อยนี้ยังแปรเปลี่ยนตามฤดูกาลด้วย

J.-H. Woo et al.,(2002) [12] ได้พัฒนาวิธีการปลดปล่อยของโลกในปัจจุบัน และผลกระทบของการวิเคราะห์การแสดงแบบทางเคมี ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลการปลดปล่อยแหล่งกำเนิดแบบจุดขนาดใหญ่ ข้อมูลการปลดปล่อยจากภูเขาไฟ จำนวนประชากร เส้นทางการเดินรถและเรือ และข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแหล่งต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นี้มาแสดงค่าการกระจาย โดยการกริดแบบแบ่งตามแหล่งกำเนิด

J.-H. Woo et al.,(2002) [13] ได้พัฒนาบัญชีการปลดปล่อยและผลกระทบของซัลเฟอร์ของเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าที่เอเชียตะวันออกการปลดปล่อย SO_x NO_x NO_x จากดิน N_2O และ NH_3 ที่แบ่งตามเขตการจัดการและชนิดของแหล่งกำเนิด โดยที่ประเทศจีนมีการปลดปล่อยมากที่สุดในทุกๆประเภท แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่มีการปลดปล่อย SO_x และ NO_x มากที่สุด ส่วนแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่จะปลดปล่อย NO_x มากที่สุด แหล่งกำเนิดแบบจุดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ทางตอนกลางถึงตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของประเทศจีน ทางใต้และภาคกลางทางตะวันตกของเกาหลีใต้ และทางตะวันออกของญี่ปุ่น พบว่าแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ของ SO_x จะมีแบบแผนคล้ายกับความหนาแน่นของประชากร ในขณะที่ NH_3 จะพบมากในพื้นดินที่ใช้อยู่อาศัย นำค่าการปลดปล่อยที่รวบรวมได้ทั้งหมดไปแปลงข้อมูลเพื่อนำไปแสดงค่าการกระจายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้การแบ่งแบบพื้นที่ในการแสดงการกระจายตัวของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

การปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษในปริญญานิพนธ์นี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินเป็น 2 ขั้นตอนคือ การศึกษาข้อผิดพลาดของบัญชีการปลดปล่อยอันเก่า และปรับปรุงบัญชีปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

3.1 การศึกษาข้อผิดพลาดของบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมอันเก่า

จากการศึกษาบัญชีการปลดปล่อยเดิมที่ทำโดย อุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และไอริน เศรษฐโชคีก [2] พบว่า บัญชีการปลดปล่อยดังกล่าวนำข้อมูลการใช้พลังงานจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานของโรงงาน 1,346 โรง มาแปลงให้เป็นตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จากนั้นแยกข้อมูลเป็นรายจังหวัดและแบ่งข้อมูลปริมาณพลังงานที่ใช้ซึ่งมีการกระจายค่าตั้งแต่ 0-10,000,000 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เป็นช่วงตามสเกลลอกการิทึม เพื่อหาสัดส่วนของจำนวนโรงงานที่มีการใช้พลังงานในช่วงนั้นๆ จากนั้นขยายข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลจำนวนโรงงานจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยนำจำนวนโรงงานทั้งหมดในแต่ละจังหวัด มาคูณด้วยสัดส่วนดังกล่าว เพื่อให้ได้จำนวนโรงงานตามขนาดปริมาณการใช้พลังงาน จากนั้นจะคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานรวม โดยนำค่าต่ำสุดของการใช้พลังงานในแต่ละช่วงคูณด้วยจำนวนโรงงาน โดยได้มีการสอบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดกับข้อมูลการซื้อขายน้ำมันเตา 600 เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นการขยายข้อมูลอย่างหยาบโดยใช้ข้อมูลจำนวนโรงงานเพียงอย่างเดียวซึ่งอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละประเภทนั้นมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังไม่ได้ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานรวมประเภทอื่นๆมาอ้างอิงในการขยายข้อมูล ทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง นอกจากนี้ยังพบว่ามีความผิดพลาดในการนับจำนวนโรงงานหลังจากแบ่งจำนวนโรงงานตามปริมาณการใช้พลังงาน ทำให้ได้ข้อมูลจำนวนโรงงานเป็น 2,876 โรง แต่จำนวนโรงงานจริงมีเพียง 1,346 โรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

การประเมินปริมาณการปลดปล่อยของสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ในปริญญานิพนธ์นี้มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การเรียบเรียงข้อมูล

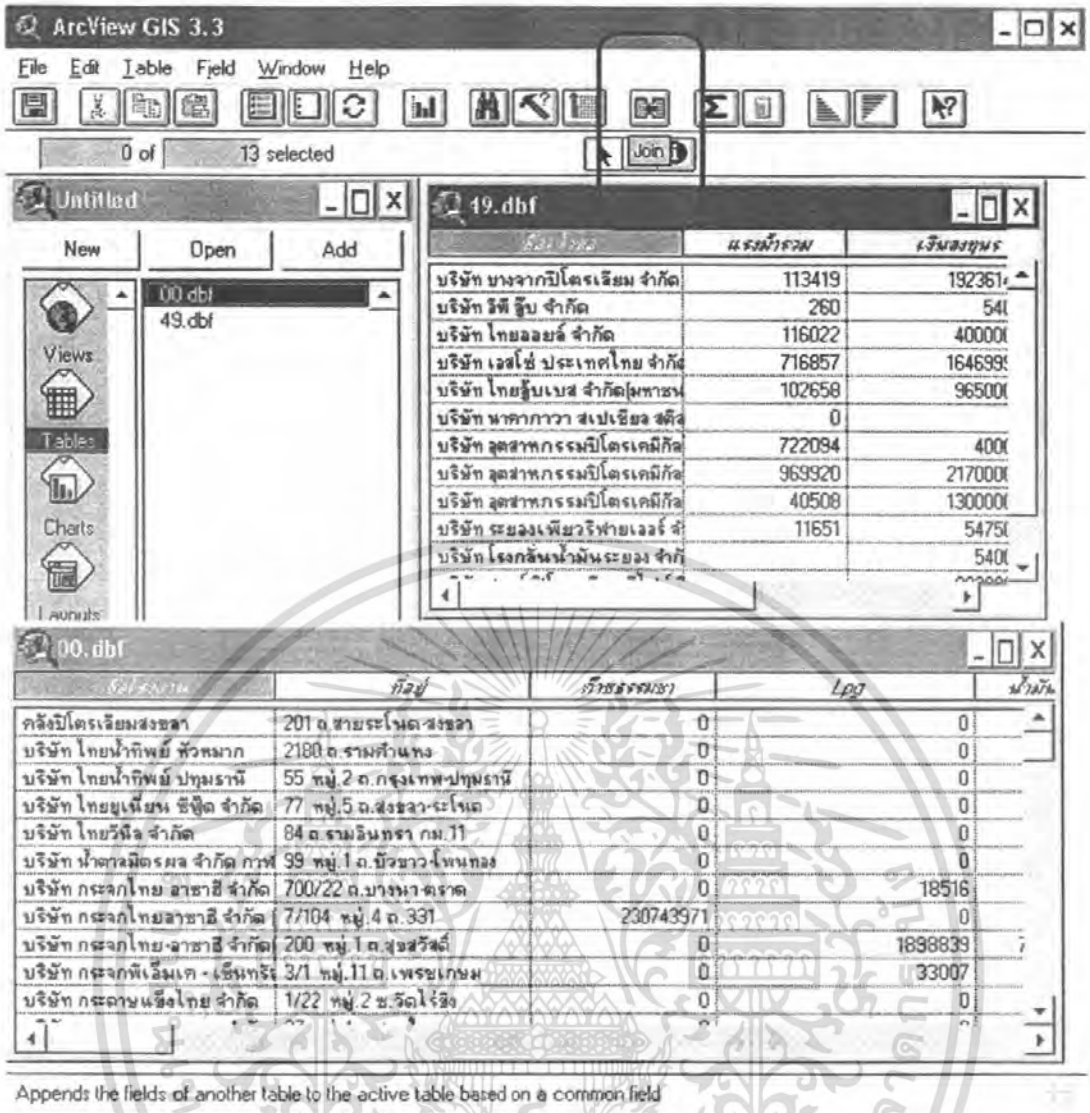
โดยการนำข้อมูลการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2548 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานของโรงงานจำนวน 1,346 โรง มาจัดเรียงตามชื่อโรงงาน แยกข้อมูลตามชนิดของเชื้อเพลิง แล้วแปลงให้อยู่ในหน่วยตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

3.2.2 การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูล

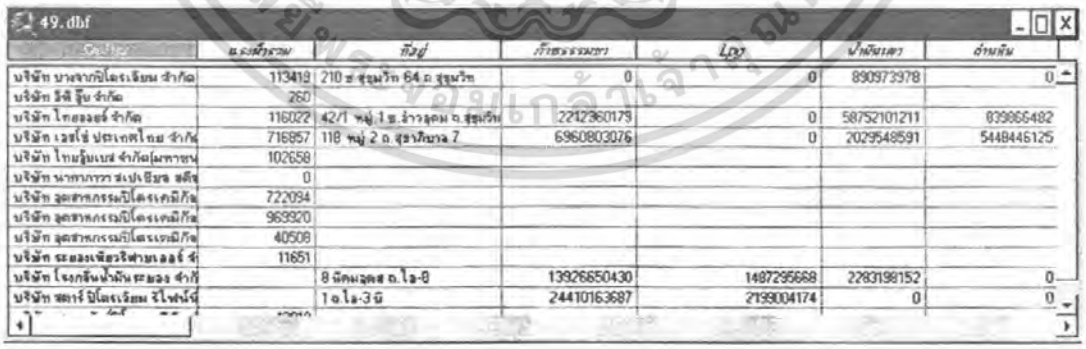
เนื่องจากการขยายข้อมูลโดยวิธีเดิมจะอาศัยเพียงข้อมูลการใช้พลังงานและจำนวนโรงงาน แต่การศึกษาครั้งนี้จึงได้พยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกับ กรมโรงงานอุตสาหกรรม [14] โดยการนำข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ ชื่อโรงงาน ที่อยู่ และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทเชื้อเพลิง และข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้แก่ ชื่อโรงงาน ที่อยู่ แรงม้า และประเภทกิจการ มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ฐานข้อมูล (Database file) จากนั้นใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 มาใช้ในการผนวกข้อมูล (joint) การใช้เชื้อเพลิงจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ลงไปสู่ไฟล์ข้อมูลของกรมโรงงาน ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะทำการดึงข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ถ่ายมาใส่ยังข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรมที่มีชื่อโรงงานตรงกัน

โดยจะผนวกข้อมูลแยกตามประเภทของอุตสาหกรรม ซึ่งทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้จำแนกออกเป็น 107 ประเภท ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างของการผนวกข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 แสดงในรูปที่ 3.1 โดยการนำข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกกรม (49.dbf) และข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (00.dbf) เข้าสู่โปรแกรม จากนั้นทำการ join ไฟล์ข้อมูลทั้งสองเข้าด้วยกันโดยการเลือกที่ชื่อเจ้าของโรงงานกับชื่อโรงงาน ซึ่งหลังจากทำการ join แล้วข้อมูลการใช้พลังงานจากไฟล์ 00.dbf จะถ่ายเข้าสู่ไฟล์ 49.dbf ดังแสดงในรูปที่ 3.2

83209
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



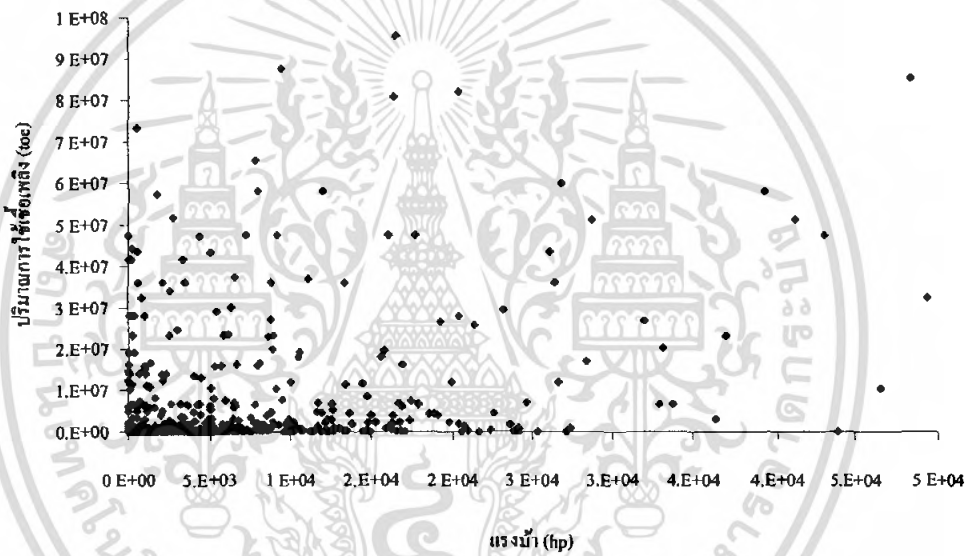
รูปที่ 3.1 การ Joint ข้อมูลสองข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3



รูปที่ 3.2 ข้อมูลหลังจากการผนวกข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม

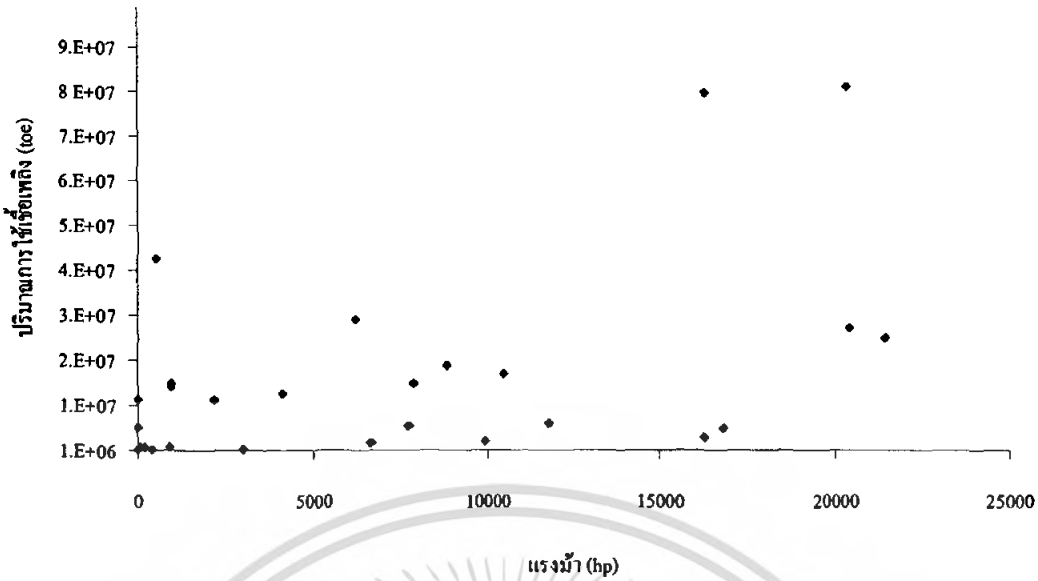
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นได้นำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแรงม้าและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 3.3 พบว่าข้อมูลมีลักษณะกระจัดกระจาย ทำให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองได้ จากนั้นจึงพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแรงม้ารวมกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแยกตามประเภทอุตสาหกรรม รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมเคมี พบว่าข้อมูลกระจัดกระจายและไม่มีความสัมพันธ์เช่นกัน อาจเป็นเพราะว่าข้อมูลดิบที่มีอยู่ในประเภทนี้มีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนโรงงานทั้งหมด และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าวในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ผลที่ได้ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ดังแสดงในภาคผนวก จ รูปที่ จ.2



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ารวมกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของของโรงงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมเคมี

อย่างไรก็ตามจากการศึกษางานวิจัยจากต่างประเทศ อาทิ Texas Emission Reduction Plan (TERP) [7] พบว่าได้มีการคำนวณการปลดปล่อยจากจำนวนแรงม้าของโรงงาน โดยใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยจาก EPA AP42, ส่วนในเรื่องของ 3.3 Gasoline and Diesel Industrial Engines คูณเข้ากับแรงม้าและจำนวนชั่วโมงที่เครื่องจักรทำงานในรอบหนึ่งปี ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการนำแรงม้ามาคำนวณหาปริมาณการปลดปล่อยมีความเป็นไปได้ ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จะขยายข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมาคำนวณค่าปัจจัยการปลดปล่อย

ก่อนที่จะทำการขยายข้อมูลก็ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลดิบที่ได้จากแบบสอบถามเทียบกับการซื้อขายเชื้อเพลิงในส่วนของภาคอุตสาหกรรมจากกรมธุรกิจพลังงานและจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน[15]ดังแสดงในตารางที่ 3.1 พบว่าข้อมูลดิบที่ได้มาจากการตอบแบบสอบถามจากโรงงานต่างๆ สูงกว่าข้อมูลของซื้อขายเชื้อเพลิงทั้งประเทศกว่า 2 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูลการใช้พลังงานระดับประเทศจากกรมธุรกิจพลังงานและกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานมีค่าใกล้เคียงกันจึงเลือกที่จะใช้ข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงานเป็นขอบเขตในการขยายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรมที่รายงานโดยแหล่งข้อมูลต่างๆ

แหล่งข้อมูล	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปี 2548 (กิโลตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(แบบสอบถาม)	37,932
กรมธุรกิจพลังงาน	17,895
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทั่วประเทศ	22,641

3.2.3 การขยายข้อมูล

ทำโดยนำข้อมูลการใช้พลังงานมาหาอัตราส่วนเทียบกับจำนวนแรงม้าของโรงงานในแต่ละหมวด จากนั้นนำอัตราส่วนดังกล่าวไปคูณกับข้อมูลจำนวนแรงม้าของโรงงานในหมวดเดียวกัน เพื่อคำนวณหาการใช้พลังงานในหน่วย ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จากนั้นนำค่าปริมาณการใช้พลังงานทั้ง 45 ชนิดที่ขยายข้อมูลแล้ว มาจัดเป็น 4 กลุ่ม เนื่องจากข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงานมีการจัดเป็น กลุ่มถ่านหิน กลุ่มน้ำมันสำเร็จรูป กลุ่มแก๊สธรรมชาติ และ กลุ่มฟืนและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แล้วนำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวมของทั้ง 4 กลุ่มนั้น ไปเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงานของกรมธุรกิจพลังงาน เพื่อหาสัดส่วนของการใช้พลังงานที่ได้จากการขยายข้อมูลเทียบกับข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงจริง จากนั้นนำค่าสัดส่วนดังกล่าวไปปรับเทียบค่าให้ปริมาณการใช้พลังงานให้ใกล้เคียงกับค่าปริมาณการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งสัดส่วนการใช้พลังงานและปริมาณการใช้พลังงานหลังจากปรับค่าแล้วแสดงดังตารางที่ 3.2

3.2.4 การเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อย

เมื่อได้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดที่ขยายค่าแล้ว นำมาหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษ โดยการคูณกับค่าปัจจัยการปลดปล่อย จากโปรแกรม ICLEI-HEAT และ CACP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่รวบรวมข้อมูลปัจจัยการปลดปล่อยจากแหล่งต่างๆไว้ในรูปของซีดีรอม ในหน่วยกิโลกรัมต่อตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งปริญญานิพนธ์เลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยแบบไม่คำนึงถึงเทคโนโลยีการกำจัดมลพิษ ดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานระหว่างค่าของกรมธุรกิจพลังงาน และปริมาณการใช้พลังงานหลังจากปรับค่าแล้ว

ชนิดพลังงาน	ปริมาณการใช้พลังงาน ของกรมธุรกิจพลังงาน (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)	ปริมาณการใช้พลังงานของข้อมูลที่ขยายค่า (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)	ปริมาณการใช้พลังงานหลังจากปรับค่า (ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)	สัดส่วนที่ใช้เปรียบเทียบ
ถ่านหิน	6,757,000	27,018,343,329,877	6,756,990	2.50089×10^{-7}
น้ำมันสำเร็จรูป	3,779,000	7,962,947,468,123	3,779,000	4.74573×10^{-7}
แก๊สธรรมชาติ	1,977,000	26,577,669,293,495,200	1,977,001	7.43858×10^{-11}
ฟืนและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	5,382,000	13,848,141,224,321	5,381,997	3.88644×10^{-7}
รวม	17,895,000	26,626,498,725,517,500	17,894,988	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ และการวิเคราะห์ผล

ผลจากการปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษในครั้งนี้จะอภิปรายออกเป็น 2 ส่วนคือ ปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรม และการเปรียบเทียบกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถืออื่นๆ

4.1 ปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรม

จากการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยรวม พบว่า มีการปลดปล่อยทั้งหมด 1,305 กิโลตันต่อปี โดยมี PM_{10} ออกมามากที่สุดเท่ากับ 664.2 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือ NO_X SO_X CO และ VOC มีปริมาณ 300.8 218.2 105.4 และ 16.7 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ

4.1.1 การพิจารณาการปลดปล่อยแยกตามสาขาทางอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาแยกตามสาขาทางอุตสาหกรรม พบว่าการปลดปล่อย NO_X มากที่สุดมาจาก อุตสาหกรรมประเภทอื่นๆคืออุตสาหกรรมตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่ 133.3 กิโลตันต่อปี รองลงมาคืออุตสาหกรรมเคมี และไฟฟ้า มีปริมาณ 89.3 และ 43.2 กิโลตันต่อปีตามลำดับ โรงงานไฟฟ้ามีการปลดปล่อย SO_X มากที่สุดที่ 157.2 กิโลตันต่อปี ส่วนอุตสาหกรรมที่ปลดปล่อย SO_X รองลงมาคืออุตสาหกรรมเคมีและอาหารในปริมาณ 34.0 และ 7.1 กิโลตันต่อปีตามลำดับ การปลดปล่อย VOC มากที่สุดมาจาก อุตสาหกรรมเคมีถึง 34.0 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือ อุตสาหกรรมอื่นๆและสิ่งทอที่ 9 และ 1.4 กิโลตันต่อปีตามลำดับ อุตสาหกรรมอื่นๆมีการปลดปล่อย CO มากที่สุด 35.4 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือ อุตสาหกรรมสิ่งทอและไฟฟ้าที่ 32.2 และ 9.1 กิโลตันต่อปีตามลำดับ อุตสาหกรรมไฟฟ้ามีการปลดปล่อย PM_{10} มากที่สุด 405.1 กิโลตันต่อ รองลงมาคืออุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ มีปริมาณ 179.6 และ 31.3 กิโลตันต่อปีตามลำดับ

เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าโรงฟ้าฟ้า มีการปลดปล่อยโดยรวมสูงที่สุด 620.4 กิโลตันต่อปี รองลงมาคืออุตสาหกรรมกระดาษและอุตสาหกรรมอื่นๆ มีปริมาณการปลดปล่อย 205.5 และ 200.2 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่อุตสาหกรรมเหล่านี้มีการใช้เชื้อเพลิงประเภท ถ่านหิน ลิกไนต์ และ น้ำมันเตาเป็นส่วนใหญ่ โดยเชื้อเพลิงเหล่านี้จะปลดปล่อยมลพิษออกมาอย่างมากในการสันดาป ดังนั้น มาตรการที่ควรใช้ควบคุมมลพิษจากโรงงานเหล่านี้คือ ส่งเสริมให้โรงงานเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เชื้อเพลิงประเภทแก๊สธรรมชาติในการสันดาปแทน เพราะเชื้อเพลิงประเภทนี้สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ จึงมีมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาจากการสันดาปน้อย

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อย (กิโลตันต่อปี)					
	NO_x	SO_x	VOC	CO	PM_{10}	รวม
กระดาษ	15.3	7.8	0.2	2.7	179.6	205.5
เคมี	89.3	34.0	4.9	20.1	23.8	172.2
ไฟฟ้า	48.2	157.2	0.7	9.1	405.1	620.4
ไม้	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
โลหะมูลฐาน	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3
สิ่งทอ	9.6	0.9	1.4	32.2	31.3	75.5
อโลหะ	1.0	2.6	0.0	0.1	4.6	8.3
อาหาร เครื่องดื่ม และ ยาสูบ	3.8	10.1	0.4	5.6	3.0	22.9
อุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วน	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
อื่นๆ	133.3	5.5	9.0	35.4	16.9	200.2
รวม	**300.8**	**218.2**	**16.7**	**105.4**	**664.2**	**1305.3**

4.1.2 การพิจารณาการปลดปล่อยแยกตามภูมิภาค

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาแยกภูมิภาค พบว่าการปลดปล่อย NO_x มากที่สุดมาจากภาคตะวันออกที่ 124.4 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ 95.2 และ 36.9 กิโลตันต่อปีตามลำดับ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อย SO_x มากที่สุด 114.8 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคตะวันออกที่ 33.9 และ 32.1 กิโลตันต่อปีตามลำดับ การปลดปล่อย VOC มากที่สุดมาจาก ภาคตะวันออก 7.6 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคกลางที่ 6 และ 2.1 กิโลตันต่อปีตามลำดับ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการปลดปล่อย CO มากที่สุดที่ 49.6 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือภาคตะวันออกและภาคกลางที่ 31.8 และ 11.5 กิโลตันต่อปีตามลำดับ ภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อย PM_{10} มากที่สุด 289.5 กิโลตันต่อ รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคตะวันออกที่ 185.0 และ 89.6 กิโลตันต่อปีตามลำดับ

เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อยโดยรวมสูงที่สุดถึง 451.3 กิโลตัน รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และ ภาคตะวันออก มีปริมาณการปลดปล่อย 369.7 และ 285.5 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่อุตสาหกรรมในภาคต่างๆเหล่านี้มีการใช้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมันดีเซล และ น้ำมันเตาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นควรใช้มาตรการจากโรงงานเหล่านี้ในการควบคุมมลพิษเช่นเดียวกับที่อภิปรายไว้ในหัวข้อ 4.1.1

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาค

ภาค	ปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อย (กิโลตันต่อปี)					
	NO_X	SO_X	VOC	CO	PM_{10}	รวม
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	95.2	33.9	6.0	49.6	185.0	369.7
ภาคเหนือ	5.7	11.4	0.3	2.7	27.9	132.7
ภาคกลาง	36.8	21.8	2.1	11.5	60.5	285.5
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	36.9	114.8	0.7	9.4	289.5	451.3
ภาคตะวันออก	124.4	32.1	7.6	31.8	89.6	47.9
ภาคใต้	1.7	4.2	0.1	0.4	11.7	18.1
รวม	**300.7**	**218.2**	**16.7**	**105.4**	**664.2**	**1305.2**

4.2 การเปรียบเทียบผลการประเมินมลพิษกับแหล่งข้อมูลอื่นๆ

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและน่าเชื่อถือของผลการประเมินในครั้งนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากงานอื่น โดยได้ทำการเปรียบเทียบกับบัญชีการปลดปล่อย 5 แหล่งคือ

1. บัญชีการปลดปล่อยเดิมของอุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และไอริน เศรษฐโชดึก [2]
2. บัญชีของโครงการ NASA-TRACE-P
3. บัญชีการปลดปล่อยของกรมควบคุมมลพิษ
4. บัญชีการปลดปล่อยของ JICA (Japan International Cooperation Agency)
5. บัญชีการปลดของชัชวาลและPHAM [8]

David Street ได้จัดทำบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษในประเทศต่างๆ ในแถบทวีปเอเชีย รวมถึงประเทศไทย สำหรับโครงการ NASA-TRACE-P โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2543 เป็นข้อมูลปีฐานในการจัดทำนี้ โดยมีข้อมูลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งในที่นี้จะใช้แทนในการเปรียบเทียบกับซัลเฟอร์ออกไซด์ที่ได้จากการประเมินในครั้งนี้ ส่วนข้อมูลของสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งเป็นสองส่วน คือ สารประกอบอินทรีย์ระเหยที่ไม่รวมมีเทน (Non Methane Volatile Organic Compounds: NMVOC) และรวมมีเทน (Methane: CH_4) ปริญญานิพนธ์นี้จะพิจารณาเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่ไม่รวมมีเทนเท่านั้น

กรมควบคุมมลพิษได้ทำงานวิจัยจัดทำบัญชีการปลดปล่อย โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2537เป็นข้อมูลปีฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้ ไม่มีข้อมูลสารประกอบอินทรีย์ระเหย และไม่มีข้อมูลของฝุ่นละออง จึงใช้ข้อมูลของฝุ่นรวม (Suspended Particulate Matter: SPM) แทน

JICA (Japan International Cooperation Agency) ได้วิจัยเกี่ยวกับบัญชีการปลดปล่อยมลพิษที่ก่อให้เกิดฝนกรด ที่มีฐานข้อมูลจากปี พ.ศ. 2546 ซึ่งมีข้อมูลเพียง ซัลเฟอร์ออกไซด์เท่านั้น

บัญชีการปลดปล่อยของ ชัชวาล และ PHAM ได้ทำงานวิจัยการปลดปล่อย โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2548 เป็นข้อมูลปีฐาน งานวิจัยนี้ได้ใช้แรงม้ามาคำนวณการปลดปล่อยโดยตรง ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวไม่มีข้อมูลของซัลเฟอร์ออกไซด์ จึงใช้ข้อมูลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์แทน อีกทั้งยังพบว่าไม่มีข้อมูลของสารประกอบอินทรีย์ระเหยจึงใช้ข้อมูลสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่ไม่รวมมีเทนแทน

ผลการเปรียบเทียบสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบบัญชีที่ปรับปรุงในปริญญานิพนธ์นี้แล้วกับบัญชีในปริญญานิพนธ์ของอุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และไอริน เศรษฐโชดึก พบว่าจะมีปริมาณสารที่ปลดปล่อยลดลงทุกสาร เนื่องจากบัญชีการปลดปล่อยเดิม ใช้วิธีขยายข้อมูลแบบหยาบ โดยไม่มีข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานรวมของประเทศในปีนั้นๆ อ้างอิง ทำให้ค่าการปลดปล่อยของมลพิษหลังจากการขยายข้อมูลด้วยวิธีเดิม มีปริมาณมากเกินความจริง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษกับบัญชีการปลดปล่อยอื่น พบว่าสารประกอบอินทรีย์ระเหยมีปริมาณแตกต่างมากที่สุด โดยมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากโครงการ TRACE-P มาก เนื่องจากการประเมินนี้ประเมินจากการใช้พลังงานเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้คำนึงถึงการปลดปล่อยจากกระบวนการผลิต ซึ่งการปลดปล่อยของสารอินทรีย์ระเหยจะมาจากกระบวนการการผลิตเป็นหลัก ในส่วนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่ามีค่าใกล้กับโครงการ JICA มากที่สุดและต่ำกว่าค่าของโครงการ TRACE-P และกรมควบคุมมลพิษมากเนื่องจากโครงการทั้งสองใช้ฐานข้อมูลเก่าและไม่ได้พิจารณาถึงเทคโนโลยีในการควบคุม ส่วน NO_xและ CO จะอยู่ระหว่างค่าของกรมควบคุมมลพิษและโครงการ TRACE-P แต่มีค่าใกล้เคียงกับค่าจาก JICA เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใช้ปีฐานใกล้เคียงกัน ซึ่งเน้นเฉพาะการศึกษามลพิษที่ก่อให้เกิดฝนกรด ส่วนฝุ่นละอองนั้นได้ค่าที่สูงกว่าค่าจากโครงการ TRACE-P และกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งจากงานวิจัยของ Thongboonchoo [16] ได้ทำการทดสอบข้อมูลจากแหล่งทั้งสองโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศพบว่าบัญชีการปลดปล่อยจากโครงการทั้งสองมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริงมาก จึงคาดว่าค่าที่ได้จากบัญชีการปลดปล่อยใหม่นี้น่าจะมีความใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าค่าของโครงการ TRACE-P และกรมควบคุมมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษรวมทั้งประเทศที่ประเมินได้กับข้อมูลของงานวิจัยต่างๆ (กิโลตันต่อปี)

ชนิดสารมลพิษ	ค่าที่ได้จากงานวิจัย (% ความแตกต่าง)					
	ปริญญานิพนธ์นี้ (2548)	ปริญญานิพนธ์ของ อุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และไอริน เศรษฐโชดึก (2548)	JICA (2546)	TRACE-P (2543)	กรมควบคุมมลพิษ (2537)	PHAM (2548)
NO_X	300.8	908 202%		1,197 292%	220 -37%	230.6 -23%
SO_X	218.2	2,510 1050%	321 47%	539 147%	1,301 497%	863.3 296%
VOC	16.7	71 325%		3,369 20073%		42.6 155%
CO	105.4	722 585%		363 244%	65 -162%	857.2 713%
PM_{10}	664.2	1,786 169%		28 -96%	38 -94%	542.2 -18%

* ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงปีฐาน

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของชัชวาลและPHAM [8] กับปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งใช้แรงม้าของโรงงานมาคำนวณการปลดปล่อยเหมือนกัน พบว่าค่า NO_X VOC PM_{10} มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ SO_X กับ CO มีค่าแตกต่างกันมาก โดยที่งานวิจัยของชัชวาลและPHAM เลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่มีความสัมพันธ์กับแรงม้าโดยตรง แต่ปริญญานิพนธ์นี้ใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงซึ่งได้มาจากการขยายข้อมูลโดยใช้แรงม้าเป็นตัวอ้างอิง ดังนั้นค่าที่ได้จากงานวิจัยทั้งสองจึงมีความแตกต่างกัน เนื่องจากเลือกใช้ค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่ใช้ตัวอ้างอิงต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของการปรับปรุงบัญชีปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทย

5.1.1 บัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของเดิมมีข้อบกพร่องเนื่องจาก การจัดเรียงข้อมูลมีการจัดเรียงข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีการนับจำนวนโรงงานผิดพลาด มีการใช้การขยายข้อมูลโดยใช้จำนวนโรงงานเพียงอย่างเดียว ทำให้ได้ผลการขยายข้อมูลที่หยาบ และสุดท้ายได้เลือกใช้หน่วยของค่าปัจจัยการปลดปล่อยที่ไม่เหมาะสม

5.1.2 การปรับปรุงบัญชีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ประเทศไทยในครั้งนี้ใช้วิธีการขยายข้อมูลแบบใหม่ คือ แบ่งโรงงานออกเป็น107ประเภท ตามกรมโรงงานอุตสาหกรรม ใช้จำนวนแรงม้าของแต่ละหมวดอ้างอิงในการขยายข้อมูล จากนั้นนำค่าที่ขยายข้อมูล มาปรับค่าให้ถูกต้อง โดยมีข้อมูลการใช้พลังงานของกรมธุรกิจพลังงานเป็นขอบเขตของข้อมูล ทำให้ค่าการปลดปล่อยมลพิษที่ปรับปรุงใหม่ มีค่าน่าเชื่อถือมากขึ้น

5.1.3 เมื่อพิจารณาปริมาณมลพิษแยกตามสาขาอุตสาหกรรมและภูมิภาคพบว่า

1. การปลดปล่อยมลพิษแยกตามสาขาทางอุตสาหกรรมโดยรวมพบว่าโรงไฟฟ้ามีการปลดปล่อยโดยรวมสูงที่สุด 620.4 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือ อุตสาหกรรมกระดาษและอุตสาหกรรมอื่นคืออุตสาหกรรมตกแต่งผลิตภัณฑ์ มีปริมาณ 205.5 และ 200.2 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อแยกชนิดของมลพิษ พบว่า การปลดปล่อย NO_x มาจากอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ มากที่สุด 133.3 กิโลตันต่อปี โรงงานไฟฟ้ามีการปลดปล่อย SO_x มากที่สุด 157.2 กิโลตันต่อปี การปลดปล่อย VOC มากที่สุดมาจากอุตสาหกรรมเคมี 34.0 กิโลตันต่อปี อุตสาหกรรมอื่นๆมีการปลดปล่อย CO มากที่สุด 35.4 กิโลตันต่อปี อุตสาหกรรมไฟฟ้ามีการปลดปล่อย PM_{10} มากที่สุด 405.1 กิโลตัน

2. การปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาคโดยรวมพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อยโดยรวมสูงที่สุด 451.3 กิโลตันต่อปี รองลงมาคือกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและภาคตะวันออก ปลดปล่อย 369.7 และ 285.5 กิโลตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อแยกตามชนิดมลพิษพบว่าการปลดปล่อย NO_x มากที่สุดมาจากภาคตะวันออก 124.4 กิโลตันต่อปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อย SO_x มากที่สุด 114.8 กิโลตันต่อปี การปลดปล่อย VOC มากที่สุดมาจาก ภาคตะวันออก 7.6 กิโลตันต่อปี กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการปลดปล่อย CO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด 49.6 กิโลตันต่อปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลดปล่อย PM_{10} มากที่สุด 289.5 กิโลตันต่อปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การจัดทำข้อมูลจำเป็นต้องมีข้อมูลที่เป็นทางการซึ่งน่าเชื่อถือได้มาเป็นตัวอ้างอิง เพื่อลดความผิดพลาดในการขยายข้อมูล

5.2.2 ควรมีการเพิ่มส่งแบบสอบถามการใช้เชื้อเพลิงให้ครอบคลุมโรงงานทั่วประเทศ เพื่อที่จะได้ข้อมูลจำนวนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้จากการประเมินโดยการขยายข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยลง

5.2.3 ควรมีงบประมาณในการศึกษาเพิ่ม เพราะถ้ามีทุนสนับสนุนมากจะทำให้การทำงานทุกอย่างง่ายขึ้นและได้ข้อมูลเพิ่มขึ้น

5.2.4 ควรประเมินการปลดปล่อยมลพิษในส่วนของกระบวนการผลิต โดยใช้ข้อมูลด้านกำลังการผลิตและกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้การประเมินมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม . **ตำราระบบบำบัดมลพิษ , ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ , 2547.**

[2] อุดมลักษณ์ มณีศิริรัตน์ และไอริน เศรษฐโชดึก . 2549. "การประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย" . ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[3] ปรานี พันธุมสินชัย, (2542). **มลพิษอุสาหกรรมเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อม

[4] กรมควบคุมมลพิษ . **สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี 2545 ,** กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

[5] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. **เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศโดยทั่วไป** . ฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2550)

[6] พฤกษ์ พงศ์พฤกษา.2544. "**ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดสารไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์ของ** *กรุงเทพฯ และปริมณฑล*". *วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*

[7] Pham Thi Bich Thao .2006. "Developmant of an Emission Inventory and Representative Temporal Allocation Profiles for Industrial Facilites in the Central and Eastern Regions of Thailand" . Thesis for Degree of Master of Philosophy in Environmental Technology , The Joint Graduate School of Energy Environment.

[8] มงคล ตรีกิจจานนท์.2544. "การประเมินมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากโรงงานฟ้าในประเทศไทย".วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[9] เอกชัย สุทธิลักษณ์.2545."การจัดทำบัญชีและใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายมลพิษทางอากาศจากนิคมุตสาหกรรม ในภาคตะวันออก". วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[10] Mohit Dalvi[a,*] , Gufran Beig[b], Uday Patil[c], Akshara Kaginalkar[a],C. Sharma[d], A.P. Mitra[d]. **A GIS based methodology for gridding of large-scale emission inventories: Application to carbon-monoxide emissions over Indian region** . Atmospheric Environment 40 (2006) 2995–3007

[11] Guoliang Cao[a,b,*] , Xiaoye Zhang[a], Fangcheng Zheng[b].**Inventory of black carbon and organic carbon emissions from China .** Atmospheric Environment 40 (2006) 6516–6527

[12] Woo, J.-H., Streets, D.G., Carmichael, G.R., Dorwart, J., Thongboonchoo, N., Guttikunda, S., Tang, Y., 2003,**"Development of The Emission Inventory System for Supporting TRACE-P and ACE-ASIA Field Experiments",** Air Pollution Modeling and Its Application XV,527-528.

[13] Woo, J.-H., Baek, J.M. Baek, Kim, J.-W., Carmichael, G.R.,Thongboonchoo,N., Kim, S.T., An, J.H.,**"Development of A Muliti-Resolution Emission Inventory And Its Impact on Sulfur Distribution for North Asia",** Water, Air, and Soil Pollution, 148: 259-278, 2003.

[14] กระทรวงอุตสาหกรรม.**จำนวนโรงงานแยกตามรายจังหวัด.** [Online]. Available:http://www.industrythailand.com

[15] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. **รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2548.** [Online].Available:http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/wpd/static/thai_ene_2005/26Table_13.pdf

[16] Thongboonchoo, N. 2005. "Multi-Pollution Air Quality in Thailand: A Regional to Urban Perspective ." Ph.D.Thesis , The University of Iova.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
1	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการบ่มใบชาหรือใบยาสูบ
2	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตผลเกษตรกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
3	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดินสำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
4	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งมิใช่สัตว์น้ำ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
5	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำนมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
6	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสัตว์น้ำ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
7	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำมัน จากพืชหรือสัตว์ หรือไขมันจากสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
8	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผัก พืช หรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
9	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เมล็ดพืช หรือหัวพืชอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 009(1)
9	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เมล็ดพืช หรือหัวพืชอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 009(2)-(6)
10	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหารจากแป้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
11	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ น้ำตาล ซึ่งทำจากอ้อย บีช หญ้าหวาน หรือพืชอื่นที่ให้ความหวานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
12	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับชา กาแฟ โกโก้ ช็อกโกเลต หรือขนมหวาน อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
13	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
14	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ การทำน้ำแข็ง หรือ ตัด ซอย บด หรือย่อยน้ำแข็ง
15	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ อาหารสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
16	โรงงานต้ม กลั่น หรือผสมสุรา
17	โรงงานผลิต เอทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมิใช่เอทิลแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากกากซัลไฟต์ในการทำเยื่อกระดาษ
18	โรงงานทำหรือผสมสุราจากผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
19	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับมอลต์ หรือเบียร์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
20	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับน้ำดื่ม เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ น้ำอัดลม หรือน้ำแร่ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
21	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยาสูบ ยาอัด ยาเส้น ยาเคี้ยว หรือยานัตถุ์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
22	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือเส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ หลายอย่าง
23	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอ ซึ่งมิใช่เครื่องนุ่งห่มอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
24	โรงงานถักผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มด้วยด้ายหรือเส้นใย หรือฟอกย้อมสี หรือแต่งสำเร็จผ้า ผ้าลูกไม้ หรือเครื่องนุ่งห่มที่ถักด้วยด้ายหรือเส้นใย
25	โรงงานผลิตเสื่อหรือพรมด้วยวิธีทอ สาน ถัก หรือผูกให้เป็นปุย ซึ่งมิใช่เสื่อหรือพรมที่ทำด้วยยางหรือพลาสติกหรือพรมน้ำมัน
26	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเชือก ตาข่าย แห หรืออวนอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
27	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งมิใช่ทำด้วยวิธีถัก หรือทออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
28	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องแต่งกาย ซึ่งมิใช่รองเท้า อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
29	โรงงานหมัก ชำแหละ อบ ปนหรือบด ฟอก ขัดและแต่งสำเร็จ อัดให้เป็นลายนูน หรือเคลือบสีหนังสัตว์
30	โรงานสาง ฟอก ฟอกสี ย้อมสี ขัดหรือแต่งขนสัตว์
31	โรงงานทำพรม หรือเครื่องใช้จากหนังสัตว์หรือขนสัตว์
32	โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมิใช่เครื่องแต่งกาย หรือรองเท้า
33	โรงงานผลิตรองเท้า หรือชิ้นส่วนของรองเท้า ซึ่งมิได้ทำจากไม้ ยางอบแข็ง ยางอัดเข้ารูป หรือพลาสติกอัดเข้ารูป
34	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับไม้ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
35	โรงงานผลิตภาชนะบรรจุ หรือเครื่องใช้จากไม้ไผ่ หวาย ฟาง อ้อ กก หรือผักตบชวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
36	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากไม้หรือไม้ก๊อกอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
37	โรงงานทำเครื่องเรือนหรือเครื่องตบแต่งในอาคารจากไม้ แก้ว ยาง หรืออโลหะอื่น ซึ่งมิใช่เครื่องเรือนหรือเครื่องตบแต่งภายในอาคารจากพลาสติกอัดเข้ารูป และรวมถึงชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
38	โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
39	โรงงานผลิตภาชนะบรรจุจากกระดาษทุกชนิดหรือแผ่นกระดาษไฟเบอร์ (Fiberboard)
40	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเยื่อ กระดาษ หรือกระดาษแข็งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
41	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับพิมพ์สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
42	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ยอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้
43	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับปุ๋ย หรือสารป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ (Pesticides) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
44	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิตยางเรซินสังเคราะห์ ยางอีลาสโตเมอร์ พลาสติก หรือเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งมิใช่ใยแก้ว
45	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสี (Paints) น้ำมันชักเงาเซแล็ก แล็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ยาหรืออุดอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
46	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ ยา อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
47	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ สบู่ เครื่องสำอาง หรือสิ่งปรุงแต่งร่างกาย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
48	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เคมี อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
49	โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
50	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ถ่านหิน หรือลิกไนต์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
51	โรงงานผลิต ซ่อม หล่อ หรือหล่อดอกยางนอกหรือยางในสำหรับยานพาหนะ ที่เคลื่อนที่ด้วยเครื่องกล คนหรือสัตว์
52	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยาง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
53	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติกอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง
54	โรงงานผลิตแก้ว เส้นใยแก้ว หรือผลิตภัณฑ์แก้ว
55	โรงงานผลิตภัณฑ์ เครื่องกระเบื้องเคลือบ เครื่องปั้นดินเผา หรือเครื่องดินเผา และรวมถึงการเตรียมวัสดุเพื่อการดังกล่าว
56	โรงงานผลิตอิฐ กระเบื้องหรือท่อสำหรับใช้ในการก่อสร้างเบ้าหลอมโลหะ กระเบื้องประดับ (Architectural Terracotta) รองในเตาไฟ ท่อ หรือยอดปล่องไฟ หรือวัตถุทนไฟจากดินเหนียว
57	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับซีเมนต์ ปูนขาว หรือปูนปลาสเตอร์ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
58	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อโลหะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
59	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการถลุง หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตเหล็ก หรือเหล็กกล้าในขั้นต้น (Iron and Steel Basic Industries)
60	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับถลุง ผสม ทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะในขั้นต้น ซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า (Non-ferrous Metal Basic Industries)
61	โรงงานผลิต ตบแต่ง ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องมือ หรือเครื่องใช้ที่ทำด้วยเหล็กหรือเหล็กกล้า และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์เครื่องมือหรือเครื่องใช้ดังกล่าว
62	โรงงานผลิตตบแต่ง ดัดแปลง หรือซ่อมแซม เครื่องเรือนหรือเครื่องตบแต่งภายในอาคารที่ทำจากโลหะหรือโลหะเป็นส่วนใหญ่ และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ ของเครื่องเรือน หรือเครื่องตบแต่งดังกล่าว
63	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะสำหรับใช้ในการก่อสร้าง หรือติดตั้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
64	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โละหะ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 064(1)-(11)
64	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โละหะ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 064(12)-(14)
65	โรงงานผลิต ประกอบ หรือดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องกังหัน และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของเครื่องยนต์ หรือเครื่องกังหันดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
66	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องจักรสำหรับใช้ในการกสิกรรมหรือการเลี้ยงสัตว์ และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรดังกล่าว
67	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องจักร ส่วนประกอบ หรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรสำหรับประดิษฐ์โลหะหรือไม้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
68	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษ เคมี อาหาร การปั่นท่อ การพิมพ์ การผลิตซีเมนต์ หรือผลิตภัณฑ์ดินเหนียว การก่อสร้าง การทำเหมืองแร่ การเจาะหาปิโตรเลียม หรือการกลั่นน้ำมัน และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรดังกล่าว
69	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดปลง หรือซ่อมแซมเครื่องคำนวณ เครื่องทำบัญชี เครื่องจักรสำหรับระบบบัตรเจาะ เครื่องจักรสำหรับใช้ในการคำนวณชนิดดิจิตัล หรือชนิดอนาล็อก หรือเครื่องอิเล็กทรอนิกส์สำหรับปฏิบัติกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน หรืออุปกรณ์ (Digital or Analog Computers or Associated Electronic Data Processing Equipment or Accessories) เครื่องรวมราคาของขาย (Cash Registers) เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องชั่งซึ่งมิใช่เครื่องชั่งที่ใช้ในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ เครื่องอัดสำเนาซึ่งมิใช่เครื่องอัดสำเนาด้วยการถ่ายภาพ และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
70	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซ เครื่องเป่าลม เครื่องปรับหรือถ่ายเทอากาศ เครื่องโปรยน้ำดับไฟ ตู้เย็นหรือเครื่องประกอบตู้เย็น เครื่องขายสินค้าอัตโนมัติ เครื่องล้าง ซัก ซักแห้ง หรือรีดผ้า เครื่องเย็บ เครื่องส่งกำลังกล เครื่องยก ปั้นจั่น ลิฟต์ บันไดเลื่อน รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ รถพ่วงสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรม รถยกซ้อนของ (Stackers) เตาไฟหรือเตาอบสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรมหรือสำหรับใช้ในบ้าน แต่ผลิตภัณฑ์นั้นต้องไม่ใช้พลังงานไฟฟ้า และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
71	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องจักรหรือผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ในลำดับที่ 70 เฉพาะที่ใช้ไฟฟ้า เครื่องยนต์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงแรงไฟฟ้า เครื่องสับหรือบังคับไฟฟ้า เครื่องใช้สำหรับแผงไฟฟ้า เครื่องเปลี่ยนทางไฟฟ้า เครื่องส่งหรือจำหน่ายไฟฟ้า เครื่องสำหรับใช้บังคับไฟฟ้า หรือเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
72	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องกระจายเสียงหรือบันทึกเสียง เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกคำบอกเครื่องบันทึกเสียงด้วยเทป เครื่องเล่นหรือเครื่องบันทึกแถบภาพ (วิดิทัศน์) แผ่นเสียง เทปแม่เหล็กที่ได้บันทึกเสียงแล้ว เครื่องโทรศัพท์หรือโทรเลขชนิดมีสายหรือไม่มีสาย เครื่องส่งวิทยุ เครื่องส่งโทรทัศน์ เครื่องรับส่งสัญญาณหรือจับสัญญาณ เครื่องเรดาร์ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวกึ่งนำหรือตัวกึ่งนำชนิดไวที่เกี่ยวข้อง (Semi-Conductor or Related Sensitive Semi-Conductor Devices) คาปาซิเตอร์หรือคอนเดนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดคงที่หรือเปลี่ยนแปลงได้ Fixed or Variable Electronic Capacitors or Condensers) เครื่องหรือหลอดเรดิโอกราฟ เครื่องหรือหลอดฟลูโรสโคป หรือเครื่องหรือหลอดเอซเรย์ และรวมถึงการผลิตอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนสำหรับใช้กับเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ ดังกล่าว
73	โรงงานผลิต ประกอบหรือดัดแปลงเครื่องมือหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ระบุไว้ในลำดับใด และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
74	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
75	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเรือ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
76	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ รถไฟ รถรางไฟฟ้า หรือกระเช้าไฟฟ้า อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
77	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับรถยนต์ หรือรถพ่วง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
78	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ จักรยานยนต์ จักรยานสามล้อ หรือจักรยานสองล้อ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
79	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ อากาศยาน หรือเรือโฮเวอร์คราฟท์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
80	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซมล้อเลื่อนที่ขับเคลื่อนด้วยแรงคน หรือสัตว์ซึ่งมิใช่จักรยานและรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
81	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ หรือการแพทย์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
82	โรงงานผลิตเครื่องมือหรือเครื่องใช้เกี่ยวกับนัยน์ตาหรือการวัดสายตา เลนส์ เครื่องมือหรือเครื่องใช้ที่ใช้แสงเป็นอุปกรณ์ในการทำงานหรือเครื่องอัดสำเนาด้วยการถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
83	โรงงานผลิตหรือประกอบนาฬิกา เครื่องวัดเวลา หรือชิ้นส่วนของนาฬิกา หรือเครื่องวัดเวลา
84	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับ เพชร พลอย ทอง เงิน นาก หรืออัญมณี อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
85	โรงงานผลิตหรือประกอบเครื่องดนตรี และรวมถึงชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องดนตรีดังกล่าว
86	โรงงานผลิตหรือประกอบเครื่องมือ หรือเครื่องใช้ในการกีฬา การบริหารร่างกาย การเล่นบิลเลียด โบว์ลิ่ง หรือตกปลา และรวมถึงชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องมือหรือเครื่องใช้ดังกล่าว
87	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องเล่น เครื่องมือหรือเครื่องใช้ที่มิได้ระบุไว้ในลำดับอื่นอย่างใด อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
88	โรงงานผลิต ส่ง หรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า
89	โรงงานผลิตก๊าซ ซึ่งมิใช่ก๊าซธรรมชาติ ส่งหรือจำหน่ายก๊าซ
90	โรงงานจัดหาน้ำ ทำน้ำให้บริสุทธิ์ หรือจำหน่ายน้ำไปยังอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม
91	โรงงานบรรจุสินค้าในภาชนะโดยไม่มีการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
92	โรงงานห้องเย็น
93	โรงงานซ่อมรองเท้า หรือเครื่องหนัง
94	โรงงานซ่อมเครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับใช้ในบ้านหรือใช้ประจำตัว
95	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับยานที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ รถพ่วง จักรยานสามล้อ จักรยานสองล้อ หรือส่วนประกอบของยานดังกล่าว อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
96	โรงงานซ่อมนาฬิกา เครื่องวัดเวลา หรือเครื่องประดับที่ทำด้วยเพชร พลอย ทองคำ ทองขาว เงิน นาก หรืออัญมณี
97	โรงงานซ่อมผลิตภัณฑ์ที่มิได้ระบุการซ่อมไว้ในลำดับใด
98	โรงงานซักรีด ซักแห้ง ซักฟอก รีด อัด หรือย้อมผ้าเครื่องนุ่งห่ม พรม หรือขนสัตว์
99	โรงงานผลิต ซ่อมแซม ดัดแปลง หรือเปลี่ยนลักษณะอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระบิด อาวุธหรือสิ่งอื่นใดที่มีอำนาจในการประหาร ทำลายหรือทำให้หมดสมรรถภาพในทำนองเดียวกับอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน หรือวัตถุระเบิด และรวมถึงสิ่งประกอบของสิ่งดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ประเภทของโรงงานที่จำแนกโดยกรมโรงงาน (ต่อ)

หมวด	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน
100	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการตบแต่งหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์โดยไม่มีการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
101	โรงงานปรับคุณภาพของเสียรวม (Central Waste Treatment Plant)
102	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการผลิต และหรือจำหน่ายไอน้ำ (Steam Generating)
103	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเกลืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง
104	โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลง หรือซ่อมแซม หม้อไอน้ำ (Boiler) หรือหม้อต้มที่ใช้ของเหลวหรือก๊าซเป็นสื่อนำความร้อน ภาชนะทนแรงดัน และรวมถึงส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
105	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการคัดแยกหรือฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535
106	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม
107	โรงงานผลิตแผ่นซีดี (ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล เสียงหรือภาพ ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์และสามารถอ่านได้โดยใช้เครื่องมือที่อาศัยแหล่งแสงที่มีกำลังสูง เช่น แสงเลเซอร์) แผ่นเสียง แถบบันทึกภาพ แถบบันทึกเสียง และแถบบันทึกภาพและเสียง ทั้งนี้ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการบันทึกข้อมูลไว้แล้ว หรือมีการบันทึกซ้ำได้อีกหรือยังมิได้มีการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต จำแนกตามชนิดพลังงานของกรมธุรกิจพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 การใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงาน

ชนิดพลังงาน	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539
ถ่านหิน	256	259	301	446	464	674	808	1,082	1,344	1,559	1,713	2,524	3,106	3,658	4,443
น้ำมันสำเร็จรูป	1,487	1,425	1,416	1,420	1,447	1,604	1,786	2,137	2,522	2,686	3,255	3,587	3,873	4,376	4,685
ก๊าซธรรมชาติ	0	32	194	178	87	40	60	114	264	360	441	492	583	784	935
ไฟฟ้า	630	683	744	792	866	963	1,098	1,309	1,522	1,681	1,697	1,856	2,404	2,724	2,881
ฟืนและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	2,355	2,148	2,247	2,383	2,385	2,317	2,304	3,064	2,883	3,007	3,741	3,166	3,208	4,122	4,454

ตารางที่ ข.1 การใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตจำแนกตามชนิดพลังงาน (ต่อ)

ชนิดพลังงาน	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549
ถ่านหิน	3,970	3,237	3,876	3,627	4,377	4,884	4,987	5,918	6,757	7,489
น้ำมันสำเร็จรูป	4,216	3,853	3,971	4,136	3,988	4,235	4,310	4,423	3,779	3,278
ก๊าซธรรมชาติ	946	877	1,112	1,374	1,556	1,745	1,977	2,314	1,977	2,152
ไฟฟ้า	2,870	2,565	3,012	3,346	3,494	3,808	4,089	4,437	4,748	4,953
ฟืนและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	3,984	3,222	3,517	3,725	3,507	4,007	4,625	4,869	5,382	5,570

ภาคผนวก ค
ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินในปริญญานิพนธ์

ชนิดเชื้อเพลิง	EMISSION FACTOR (กิโลกรัมต่อตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)					REF
	NO_X	SO_X	VOC	CO	PM_{10}	
กลุ่มพลังงานหมุนเวียน						
Agricultural waste	3.763	1.505	22.579	188.155	5.941	CACP Software RCI Average Coefficients-Agricultural Waste
Black liquor	8.822	0.450	0.684	10.803	5.941	CACP Software RCI Average Coefficients-Wood (Freshly Cut)
Garbage	3.763	0.150	22.578	188.155	5.941	ICLEI-HEAT-US National Fuel Averages Industrial-Municipal Solid Waste (MSW)
Sludge	4.187	1.675	2.093	167.472	17.352	ICLEI-HEAT Stationary for SA Industrial -Biomass/Waste
ฟืน	1.793	0.251	26.974	146.36	19.091	CACP Software RCI Average Coefficients-Fuel wood (Air Dry)
เปลือกไม้	3.961	0.450	0.684	10.803	7.202	CACP Software RCI Average Coefficients-Wood (Oven Cut)
แกลบ	12.480	1.396	25.121	49.956	1.282	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Rice hulls
ฝุ่นไม้	3.961	0.450	0.684	10.803	7.202	CACP Software RCI Average Coefficients-Wood (Oven Cut)
ขี้เลื่อย	3.961	0.450	0.684	10.803	7.202	CACP Software RCI Average Coefficients-Wood (Oven Cut)
ชานอ้อย	3.418	3.418	2.093	41.868	10.575	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Bagasse
ซังข้าวโพด	17.029	1.305	25.121	47.716	1.199	ICLEI-HEAT-India-Industrial -Maize (cobs)
ถ่าน	3.763	0.000	3.763	263.416	9.362	CACP Software RCI Average Coefficients-Charcoal

ตารางที่ ค.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินในปริญญานิพนธ์ (ต่อ)

ชนิดเชื้อเพลิง	EMISSION FACTOR (กิโลกรัมต่อตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)					REF
	NO_x	SO_x	VOC	CO	PM_{10}	
กลุ่มแก๊สธรรมชาติ						
Fuel Gas	5.293	2.536	0.266	1.501	0.188	CACP Software RCI Average Coefficients-Natural Gas
เชลล์แก๊ส	4.238	0.018	0.121	0.727	0.080	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-LPG
เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากกระบวนการผลิต	4.238	0.018	0.121	0.727	0.080	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-LPG
แก๊สธรรมชาติ	5.293	2.536	0.266	1.501	0.188	CACP Software RCI Average Coefficients-Natural Gas
แก๊สธรรมชาติจากโรงแยก(dry)	5.293	2.536	0.266	1.501	0.188	CACP Software RCI Average Coefficients-Natural Gas
แก๊สปิโตรเลียมเหลว(LPG)	4.238	0.018	0.121	0.727	0.080	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-LPG
ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลี่ยม	4.238	0.018	0.121	0.727	0.080	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-LPG
โพรเพน	3.739	0.000	0.098	0.630	0.118	CACP Software RCI Average Coefficients-Propane
เพนเทน	4.238	0.018	0.121	0.727	0.080	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-LPG
อะเซทิลีน	5.293	2.536	0.266	1.501	0.188	CACP Software RCI Average Coefficients-Natural Gas
กลุ่มน้ำมันสำเร็จรูป						
เชื้อเพลิง RV	79.399	5.221	6.302	17.104	5.581	CACP Software RCI Average Coefficients-Stationary Diesel
เบนซิน	4.776	14.876	0.163	0.965	0.568	CACP Software RCI Average Coefficients-Kerosene
น้ำมันก๊าด (Kerosene)	4.776	14.876	0.163	0.965	0.568	CACP Software RCI Average Coefficients-Kerosene

ตารางที่ ค.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินในปริญญานิพนธ์ (ต่อ)

ชนิดเชื้อเพลิง	EMISSION FACTOR (กิโลกรัมต่อตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)					REF
	NO_X	SO_X	VOC	CO	PM_{10}	
น้ำมันดีเซล	79.399	5.221	6.302	17.104	5.581	CACP Software RCI Average Coefficients-Stationary Diesel
น้ำมันเตา	7.346	20.971	0.027	0.668	1.310	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Fuel oil
น้ำมันเตา 600	2.672	5.785	1.892	9.208	0.203	CACP Software RCI Average Coefficients-Light Fuel Oil
น้ำมันเตา 1200	16.394	77.828	1.387	8.632	4.694	CACP Software RCI Average Coefficients-Heavy Fuel Oil
น้ำมันเตา 1500	16.394	77.828	1.387	8.632	4.694	CACP Software RCI Average Coefficients-Heavy Fuel Oil
น้ำมันเตา 2000	16.394	77.828	1.387	8.632	4.694	CACP Software RCI Average Coefficients-Heavy Fuel Oil
Torch Oil	4.776	14.876	0.163	0.965	0.568	CACP Software RCI Average Coefficients-Kerosene
กลุ่มถ่านหิน						
ถ่านหิน (Coke)	12.490	27.836	0.042	0.357	37.590	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Coke
ถ่านหินนำเข้า	20.733	57.328	0.057	0.478	10.266	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Bituminous Coal
แอนทราไซค์	15.345	42.430	0.212	0.424	5.068	ICLEI-HEAT-Brazil-Industrial-Anthracite Coal

ตารางที่ ค.1 ค่าปัจจัยการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงที่ใช้ประเมินในปริญญานิพนธ์ (ต่อ)

ชนิดเชื้อเพลิง	EMISSION FACTOR (กิโลกรัมต่อตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)					REF
	NO_x	SO_x	VOC	CO	PM_{10}	
กลุ่มถ่านหิน (ต่อ)						
ลิกไนท์ แจ้คอน	15.819	112.991	0.100	0.628	105.549	ICLEI-HEAT-India-Industrial-Lignite
ลิกไนท์แม่เมาะ	15.819	112.991	0.100	0.628	105.549	ICLEI-HEAT-India-Industrial-Lignite
ลิกไนท์ลี้	15.819	112.991	0.100	0.628	105.549	ICLEI-HEAT-India-Industrial-Lignite
ลิกไนท์อื่นๆ	15.819	112.991	0.100	0.628	105.549	ICLEI-HEAT-India-Industrial-Lignite

ภาคผนวก ง

ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามประเภทอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	ปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อย (ตันต่อปี)				
	NO_x	SO_x	VOC	CO	PM_{10}
กระดาษ	15,299,654.81	7,762,908.69	223,269.76	2,655,580.95	179,559,958.34
เคมี	89,304,946.32	34,008,144.26	4,923,570.75	20,143,637.92	23,783,027.76
ไฟฟ้า	48,232,120.35	157,192,772.12	709,283.38	9,143,460.48	405,079,857.37
ไม้	1,320.59	2,973.93	1,622.42	12,985.23	3,092.63
โลหะมูลฐาน	140,850.87	103,183.75	6,782.28	56,432.66	20,093.82
สิ่งทอ	9,640,133.45	908,570.81	1,422,575.95	32,244,768.26	31,301,272.13
อโลหะ	978,839.68	2,586,566.52	6,721.45	57,151.69	4,631,764.91
อาหาร เครื่องดื่ม และ ยาสูบ	3,816,797.24	10,126,217.11	376,487.67	5,635,027.05	2,970,096.02
อุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วน	9,090.54	20,965.01	415.29	3,811.04	3,767.87
อื่นๆ	133,340,968.82	5,526,361.66	9,034,629.19	35,425,861.95	16,871,038.42
รวม	**300,764,722.69**	**218,238,663.86**	**16,705,358.13**	**105,378,717.23**	**664,223,969.25**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 ปริมาณการปลดปล่อยมลพิษแยกตามภูมิภาค

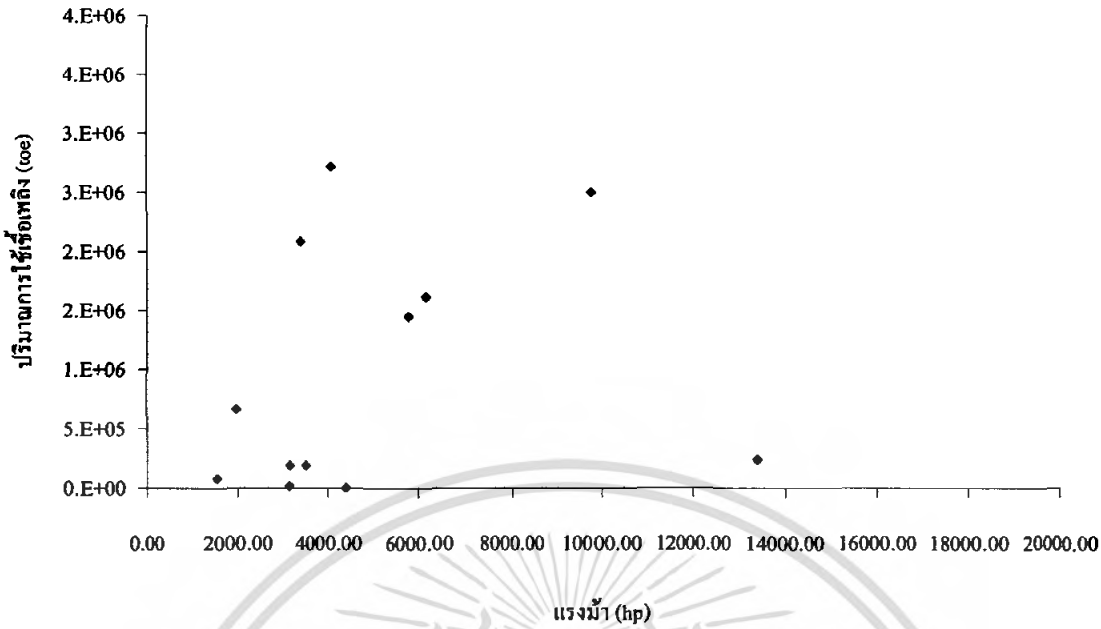
ภาค	ปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อย (ตันต่อปี)				
	NO_x	SO_x	VOC	CO	PM_{10}
กรุงเทพและปริมณฑล	95,239,222.31	33,906,226.63	5,976,472.69	49,574,007.16	184,989,543.49
ภาคเหนือ	5,674,507.01	11,358,849.34	253,774.17	2,699,676.62	27,890,252.11
ภาคกลาง	36,757,004.07	21,836,571.51	2,101,489.06	11,473,767.81	60,544,111.30
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	36,850,402.05	114,750,742.85	747,292.76	9,426,527.28	289,549,268.60
ภาคตะวันออก	124,427,975.30	32,127,704.63	7,572,410.48	31,751,659.62	89,581,303.87
ภาคใต้	1,717,239.76	4,232,446.75	57,698.40	448,585.52	11,651,587.09
รวม	**300,666,350.50**	**218,212,541.71**	**16,709,137.56**	**105,374,224.01**	**664,206,066.46**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

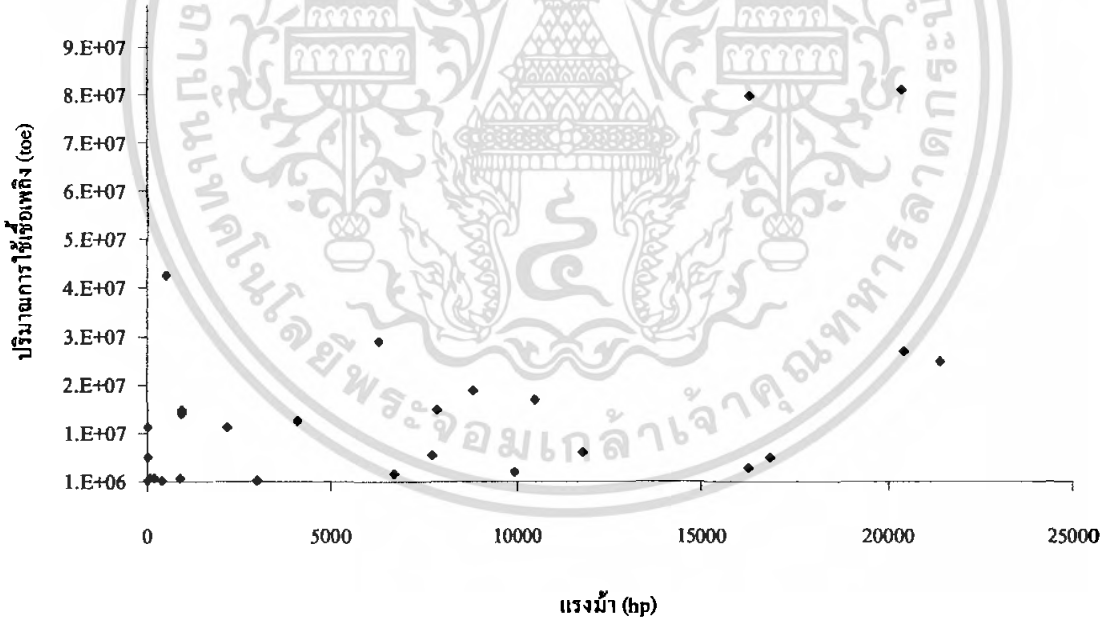
ภาคผนวก จ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดต่างๆ และ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของ โรงงานอุตสาหกรรมแยกช่วงแรงม้า 10,000-100,000 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

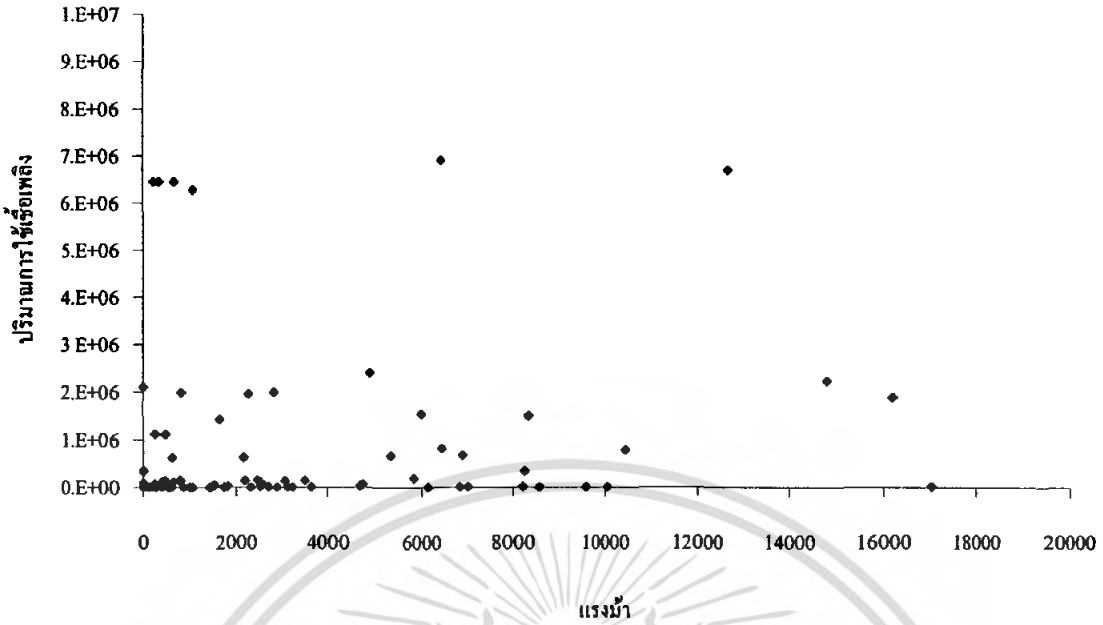


รูปที่ จ.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมกระดาษ

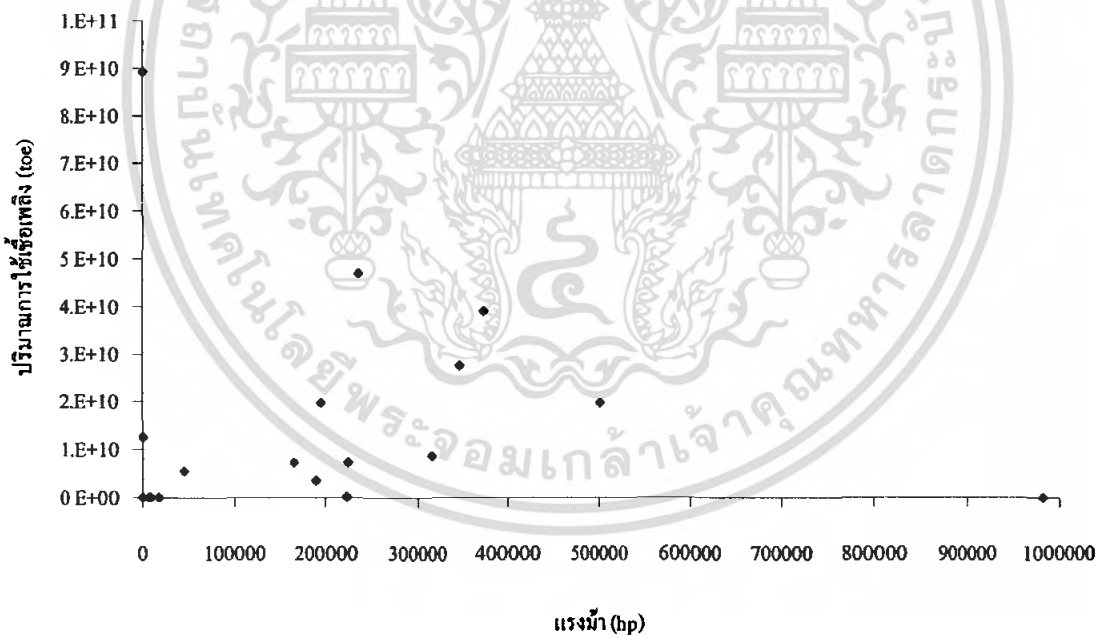


รูปที่ จ.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

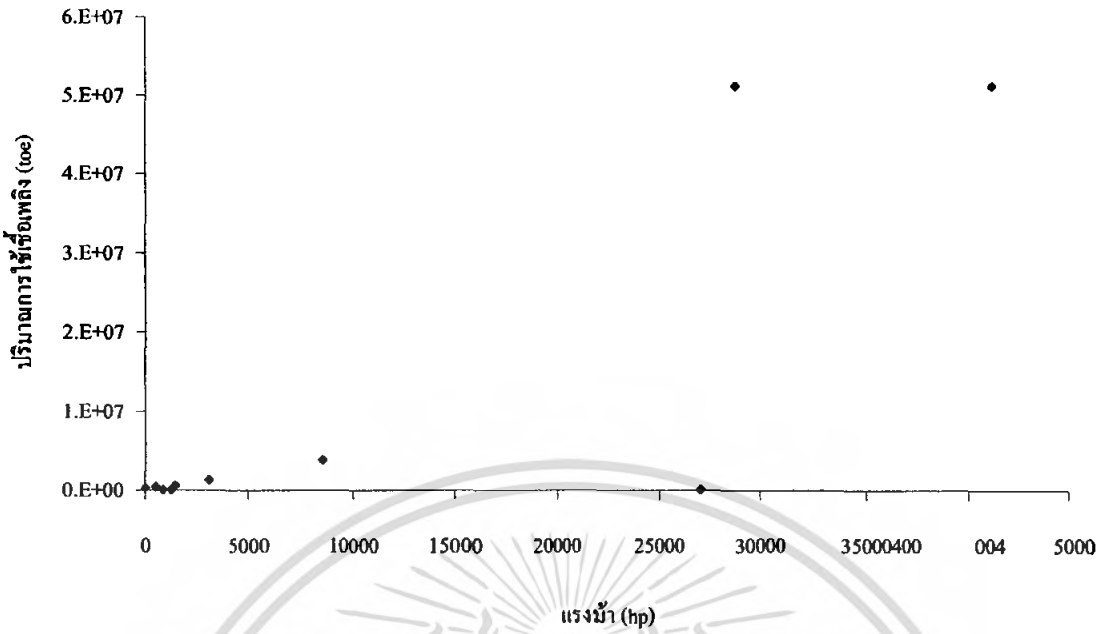


รูปที่ จ.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วน

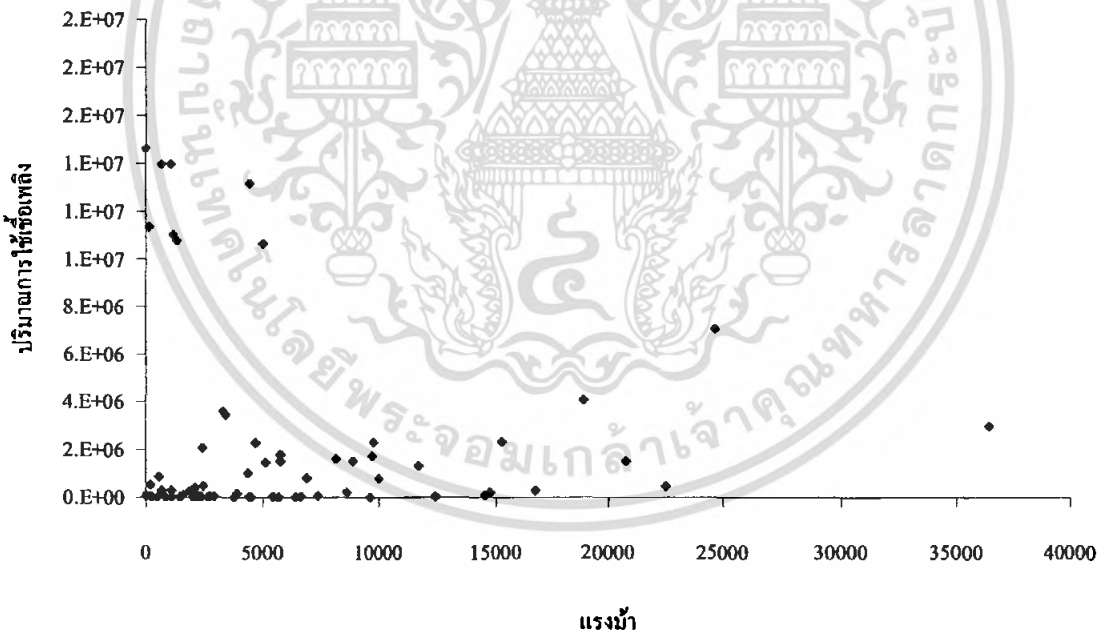


รูปที่ จ.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

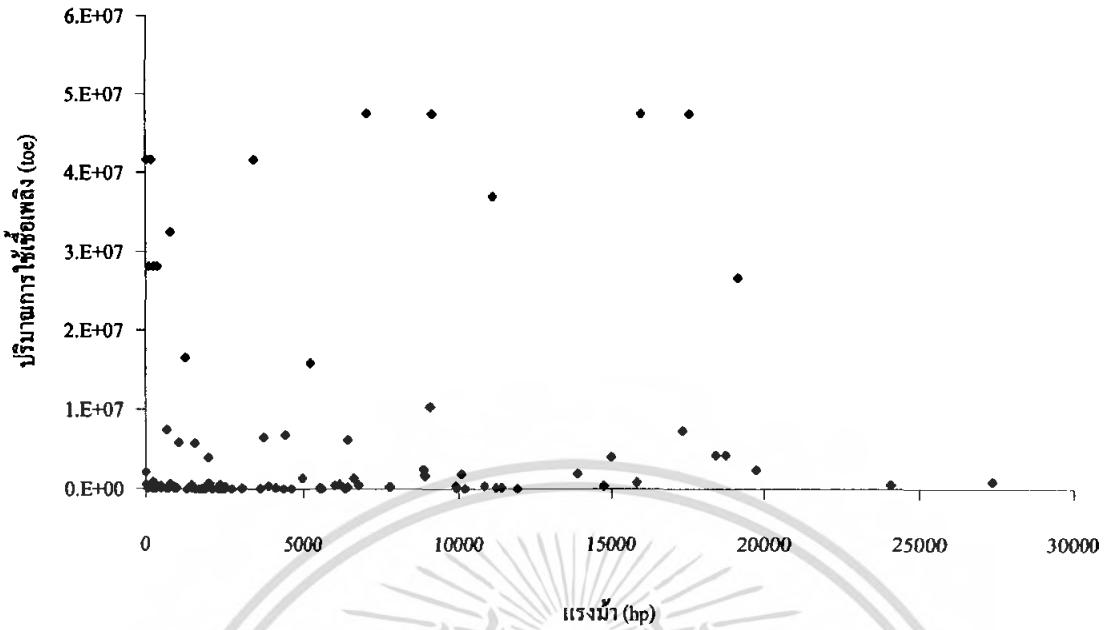


รูปที่ จ.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมไม้

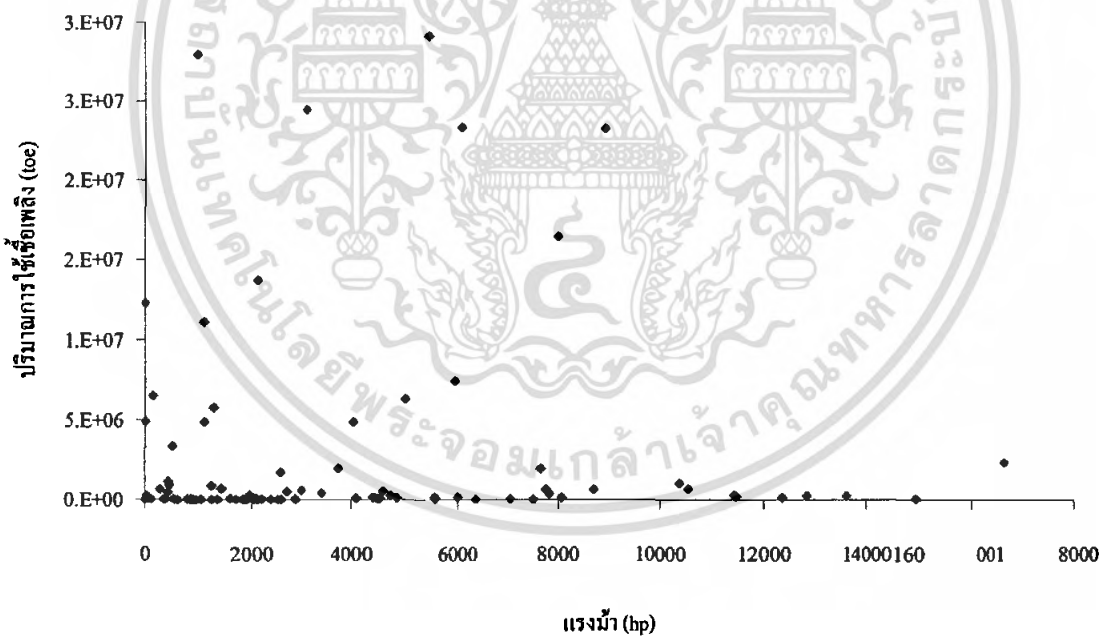


รูปที่ จ.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

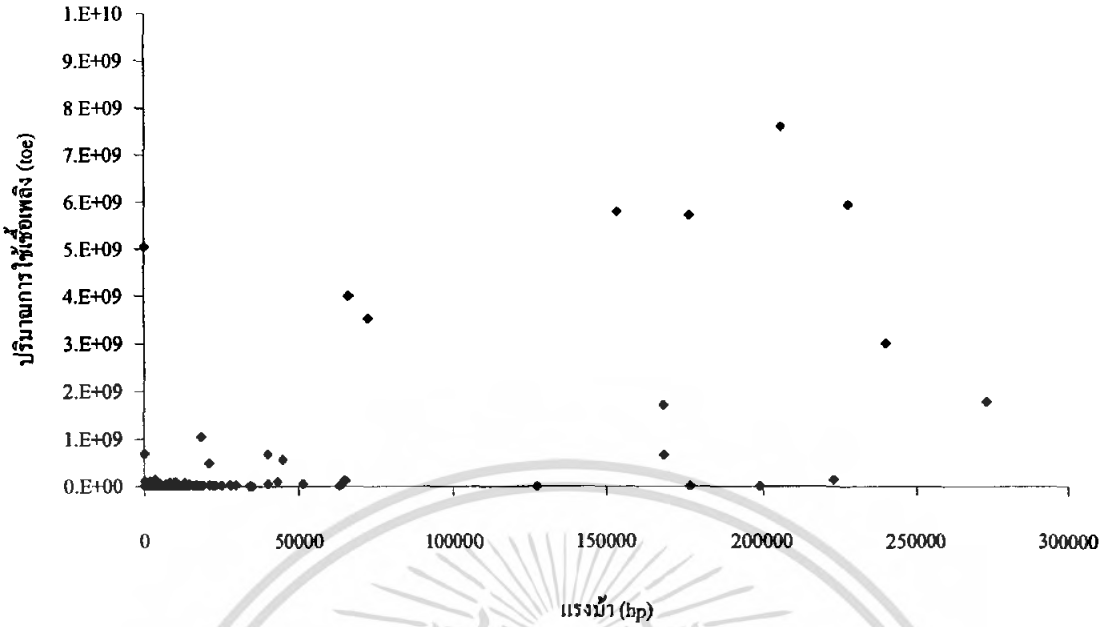


รูปที่ จ.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมสิ่งทอ

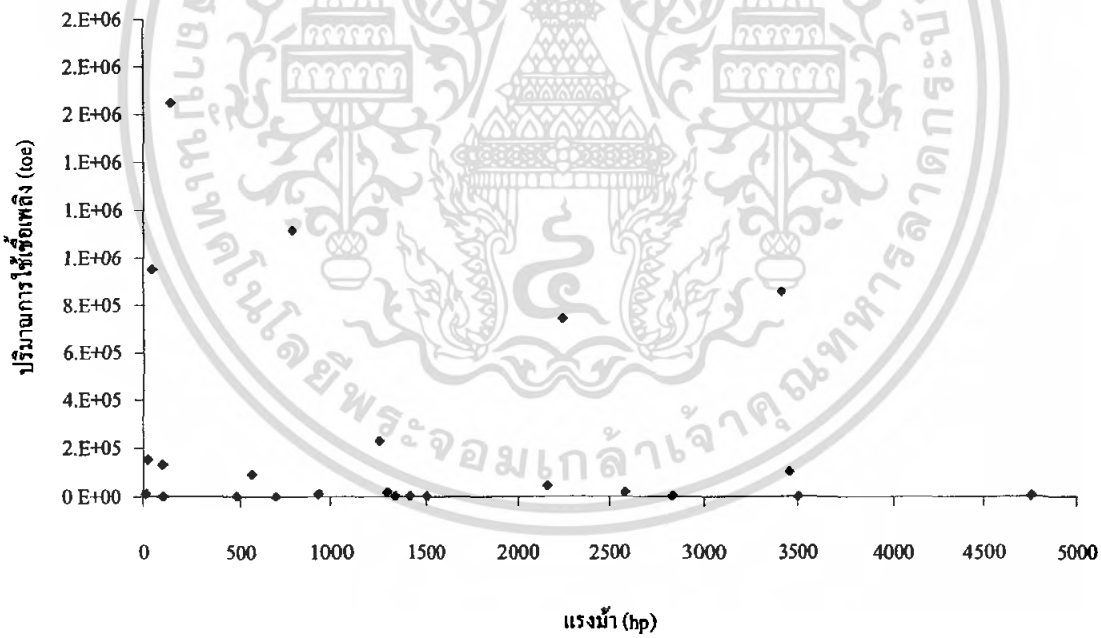


รูปที่ จ.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมอโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

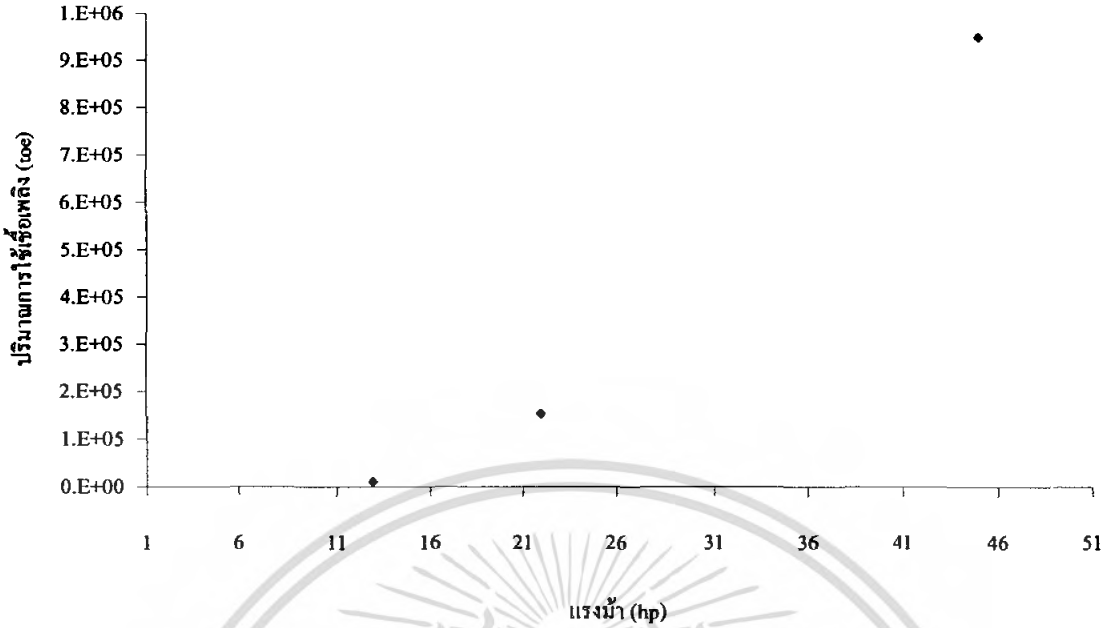


รูปที่ จ.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมอาหาร

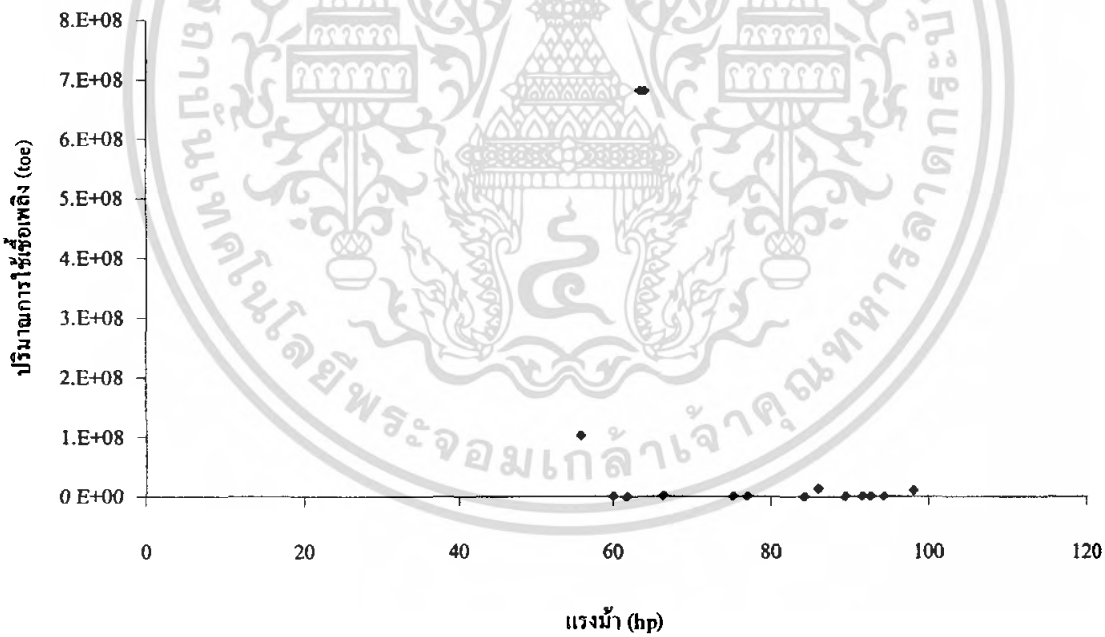


รูปที่ จ.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรมหมวดอุตสาหกรรมอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

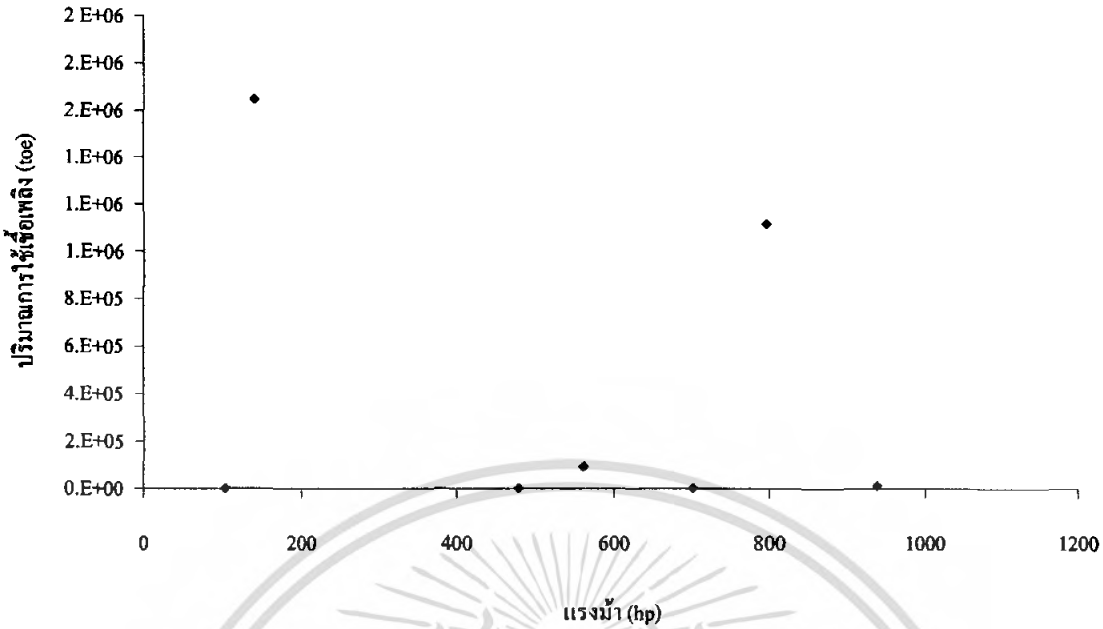


รูปที่ จ.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม แยกช่วงแรงม้า 0-50 hp

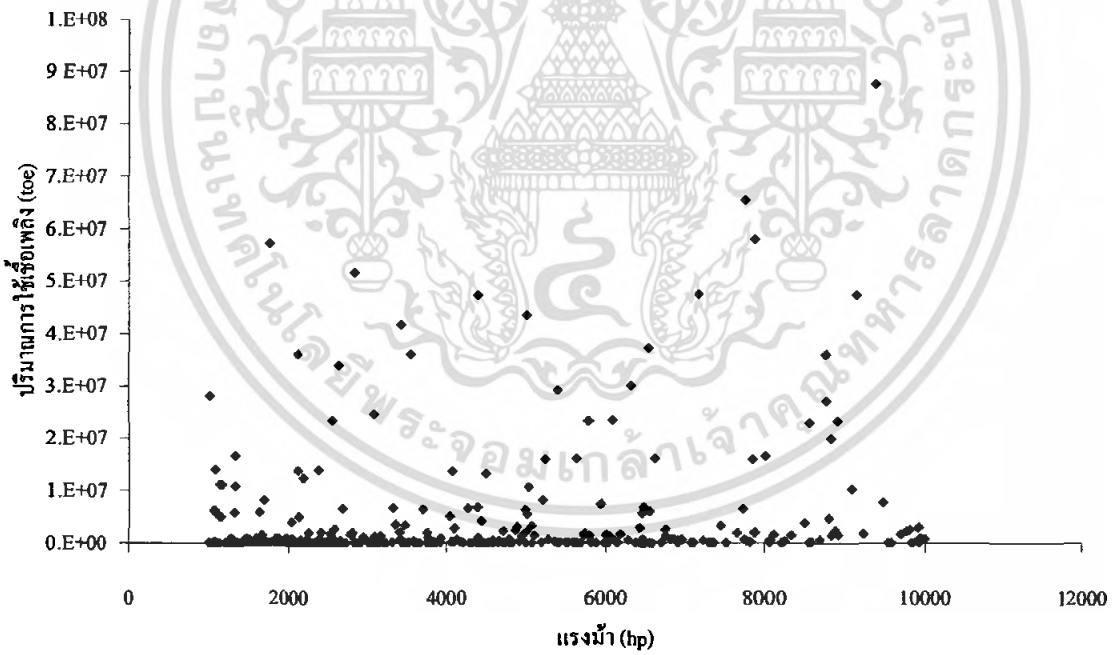


รูปที่ จ.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม แยกช่วงแรงม้า 50-100 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม แยกช่วงแรงม้า 100-1000 hp



รูปที่ จ.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงม้ากับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม แยกช่วงแรงม้า 1,000-10,000 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้